

EW RIS

European Federation of Steel Wire Rope Industries

BETRIEBS ANLEITUNG

Litzenseile für
allgemeine Hebezwecke



Teufelberger Seil Ges.m.b.H.
Böhmerwaldstraße 20
4600 Wels, Austria
T +43 (0) 7242 615-0
E wirerope@teufelberger.com

www.teufelberger.com

Herausgeber
EW RIS e. V.

ewris.eu

Originalbetriebsanleitung Litzenseile für allgemeine Hebezwecke
gemäß DIN EN 12385 – 4
gemäß Maschinenrichtlinie 2006/42/EG

EWRI e. V.
European Federation of Steel Wire Rope Industries

Kaiserswerther Str. 137
D-40474 Düsseldorf

www.ewri.eu

Dieses Dokument wurde in gemeinsamer Zusammenarbeit der Mitgliedsfirmen der EWRI erstellt und wird regelmäßig aktualisiert. Das auf der Website der EWRI zum Download erhältliche Exemplar stellt die jeweils aktuellste Ausgabe dar.

Inhaltsverzeichnis

Zeichenerklärung	5
Sicherheitshinweise	5
1. Bestimmungsgemäße Verwendung	6
2. Seilauswahl	6
2.1. Einteilung der Drahtseile nach ihrem Verwendungszweck	6
2.2. Einteilung der Drahtseile nach ihren Eigenschaften	6
3. Vor der ersten Inbetriebnahme des Seils	7
3.1. Prüfung des Seils und der Dokumente	7
3.2. Transport und Lagerung	7
4. Seilmontage	9
4.1. Prüfung des Seildurchmessers	9
4.2. Prüfung aller mit dem Seil in Verbindung stehenden Teile des Seiltriebs	10
4.3. Beachtung der Trommelregel und der Einscherregel	11
4.4. Spulen des Seils	12
4.4.1. Seil im Ring geliefert	13
4.4.2. Seil auf Haspel geliefert	13
4.5. Befestigung des Seils an der Trommel	15
4.6. Einziehen des Seils in einen Seiltrieb	15
4.7. Seilendverbindungen	16
Asymmetrische Seilschlösser (Keilendklemmen, Keilschlösser)	17
Taschenschlösser	17
Aluminiumpressklemmen mit Blech-, Voll- oder Gabelkauschen	18
Vergossene Seilendverbindungen (Seilhülsen)	18
Drahtseilklemmen	18
4.8. Einfahren des Seils	18
4.9. Montage stehender Seile	18
5. Betrieb	19
5.1. Grundregeln für einen sicheren und störungsfreien Betrieb der Seile	19
5.2. Erhaltung der Vorspannung von Hubseilen in der Mehrlagenwicklung	19
5.3. Umscheren des Hubseils	20
5.4. Grenzen der Einsatztemperatur	20
5.4.1. Einsatztemperatur über + 65 °C	21
5.4.2. Einsatztemperaturen unter 0 °C	21

6. Wartung und Pflege	21
6.1. Schmierung des Seils im Betrieb	22
6.2. Entfernung herausstehender Drahtbruchenden	22
6.3. Seilkürzung bei Mehrlagenwicklung	23
6.4. Abhilfe beim Eindrehen der Hakenflasche bei Hebezeugen (insb. Krananlagen)	24
6.4.1. Vorgehensweise bei einem Mobilkran oder einem Turmdrehkran mit Nadelausleger	24
Variante 1: Entdrallen durch Vorspannen der Hakenflasche.	24
Variante 2: Entdrallen mittels am Seil fixierter Endverbindung (z.B. Keilschloss oder Taschenschloss mit Blockvorrichtung)	24
6.4.2. Vorgehensweise beim Turmdrehkran mit Katzausleger	26
7. Überwachung	27
7.1. Kriterien der Betriebssicherheit.	27
7.2. Häufigkeit der Überwachung	27
7.2.1. Tägliche Sichtprüfung	27
7.2.2. Regelmäßige Überwachung	27
7.2.3. Sonderüberwachung	28
7.2.4. Überwachung von Seilen, die über Kunststoffseilscheiben oder über Metallseilscheiben mit Kunststoffbelag laufen	28
7.2.5. Überwachung von lokalen Anomalien bzgl. der Seilschmierung	28
7.3. Von der Überwachung zu erfassende Elemente	28
7.3.1. Allgemeines	28
7.3.2. Seilendverbindungen	28
8. Ablegereife	29
8.1. Übersicht Ablegekriterien	29
Art der Schädigung	30
Beurteilungsmethoden	30
8.2. Art und Anzahl der sichtbaren Drahtbrüche	31
8.2.1. Verstreut auftretende Drahtbrüche	31
Einlagige und parallel verseilte Seile	32
Drehungsarme Seile	33
8.2.2. Weitere Arten von Drahtbrüchen	34
8.3. Magnetinduktive Seilprüfung	34
8.4. Verringerung des Seildurchmessers	35
8.5. Litzenbruch	38
8.6. Äußere und innere Korrosion	38

8.7.	Verformungen und mechanische Beschädigungen	39
8.7.1.	Korkenzieherartige Verformung.....	39
8.7.2.	Korbbildung.....	40
8.7.3.	Heraustretende oder verformte Einlage oder Litze	40
8.7.4.	Schlaufenbildungen	40
8.7.5.	Lokale Erhöhung des Seildurchmessers.....	41
8.7.6.	Abplattungen von Seilabschnitten.....	41
8.7.7.	Klanken oder zugezogene Seilschlingen.....	42
8.7.8.	Knicke.....	42
8.8.	Beschädigungen durch Hitzeeinwirkung oder Lichtbögen	42
9.	Inspektion und Ablegereife von stehenden Seilen.....	42
	Gegenstand.....	42
9.1.	Inspektion und Ablage.....	43
9.1.1.	Allgemeines.....	43
9.1.2.	Häufigkeit der Inspektion	43
9.1.3.	Umfang der Inspektion	43
	Seilbereiche nahe den Endverbindungen.....	43
	Endverbindungen.....	44
9.1.4.	Ablegekriterien	45
10.	Demontage von Drahtseilen.....	45
11.	Entsorgung von Drahtseilen	45
12.	Normative Verweise.....	45
13.	Berichtsvorlagen.....	45

Zeichenerklärung



GEFAHR: Gefährliche Situation mit unmittelbar bevorstehendem oder drohendem Tod von Personen oder Körperverletzung, sofern sie nicht vermieden wird.



ACHTUNG: Gefährliche Situation mit drohenden Sachschäden, sofern sie nicht vermieden wird.



HINWEIS: Nützliche Hinweise und Anwendungstipps.



Schutzbrille benutzen



Schutzhelm benutzen



Schutzhandschuhe benutzen



Sicherheitsschuhe benutzen

Einführung

Dieses Dokument definiert die Grundsätze für Handhabung, Wartung, Inspektion und Ablage von Stahlseilen, die auf Kranen, Winden und Hebezeugen in der gewerblichen Nutzung zum Einsatz kommen. Weitergehende nationale Vorschriften und Gesetze bleiben davon unberührt und sind einzuhalten.

Sicherheitshinweise



GEFAHR: Während der gesamten Arbeiten mit Seilen sind wegen der Verletzungsgefahr durch Drähte und möglicher Hautreizungen durch den Schmierstoff immer Arbeitshandschuhe zu tragen. Grundsätzlich sind außerdem zur Vermeidung von Verletzungen Schutzhelm, Sicherheitsschuhe und Schutzbrille zu tragen.

Definition der befähigten Person

Befähigte Person für Handhabung, Wartung und Inspektion von Drahtseilen ist, wer durch Ausbildung, Erfahrung und zeitnahe berufliche Praxis über die erforderlichen Fachkenntnisse zum Umgang mit und zur Prüfung von Drahtseilen verfügt.

1. Bestimmungsgemäße Verwendung

Seile gemäß dieser Betriebsanleitung sind Litzen-seile in der Anwendung als Hubseile, Verstellseile, Katzfahrseile, Montage-seile, Hilfsseile, Halte- und Abspannseile zur gewerblichen Verwendung in Winden, Kranen und Hebezeugen.

Die Anwendung als Litzen-seile in Aufzügen, Seile für Schachtförderanlagen, und Bergbauschächten, als Tragseile und Zugseile in Seilbahnen zur Personenbeförderung, sowie für die Anwendung als stehende Seile in Bauwerken ist nicht Gegenstand dieser Betriebsanleitung. Falls bei in Geräten eingebauten Seilen die Vorgaben der Betriebsanleitung des Geräteherstellers von den hier vorliegenden Angaben abweichen, gilt im Zweifel die Vorgabe des Geräteherstellers. Zur Lösung dieses Widerspruchs wird die Kontaktaufnahme mit dem Gerätehersteller empfohlen.

Der Seilhersteller lehnt jede Verantwortung und Produkthaftung für einen nicht bestimmungsgemäßen Gebrauch ab.

2. Seilauswahl



GEFAHR: Eine Seilauswahl entgegen den Empfehlungen oder Nichtbeachtung der Auswahlkriterien kann zu einem Versagen des Seils oder schweren Betriebsstörungen führen. Bei Seilriss drohen Tod oder schwere Körperverletzungen.



HINWEIS: Eine Seilauswahl entgegen den Empfehlungen oder Nichtbeachtung der Auswahlkriterien kann zu reduzierter Leistungsfähigkeit und Lebensdauer des Seils führen.

Die in Zusammenarbeit mit dem Gerätehersteller ausgewählten Seilkonstruktionen und benötigten Seileigenschaften sind im Einklang mit den geltenden Normen und Vorschriften festgelegt. Bei gleichwertigen Seilen kann die Änderung des Seilaufbaus, der Litzenanzahl oder der Drahtfestigkeit sehr unterschiedliche Eigenschaften im Betrieb ergeben, wie z. B. das Spulverhalten in der Mehrlagenwicklung. Die Seilauswahl hängt wesentlich vom Verwendungszweck der Seile und den dort grundsätzlich geforderten Eigenschaften ab. Dies gilt insbesondere in Bezug

auf Abrieb und Verschleiß, Oberflächenbehandlung, Gängigkeit und Machart, Dreheigenschaften sowie speziell für die Anwendung geforderten Eigenschaften wie Seildurchmessertoleranzen, Dehnung, Querdrukstabilität usw.

Aufgrund der Vielzahl an notwendigen Auswahlkriterien empfiehlt sich beim Seilwechsel immer die Auswahl des Original-Ersatzseils. Sofern ein anderes Drahtseil aufgelegt werden soll, hat dies in Abstimmung mit dem Gerätehersteller und/oder dem Seilhersteller zu erfolgen.

2.1. Einteilung der Drahtseile nach ihrem Verwendungszweck

- **Laufende Seile:** Seile, die über Seilscheiben laufen und/oder auf Trommeln gewickelt werden (z. B. Hubseile und Verstellseile)
- **Stehende Seile:** Seile, die vorwiegend fest eingespannt sind und nicht über Seilscheiben bewegt werden (z.B. Abspannseile für Ausleger)
- **Tragseile:** Seile, auf denen Rollen von Fördermitteln laufen (z. B. Tragseile für Kabelkrane)

2.2. Einteilung der Drahtseile nach ihren Eigenschaften

Dreheigenschaften:

- **äußerst drehungsarmes Seil:** in der Regel 15 Außenlitzen und mehr, in Anlehnung an DIN EN 12385-3:2021-08, Anhang B.5, Kategorie a)
- **drehungsarmes Seil:** in der Regel mit 11 bis 14 Außenlitzen oder Seile aus 3 oder 4 Litzen, in Anlehnung an DIN EN 12385-3:2021-08, Anhang B.5, Kategorie b)
- **nicht drehungsfreies Seil:** in der Regel 6 bis 10 Außenlitzen, in Anlehnung an DIN EN 12385-3:2021-08, Anhang B.5, Kategorie c)

Mindestbruchkraft:

- ist abhängig von dem Seilnennndurchmesser, der Drahtzugfestigkeit, dem Füllfaktor und dem Verseilfaktor
- muss mindestens der Spezifikation des Hebezeugherstellers entsprechen

Schlagart, Schlagrichtung:

- Gleichschlag linksgängig (sS; alternativ auch LHLL)
- Gleichschlag rechtsgängig (zZ; alternativ RHLL)
- Kreuzschlag linksgängig (zS; alternativ LHOL/LHRL)
- Kreuzschlag rechtsgängig (sZ; alternativ RHOL/RHRL)

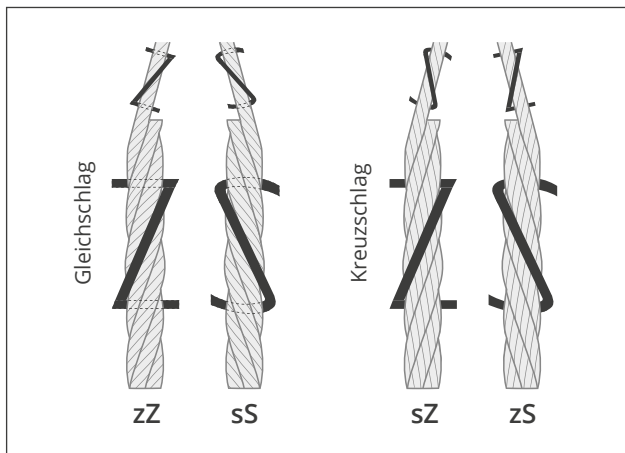


Abb.: Ermittlung Schlagart/Schlagrichtung

Seileinlage:

- Fasereinlage FC (Naturfaser NFC, Synthetikfaser SFC)
- Drahtlitzeneinlage WSC
- Drahtlitzeneinlage mit Polymerzwischenlage EPWSC
- Drahtseileinlage, gesondert verseilt IWRC
- Drahtseilkern in Parallelverseilung PWRC
- Drahtseileinlage mit Polymerummantelung EPIWRC
- Drahtseilkern in Parallelverseilung mit Polymerzwischenlage EPPWRC

Weitere Eigenschaften:

- Verdichtung (unverdichtet, litzerverdichtet und/oder seilverdichtet)
- Äußere Kunststoffummantelung des Seils
- Seilschmier- und Konservierungsmittel

Oberflächenausführung/Drahtmaterial:

- unverzinkt (Oberflächenausführung U, nach DIN EN 12385-2)
- verzinkt (Verzinkungsklasse A – D, nach DIN EN 10244-2)
- Sonderbeschichtung (Zinklegierung, Verzinkungsklasse A und B, nach DIN EN 10244-2)
- Rostfreier Stahl

3. Vor der ersten Inbetriebnahme des Seils

3.1. Prüfung des Seils und der Dokumente

Das Seil muss unmittelbar nach der Lieferung ausgepackt und inspiziert werden. Wird eine Beschädigung des Seils oder der Verpackung festgestellt, muss dies angezeigt und auf den Lieferpapieren vermerkt werden. Es ist zu prüfen, ob die gelieferte Ware insbesondere bezüglich Durchmesser, Länge, Endenbearbeitung, Schlagart, Schlagrichtung und Mindestbruchkraft der Bestellung und der Dokumentation entspricht. Die Dokumentation ist auf Vollständigkeit zu prüfen. Etwaige Abweichungen sind umgehend zu dokumentieren und anzuzeigen.

Die Herstellererklärung muss an einem sicheren und zugänglichen Ort aufbewahrt werden, z.B. zusammen mit dem Kranbuch, um bei der Durchführung regelmäßiger gründlicher Untersuchungen während des Betriebes das Seil identifizieren zu können.

3.2. Transport und Lagerung

Je nach Durchmesser und Länge werden Seile

- im Ring auf Palette oder in Gitterbox,
- auf Haspel gewickelt liegend auf Palette oder in Gitterbox oder
- auf Haspel gewickelt stehend auf Rahmen oder Palette transportiert.

In allen Fällen ist beim Transport für eine fachgerechte Ladungssicherung zu sorgen. Hierzu sind die Hinweise aus geltenden Normen, Vorschriften und Richtlinien zu beachten. Generell muss bei direktem Kontakt des Zurrmittels mit dem Seil, z. B. bei stehender Haspel, eine Beschädigung des Seils verhindert werden. Um Unfälle und Beschädigungen zu vermeiden, sind Seile mit Sorgfalt abzuladen.

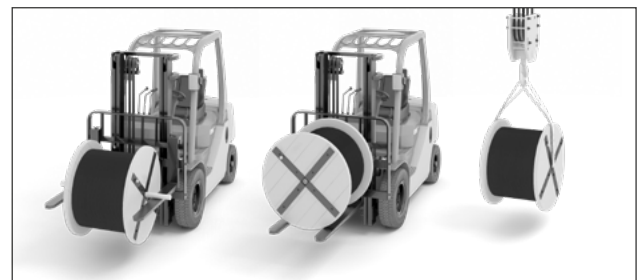


Abb.: Transport Haspel

Die Seilhaspeln oder Seilringe dürfen nicht fallen gelassen werden und das Seil darf weder mit einem Metallhaken noch mit der Gabel eines Gabelstaplers berührt werden.

Feuchte Verpackungen, z. B. Sackleinen, oder Transportverpackungen, z. B. Folienumwicklung, müssen unmittelbar nach der Anlieferung zur Vermeidung von Korrosion durch Kondenswasserbildung entfernt werden.

Als Lagerplatz ist ein sauberer, gut durchlüfteter, trockener, staubfreier, überdachter Ort zu wählen, der frei von der schädlichen Wirkung chemischer Dämpfe, Wasserdampf oder anderer korrosiver Medien ist. Drahtseile dürfen nicht in Bereichen, die dauerhaft erhöhten Temperaturen über $+40^{\circ}\text{C}$ ausgesetzt sind, gelagert werden, da ansonsten die Seileigenschaften negativ beeinflusst werden können.

Das Seil muss mit einem wasserdichten Material abgedeckt werden, wenn Bewitterung nicht ausgeschlossen werden kann. Das Seil darf nicht in unmittelbare Berührung mit dem Boden und möglichem Abdeckmaterial kommen und die Haspel muss so

gelagert werden, dass Luft darunter hindurchströmen kann. Ist dies nicht sichergestellt, kann es zur Verunreinigung des Seils durch Fremdstoffe und zum Einsetzen von Korrosion kommen, noch bevor das Seil in Betrieb genommen wird.

Das Seil muss so gelagert und geschützt werden, dass es während der Lagerung, beim Einlagern oder bei der Entnahme aus dem Lager nicht unabsichtlich beschädigt wird. Seilhaspeln müssen vorzugsweise in einem Haspelgestell gelagert werden, das auf tragfähigem Untergrund stehen muss.

Das eingelagerte Seil muss regelmäßig überprüft werden. Bei Umgebungstemperaturen über 25°C muss das Seil vierteljährlich um 180° um die Horizontale gedreht werden, um das Abflauen von Schmiermittel zu verhindern. Bei Anzeichen beginnender Korrosion wie farblichen Veränderungen oder Flugrost muss unverzüglich ein geeignetes Nachschmiermittel auf die betroffenen Bereiche des Seils aufgetragen werden. Das Nachschmiermittel muss mit dem bei der Herstellung verwendeten Primärschmiermittel verträglich sein, im Zweifel sollte mit dem Seilhersteller/Seillieferanten Rücksprache gehalten werden. Un-

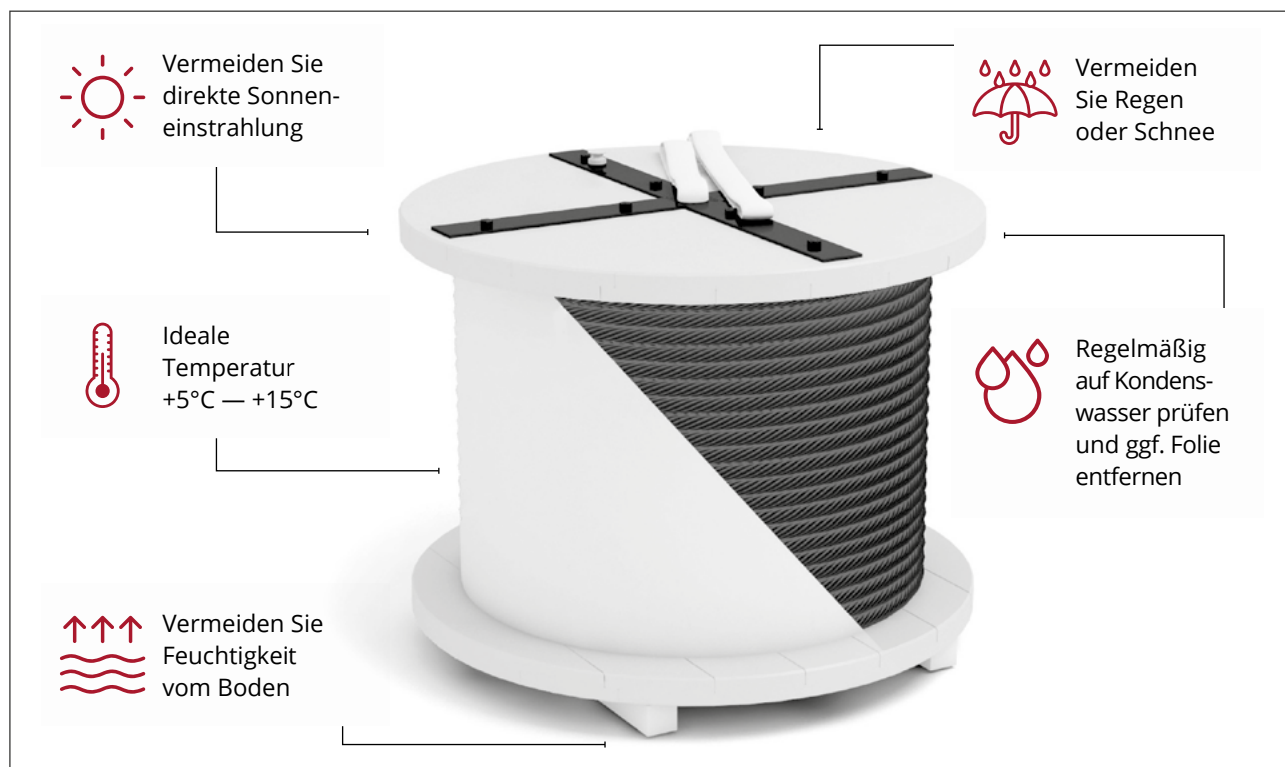


Abb.: Korrekte Lagerung

verträgliche Nachschmiermittel können die Wirkung des Primärschmiermittels des Herstellers aufheben und somit die Seileigenschaften negativ beeinflussen.

Bei Lagerzeiten über 5 Jahre, ist Rücksprache mit dem Seilhersteller/Seillieferanten zu halten, ob eine Nachschmierung vor der Montage erfolgen muss. Es muss bis zum Einbau der Seile sichergestellt werden, dass die Original-Seilkennzeichnung lesbar und unverlierbar angebracht bleibt, um die Rückverfolgbarkeit und die Identifizierbarkeit jederzeit sicher stellen zu können.

Werden Seile nach dem Gebrauch demontiert, um später wieder benutzt zu werden, so müssen diese zuvor auf Ihre Gebrauchstauglichkeit nach den Angaben im Kapitel 8 überprüft werden. Die Seile müssen gemäß den Angaben im Kapitel 6.1 vor der Einlagerung sorgfältig gereinigt und nachgeschmiert werden. Die Lagerung erfolgt unter den oben beschriebenen Bedingungen. Das Seil ist zur späteren Identifizierbarkeit rückverfolgbar zu kennzeichnen.

4. Seilmontage

GEFAHR: Seile, Schnüre, Bänder und ähnliches, mit denen die Seilenden innen und außen auf der Haspel fixiert werden, sind ausschließlich als Transportsicherung gedacht und müssen nach dem Auspacken entsorgt werden. Sie dürfen niemals als Hilfsmittel zum Einziehen des Seils verwendet werden.

GEFAHR: Auf Haspel oder im Ring verpackte Seile stehen unter Spannung. Umherpeitschende Seilenden können schwere Körperverletzungen verursachen. Die Transportsicherung der außen und innen liegenden Seilenden darf nur kontrolliert gelöst werden.



Abb.: Warnetikett Transportsicherung

GEFAHR: Verpackungsmaterial, Kabelbinder, Umreifungsbänder (Stahl oder Kunststoff), sonstige Fixierungsschnüre sind nicht als Lastaufnahmemittel, Anschlag- oder Zugpunkte geeignet, sondern dienen ausschließlich als Verpackung oder Transportsicherung.

GEFAHR: Bei Einziehösen darf die Tragfähigkeit nicht überschritten werden.

HINWEIS: Die Montage des Seils muss durch eine befähigte Person durchgeführt werden, die durch Kenntnisse und Erfahrung entsprechend qualifiziert und mit den notwendigen Anweisungen ausgestattet ist, um sicherzustellen, dass sowohl die vom Gerätehersteller geforderten als auch die im Folgenden beschriebenen Verfahrensschritte korrekt ausgeführt werden.

HINWEIS: Die Prüfung von Seil und Seiltriebselementen vor Erstinbetriebnahme des Seils darf nur durch eine befähigte Person durchgeführt werden.

HINWEIS: Für die Seilmontage ist die Betriebsanleitung des Gerätes/der Anlage/der Maschine zu beachten und die korrekte Zuordnung zur Anwendung sicherzustellen.

4.1. Prüfung des Seildurchmessers

Vor Montage des Seils ist der Durchmesser zu prüfen und mit den Geräteanforderungen abzugleichen. Dieser wird im unbelasteten Zustand gemessen. Das Seil muss für die Messung gerade ausgerichtet werden. Die Messung erfolgt an zwei Messstellen, die 1 m auseinanderliegen und mindestens 2 m vom Seilende entfernt sein müssen. An jeder Messstelle ist jeweils der minimale und maximale Durchmesser

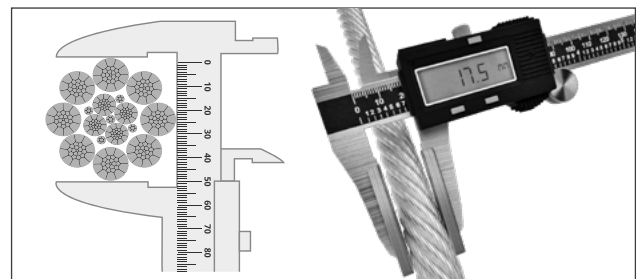


Abb.: Durchmesserbestimmung mittels Messschieber mit breiten Backen

des Umkreises (siehe Abbildung unten) unabhängig der Lage zueinander zu messen. Das Messwerkzeug wird vor der Messung auf Null gesetzt, anschließend mit leichtem Druck an das Seil angelegt und der Seildurchmesser abgelesen und notiert.

! HINWEIS: Das Messwerkzeug sollte grundsätzlich so angesetzt werden, dass über mehrere Außenlitzen hinweg gemessen werden kann. Der Einsatz von Messschiebern oder Messbügeln mit breiten Backen hat sich dabei als sehr praktikabel erwiesen.

Der so ermittelte Durchmesser des neuen Seils dient als Referenzseildurchmesser (gem. ISO 4309) zur späteren Bestimmung der Durchmesserreduzierung, s. Kap. 8.3.

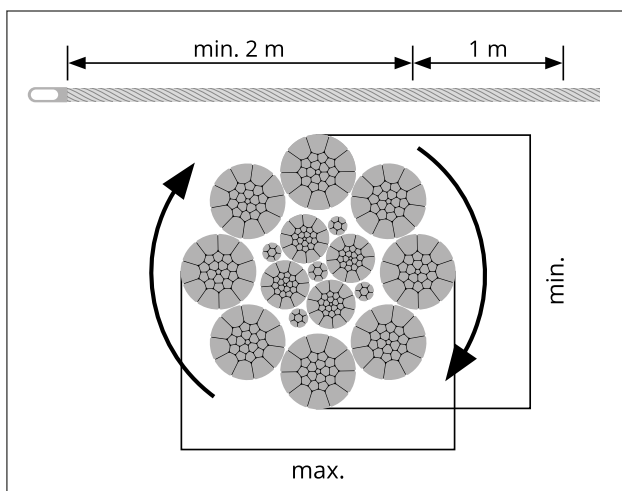


Abb.: Messstellen zur Durchmesserbestimmung am Neuseil

4.2. Prüfung aller mit dem Seil in Verbindung stehenden Teile des Seiltriebs

Vor der Montage des neuen Seils müssen Zustand und Maße aller mit dem Seil in Verbindung stehenden Teile, z. B. Trommel, Seilscheiben, Führungselemente und Seilschutzvorrichtungen, geprüft werden, um sicherzustellen, dass diese innerhalb der festgelegten Betriebsgrenzen liegen und funktionstüchtig sind. Für Stahlseile sollte der tatsächliche Rillendurchmesser von Trommel und Seilscheiben um 5 % bis 10 % größer als der Nenndurchmesser des Seils sein. Er muss aber in jedem Fall größer als der Realdurchmesser des Seils sein.

Der Rillendurchmesser muss mit einer geeigneten Lehre gemessen werden. Dabei ist insbesondere zu

beachten, dass der Außendurchmesser der Lehre dem aufgedruckten Wert entspricht.

! HINWEIS: Prüflehren, die bereits das tolerierte Übermaß zum Seilnenndurchmesser enthalten, sind für die Messung des Rillendurchmessers ungeeignet.

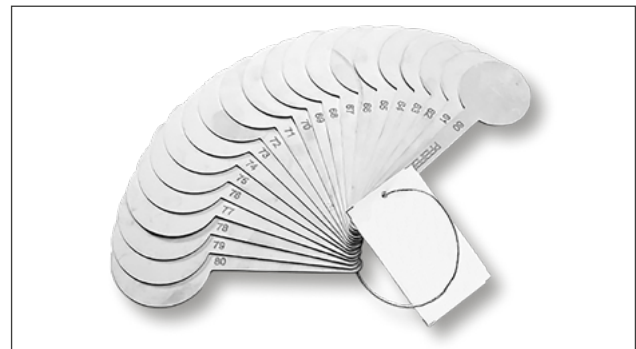


Abb.: Rillenlehre

! HINWEIS: Der Verschleiß von Seilscheiben zeigt sich in Form von reduzierten Rillendurchmessern und/oder von Negativabdrücken des Seilprofils in der Rille.

In beiden Fällen wird die Funktionsfähigkeit des Seils beeinträchtigt und die Lebensdauer des Seils erheblich reduziert. Verschlossene Seilscheiben können bereits innerhalb kurzer Zeit zu Schäden am Seil führen.

Bei einem reduzierten Rillendurchmesser wird das Seil an den Seiten gequetscht, die Bewegung von Litzen und Drähten wird eingeschränkt und die Biegefähigkeit des Seils vermindert. Zusätzlich wird bei drehungsarmen und äußerst drehungsarmen Seilen das innere Drehmomentgleichgewicht gestört, das Auftreten von Drehstörungen wie Korb- oder Korkenzieherbildung oder das Eindrehen der Hakenflasche



Abb.: Deutliche Abdrücke eines Seilnegativprofils

wird provoziert. Durch Negativabdrücke des Seilprofils entsteht eine Verzahnung zwischen Seil und Scheibe. Auch hierdurch kann bei allen Seiltypen das Auftreten von Drehstörungen oder Gefügeveränderungen provoziert werden.

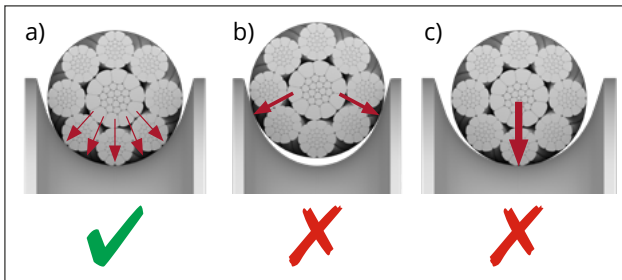


Abb.: Reduzierter Rillendurchmesser in Seilscheibe

- a) Rillenlehre liegt lückenlos auf ► Rillendurchmesser
- b) Spalt unter der Rillenlehre ► kleinere Rillenlehre verwenden
- c) Kontakt der Rillenlehre nur am Rillengrund ► größere Rillenlehre verwenden

Die Lagerung der Seilscheiben und Führungsrollen muss auf Leichtgängigkeit geprüft werden. Schwergängige oder blockierte Lagerungen sind instand zu setzen.

Sämtliche Führungsrollen und feststehende Bauteile zur Seilführung sind auf mechanische Beschädigungen (z. B. Schleifspuren, Abdrücke des Seilprofils) zu prüfen. Beschädigte Bauteile sind auszutauschen oder instand zu setzen.

Der Verschleiß von Seiltrommeln zeigt sich in Form eines reduzierten Rillendurchmessers und mechanischer Beschädigungen. Die Folgen eines reduzierten Rillendurchmessers sind mit denen bei Seilscheiben vergleichbar. Im Falle mehrlagig bewickelter Trommeln kann es an den Bordscheiben zu Verschleiß, z.B. Schleifspuren, Auskolkungen, kommen.



Abb.: Reduzierter Rillendurchmesser auf Trommel

GEFAHR: Der Trommelverschleiß kann neben erhöhtem Seilverschleiß außerdem Wickelstörungen nach sich ziehen. Im weiteren Verlauf sind im Extremfall Seilschäden bis hin zum Seilbruch und Lastabsturz möglich.



Abb.: Bordscheibenverschleiß

Verschlossene Seiltriebselemente sind vor dem Auflegen des neuen Seils instand zu setzen oder zu erneuern.

HINWEIS: Ablegekriterien für Seiltriebselemente seitens Geräte- oder Komponentenhersteller sind zu beachten.

4.3. Beachtung der Trommelregel und der Einscherregel

Bei der Montage von Seilen insbesondere auf einlagigen Seiltrommeln muss die passende Gängigkeit von Seil und Trommel unbedingt beachtet werden, um Drehschäden am Seil zu verhindern.

Falls in den Anleitungen des Geräteherstellers nichts Anderes festgelegt wurde, wird die Seilgängigkeit für einlagig bewickelte Seiltrommeln nach folgendem Schema ermittelt:

Der Daumen zeigt zum Seilfestpunkt, der Zeigefinger in Richtung des von der Trommel ablaufenden Seils. Bei Hebezeugen mit zwei oder mehr Winden und unterschiedlicher Gängigkeit (z. B. Kran mit zwei Hubwerken) ist besonders auf die korrekte Zuordnung der beiden Seile mit verschiedener Gängigkeit zu den Windentrommeln zu achten.

HINWEIS: Bitte beachten Sie die Abbildung auf der nächsten Seite.

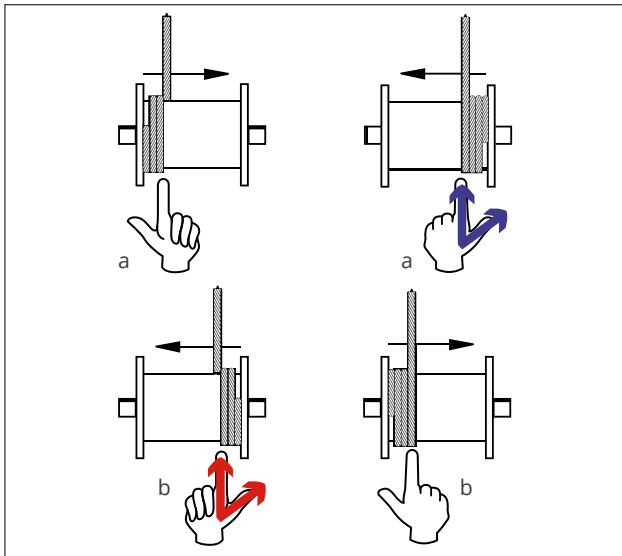


Abb.: a) linke Hand = linksgängiges Seil notwendig
Abb.: b) rechte Hand = rechtsgängiges Seil notwendig

Bei Hebezeugen mit zwei oder mehr Winden, die in Mehrlagenwicklung arbeiten, ist bei der Zuordnung der Seile mit unterschiedlichen Gängigkeiten gemäß den Anweisungen des Geräteherstellers zu verfahren. Falls in den Anleitungen des Geräteherstellers nichts Anderes festgelegt wurde, wird die Seilgängigkeit für Krane mit Winden, die in der Mehrlagenwicklung arbeiten, in Abhängigkeit von der Einscherrichtung nach folgendem Schema ermittelt:

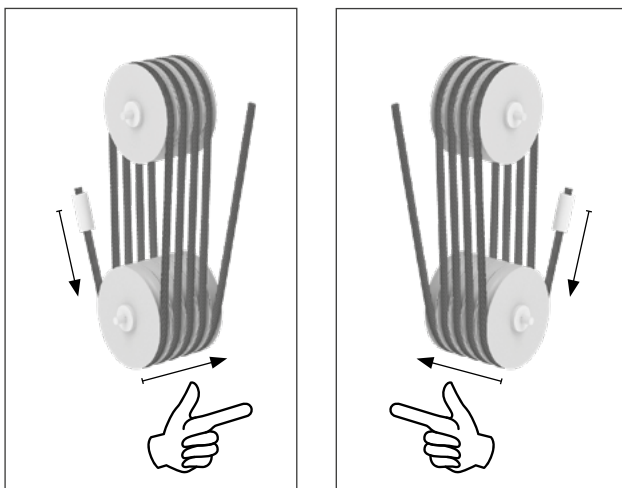


Abb.: Einscherrung linksgängig und rechtsgängig

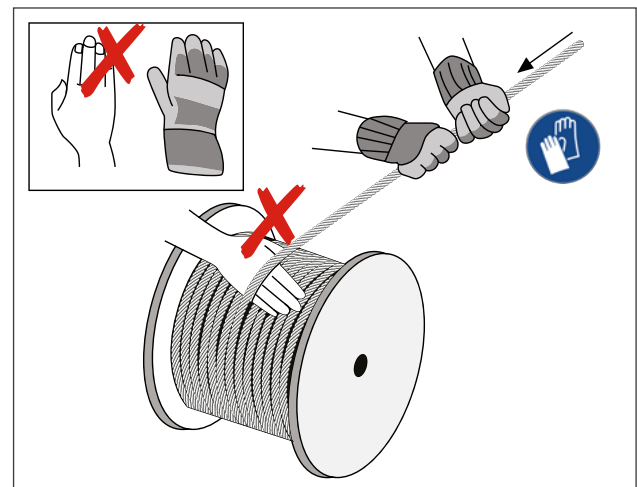
Der Daumen zeigt zum Seilfestpunkt, der Zeigefinger in Richtung des aus der Einscherrung ablaufenden Seils.

4.4. Spulen des Seils

GEFAHR: Auf Haspel oder im Ring verpackte Seile stehen unter Spannung. Umherpeitschende Seilenden oder gelockerte Windungen können schwere Körperverletzungen verursachen. Die Transportsicherung der außen und innen liegenden Seilenden nur kontrolliert lösen.

GEFAHR: Beim Arbeiten mit laufenden Seilen besteht Quetschgefahr zwischen dem Seil und Elementen des Seiltriebs. Ein ausreichender Sicherheitsabstand zu den gefährdenden Bereichen muss eingehalten werden. Nichtbeachtung kann zu erheblichen Verletzungen führen.

HINWEIS: Verdrehungen und äußere Beschädigungen sind beim Spulen von Seilen zu vermeiden, um einen störungsfreien und sicheren Betrieb zu gewährleisten.



GEFAHR: Beim Lösen des außen liegenden Seilendes von einer Haspel oder von einem Ring ist eine kontrollierte Vorgehensweise sicherzustellen. Beim Lösen der Bandagen oder der Seilendbefestigung wird das Seil sich gerade richten wollen. Unkontrolliert kann dieser Vorgang zu Verletzungen führen.

GEFAHR: Beim Erreichen des innen liegenden Seilendes von einer Haspel oder von einem Ring ist die Geschwindigkeit beim Spulen des Seils zu verringern, um ein unkontrolliertes Lösen des Seilendes zu vermeiden. Ein Nichtbeachten kann zu Verletzungen führen.

4.4.1. Seil im Ring geliefert

Das im Ring gelieferte Seil muss gerade ausgerollt werden. Dabei ist sicherzustellen, dass es nicht durch Staub, Sand, Feuchtigkeit oder andere schädliche Stoffe verschmutzt wird.

Das Seil darf niemals von einem liegenden Ring weggezogen werden. Dies führt sonst zu einer Verdrehung des Seils und der Bildung von Klanken.

Wenn der Seilring für ein Abrollen von Hand zu schwer ist, muss dieser mittels Drehtisch abgewickelt werden. Die richtigen Verfahren für das Abwickeln des Seils von einem Ring sind im Folgenden dargestellt.

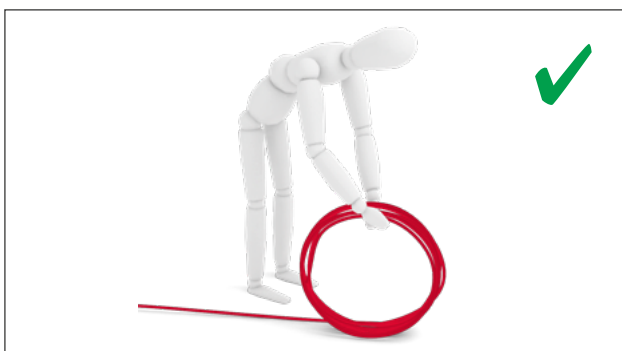


Abb.: Handhabung Seilring

4.4.2. Seil auf Haspel geliefert

! HINWEIS: Haspeln können durch äußere Einflüsse bei Transport und Lagerung beschädigt worden sein. Vor Beginn der Arbeiten ist deshalb sicherzustellen, dass Material und Verschraubungen intakt sind.

! HINWEIS: Beim Abspulen von der Haspel darf nur so viel Vorspannung auf das Seil aufgebracht werden, dass eine Beschädigung der Haspel vermieden wird.

Die Haspel muss in einem geeigneten Gestell aufgebockt werden, in dem das Seil abgespult werden kann. Eine Vorrichtung muss das Abbremsen der Haspel ermöglichen. **Ziel:**

- Vermeidung des ungewollten Weiterlaufens der Haspel bei Unterbrechung des Spulvorgangs
- Gebremste Wicklung des Seils auf die Trommel, um eine kompakte Bewicklung zu ermöglichen.

Es ist darauf zu achten, dass auf der Trommel ein geordnetes Spulbild erzielt wird.

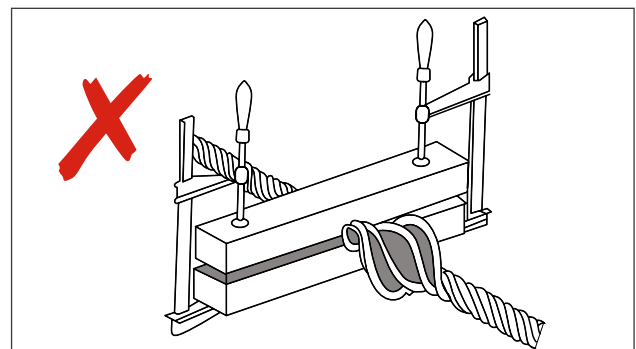
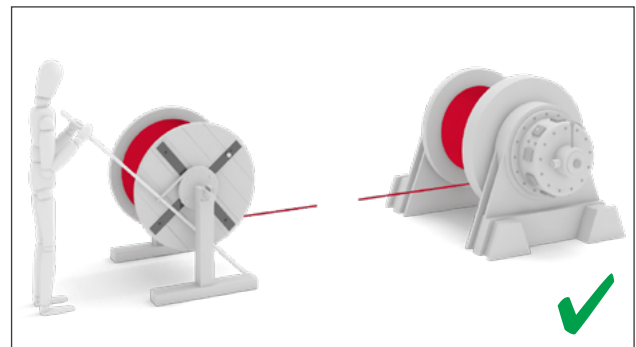


Abb.: Vorspannen der Haspel

! HINWEIS: Bitte beachten Sie die Abbildung auf der nächsten Seite.

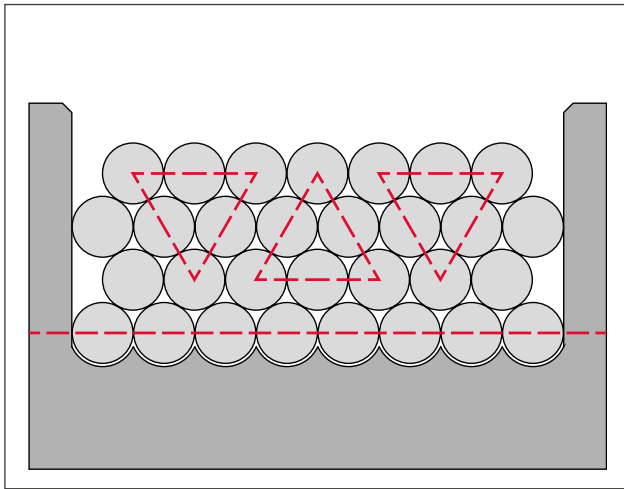


Abb.: geordnetes Spulbild einlagig/mehrlagig

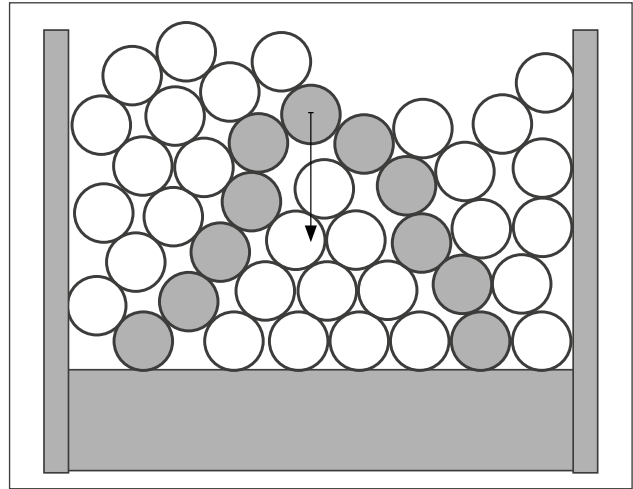


Abb.: ungeordnetes Spulbild

Beim Spulen

- von Haspel zur Trommel
- von Haspel zu zweiter Haspel
- von Haspel zur Umlenkscheibe

muss ein Mindestabstand (L) zur Begrenzung des maximalen Seilablenkwinkels α beim Spulvorgang eingehalten werden. Für den maximalen Seilablenkwinkel α gilt:

- für nicht-drehungsfreie Seile: $\alpha \leq 4^\circ$
- für drehungsarme Seile: $\alpha \leq 2^\circ$

Nichtbeachtung kann bereits während der Montage zu Seilschäden in Form von Drallschäden oder Gefügeveränderungen oder zu Störungen durch Drall führen.

Für typische Trommel-/Haspelbreiten gelten folgende Mindestabstände als Anhaltswerte:

Seil Ø	Mindestabstand (L) zu 2. Haspel/Trommel	Mindestabstand (L) zu Umlenkscheibe
bis 10 mm	6 m	3 m
bis 16 mm	10 m	5 m
bis 25 mm	18 m	9 m
bis 32 mm	30 m	15 m

Es ist sicherzustellen, dass beim Spulen des Seils keine Gegenbiegung entsteht, d. h. wird das Seil von oben auf die Trommel aufgewickelt, so muss das Seil auch von der Haspel von oben ablaufen.

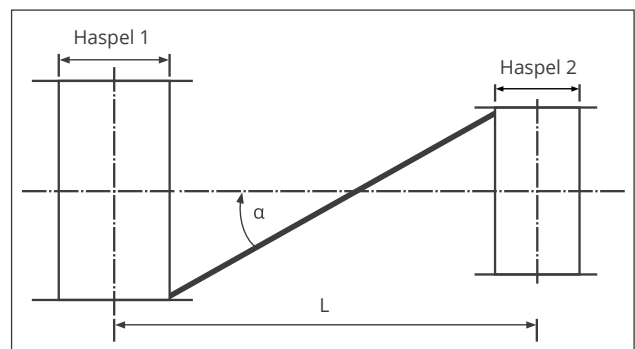


Abb.: Abstand Haspel 1 zu Haspel 2



HINWEIS: Bitte beachten Sie die Abbildung auf der nächsten Seite.

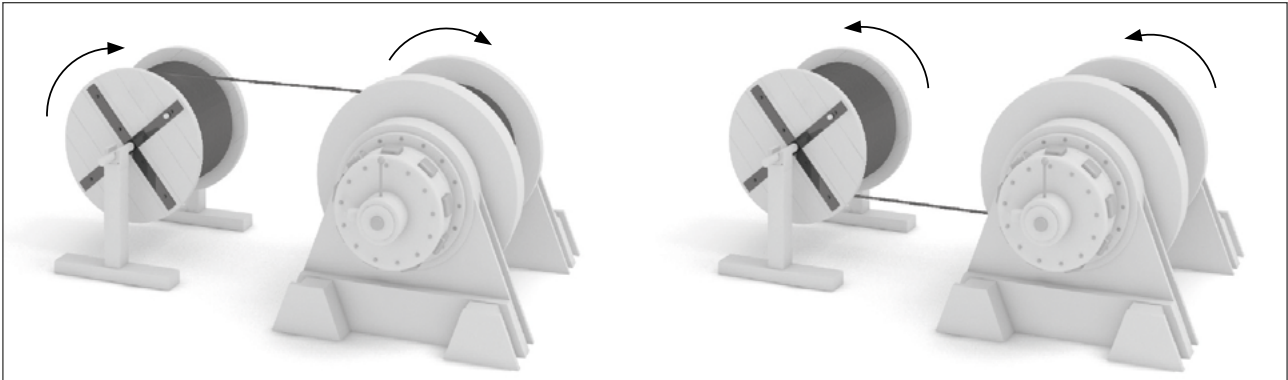


Abb.: Spulen von Haspel zu Haspel

4.5. Befestigung des Seils an der Trommel

Das Seilende wird gemäß Angaben des Geräteherstellers an der Trommel befestigt. Sicherheitswindungen nach Vorgabe des Geräteherstellers sind Bestandteil der Befestigung an der Trommel und dürfen im Betrieb niemals abspult werden.

4.6. Einziehen des Seils in einen Seiltrieb

Das Seil muss beim Einziehen in einen Seiltrieb sorgfältig überwacht werden. Es ist sicherzustellen, dass das Seil nicht durch Bau- oder Maschinenteile behindert wird, die das Seil beschädigen können. Wenn das Seil während des Einziehens an Teilen der Krankonstruktion schleifen kann, sind die mög-

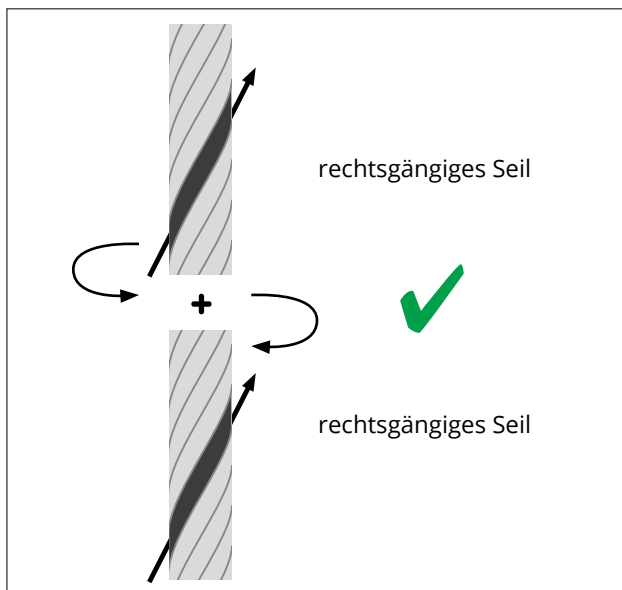


Abb.: Altes und neues Seil mit gleicher Schlagrichtung

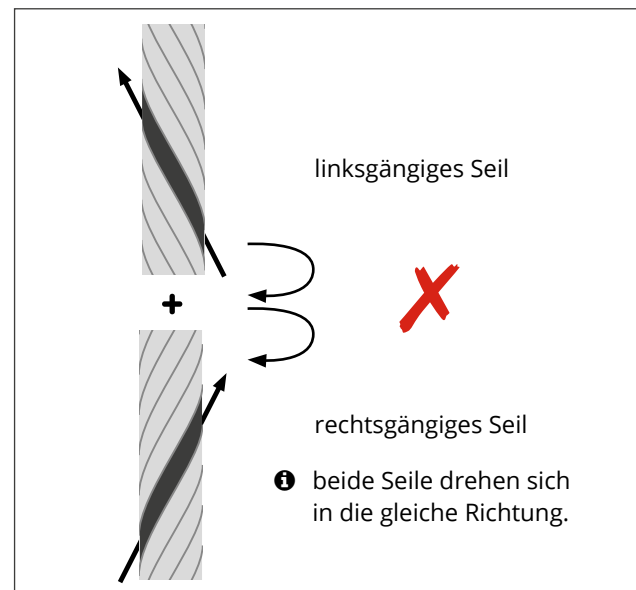


Abb.: Altes und neues Seil mit entgegengesetzter Schlagrichtung

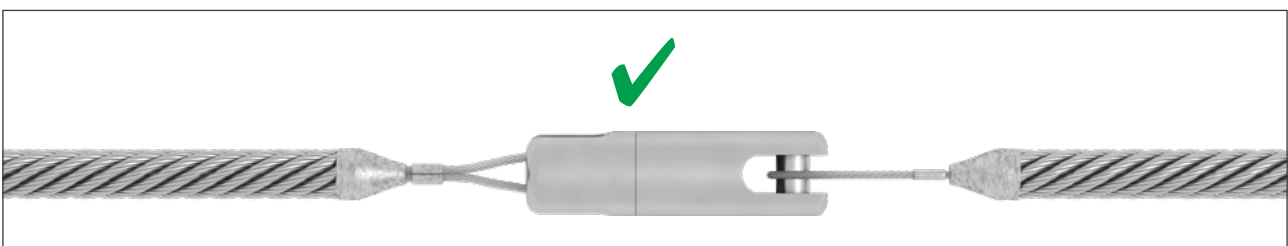


Abb.: Anschluss mit Wirbel

lichen Kontaktstellen auf geeignete Art und Weise zu schützen. Ein Nichtbeachten kann zu deutlichen Standzeitverlusten bis hin zur Ablegereife vor Ersteinsatz des Seils führen.

Beim Einziehen des Seils in einen Seiltrieb sind weiterhin folgende Punkte zu beachten:

- Das neue Seil kann gegebenenfalls mit Hilfe des noch aufliegenden alten Seils oder eines hierfür vorgesehenen Vorseils eingezogen werden
- Es ist generell darauf zu achten, dass durch Alt- oder Vorseil keine Drehung in das neue Seil eingebracht wird.
- Zwischen neuem und altem Seil darf keine starre Verbindung bestehen, z.B. ist ein direktes Verschweißen von Alt- und Neuseil unzulässig.
- Es dürfen nur Seile gleicher Gängigkeit gekoppelt werden, z. B. rechtsgängige Seile nur mit rechtsgängigen Seilen.
- Drehungsarme Seile müssen z.B. durch einen zwischengeschalteten Wirbel vor Zwangsverdrehung geschützt werden.
- Zur Anbindung können die Seilenden mit angeschweißten Ösen ausgeführt werden, alternativ können geeignete Kabelziehstrümpfe mit verpressten Ösen/Schlaufen verwendet werden. Die Verbindung kann dann z. B. über eine dünne Litze, ein dünnes Seil oder einen Wirbel mit ausreichender Tragfähigkeit erfolgen.

Wird beim Einbau eine Verdrehung ins Seil eingebracht, kann dies zum Entstehen von Drehschäden oder dem Eindrehen z. B. der Kranunterflasche führen.

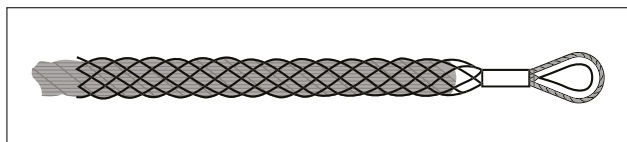


Abb.: Kabelziehstrumpf



Abb.: Einziehöse

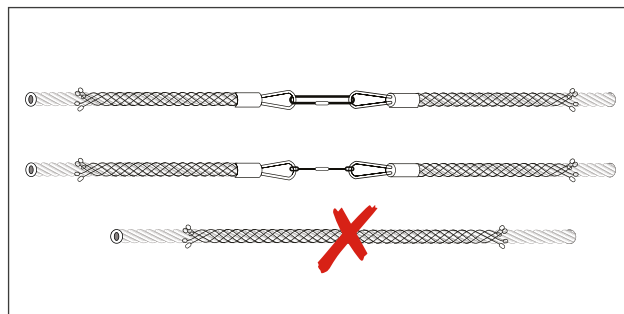


Abb.: Kabelziehstrümpfe mit Auge, Verbindung zweier Seile

Kabelziehstrümpfe müssen für die Verwendung mit Drahtseilen zugelassen sein. Sie sind entsprechend der Vorgaben der Betriebsanleitung des Kabelziehstrumpf-Herstellers auf das Seil zu montieren, die Tragfähigkeit ist einzuhalten.

GEFAHR: Ungeeignete Kabelziehstrümpfe oder unzureichender Sitz des Kabelziehstrumpfs auf dem Seil kann zu Rutschen bis hin zum Absturz des Seils führen.

HINWEIS: Angeschweißte Ösen müssen der Norm ISO 16841 entsprechen. Die maximale Tragfähigkeit (WLL) der angeschweißten Einziehösen sind einzuhalten.

4.7. Seilendverbindungen

GEFAHR: Sofern durch den Hebezeughersteller nichts anderes empfohlen wird, darf ein Wirbel bzw. Drallfänger nur in Verbindung mit äußerst drehungsarmen Seilen eingesetzt werden (siehe Kap. 2.2) Nichtbeachten kann zu erheblichen Personen- und Sachschäden führen.



Abb.: Beispiele von Seilendverbindungen

⚠ GEFAHR: Es sind grundsätzlich die Vorgaben des Herstellers der Seilendverbindung bzw. dessen Betriebsanleitung zu beachten. Bei Widersprüchen ist zur Lösung die Kontaktaufnahme mit den Komponentenherstellern empfohlen.

! HINWEIS: Bei der Auswahl der geeigneten Seilendverbindung sind Hinweise des Endverbindungsherstellers und des Seilherstellers zu beachten.

! HINWEIS: Es ist besonders darauf zu achten, dass die Seilendverbindungen gemäß den Anweisungen des Geräteherstellers (z. B. gemäß der Geräte-Bedienungsanleitung) angebracht und gesichert werden. Grundsätzlich sind bei allen lösbaren Bauteilen von Seilendverbindungen (z. B. asymmetrische Seilschlösser) die zum Seildurchmesser passenden Nenngrößen zu verwenden.

! HINWEIS: Je nach Wirkungsgradfaktor der Seilendverbindung ergibt sich eine unterschiedliche charakteristische Bruchkraft des Gesamtsystems. Dies ist bei der Auswahl der Seilendverbindung zu berücksichtigen.

Die Freigängigkeit der verwendeten Verbindungsbolzen ist vor der Seilmontage zu prüfen.

Asymmetrische Seilschlösser (Keilendklemmen, Keilschlösser)

Bei der Montage von asymmetrischen Seilschlössern ist zu beachten, dass der unter Last stehende Strang auf der geraden Seite des Seilschlössers eingeführt wird und damit in einer Linie mit der Bolzenbohrung steht. Das Totseilende wird auf der gegenüberliegenden (asymmetrischen) Seite herausgeführt und ist mit einer Drahtseilklemme zu sichern. Die Länge des Totseilendes sollte 10 x Seilnennendurchmesser, mindestens aber 150 mm, betragen. Dabei darf die Drahtseilklemme nur auf das Totseilende aufgebracht werden, niemals über beide Seilstränge. Die maximale Betriebstemperatur für Seilschlösser liegt bei 200 °C. Ein Klemmen oder Befestigen von wärmebeeinflussten (abgeglühten oder verschweißten) Seilenden ist in jedem Fall zu vermeiden.

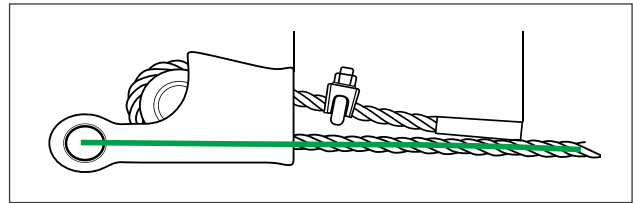


Abb.: Asymmetrisches Seilschloss

Wenn ein Seil erneut mit einem Seilschloss als Endverbindung versehen werden muss, kann dies nur nach Kürzung des Seils erfolgen. Die durch die vorherige Befestigung verursachte Abplattung und/oder Beschädigung des Seils sollte nicht mehr im tragenden Strang oder im Klemmbereich auf beiden Seiten des Seilschlossgehäuses und des Keils liegen.

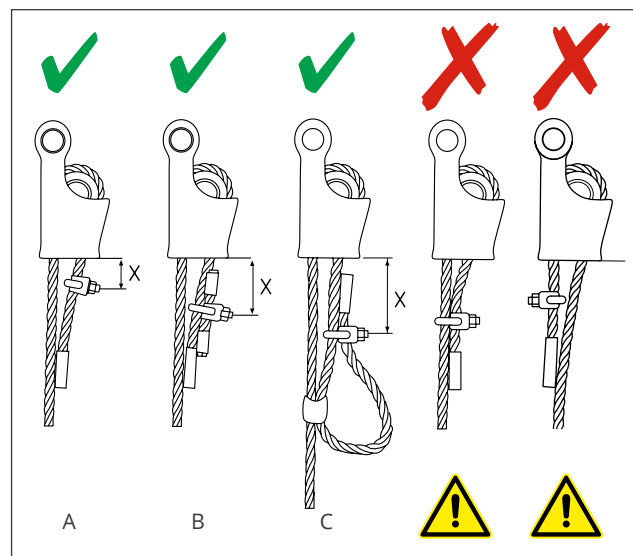


Abb.: korrekte Montage im asymmetrischen Seilschloss

Taschenschlösser

Bei der Verwendung von Taschenschlössern ist zu beachten, dass nach dem Einlegen der Seilendverbindung (Schlossklemme oder Schlossvergusschülse) diese gegen Herausrutschen zu sichern ist. Die maximale Betriebstemperatur liegt für verpresste Seilendverbindungen aus Stahl bei 200 °C, für vergossene Seilendverbindungen mit Kunstharz bei 110 °C.

! HINWEIS: Bitte beachten Sie die Abbildung auf der nächsten Seite.

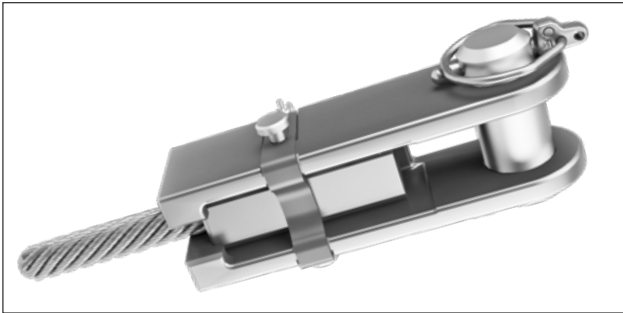


Abb.: Taschenschloss

Aluminiumpressklemmen mit Blech-, Voll- oder Gabelkauschen

Es ist darauf zu achten, dass das Seil in der Rille der Kausche liegt. Die maximale Betriebstemperatur für Verpressungen mit Aluminiumpressklemmen liegt bei 150 °C.

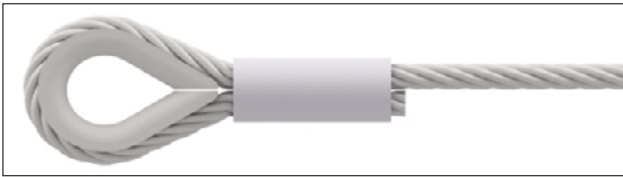


Abb.: Kauschenpressung mit Blechkausche

Vergossene Seilendverbindungen (Seilhülsen)

Die maximale Betriebstemperatur für vergossene Seilendverbindungen mit Kunstharz liegt bei 110 °C. Die maximale Betriebstemperatur für vergossene Seilendverbindungen mit Zinklegierungen liegt bei 120 °C.

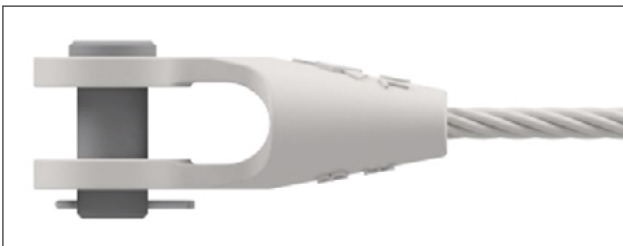


Abb.: Vergusshülse

Drahtseilklemmen

Drahtseilklemmen sind als Endbefestigungen von laufenden Drahtseilen und bei wiederholter Belastung nicht zugelassen. Die maximale Betriebstemperatur für Drahtseilklemmen liegt bei 200 °C.

4.8. Einfahren des Seils

! HINWEIS: Bevor das Seil im Gerät in Betrieb genommen wird, hat der Betreiber sicherzustellen, dass alle Elemente des Seiltriebs in ordnungsgemäßem Zustand sind, siehe auch Kap. 4.2.

! HINWEIS: Bei auftretenden Störungen während des Einfahrens, insbesondere bei Unregelmäßigkeiten des Wickelbildes auf der Trommel oder Eindrehen der Hakenflasche, setzen Sie sich bitte mit dem technischen Service des Seillieferanten oder des Seilherstellers in Verbindung.

Bei Hebezeugen mit variabler Einscherung ist darauf zu achten, dass für das Einfahren eine Einscherung gewählt wird, bei der möglichst die gesamte Seillänge gespult werden kann. Während des Einfahrens ist auf ein geordnetes Wickelbild auf der Seiltrommel zu achten.

Zum Einfahren des Seils wird empfohlen, mehrere Arbeitsspiele mit geringer Geschwindigkeit gemäß folgendem Ablauf durchzuführen:

- Mindestens 5 Arbeitsspiele mit einer geringen Seilzugkraft von ca. 10 % der maximalen Seilzugkraft im Betrieb
- Mindestens 5 Arbeitsspiele mit einer mittleren Seilzugkraft von ca. 20 % – 30 % der maximalen Seilzugkraft im Betrieb

Zum Abschluss ist das Seil mit einer Seilzugkraft von ca. 10 % der maximalen Seilzugkraft im Betrieb auf die Trommel aufzuspulen. Insbesondere bei Seiltrommeln mit mehrlagiger Bewicklung ist eine ausreichende Vorspannung der unteren Wickellagen elementare Voraussetzung für ein störungsfreies Arbeiten.

Zweck des Einfahrens:

- Setzen des Seilgefüges
- Ausgleich lokaler fertigungs- und montagebedingter Spannungen
- Erzeugung eines kompakten Wickelbildes auf der Trommel

4.9. Montage stehender Seile

Bei der Montage stehender Seile (z. B. Auslegerabspannseile) ist der Einbau gemäß Betriebsanleitung des Geräteherstellers durchzuführen. Eine Verdrehung der Seile ist unbedingt zu vermeiden, um eine Schädigung der Seile zu verhindern. Es dürfen nur Seile gleicher Gängigkeit und gleicher Konstruktion gekoppelt werden.

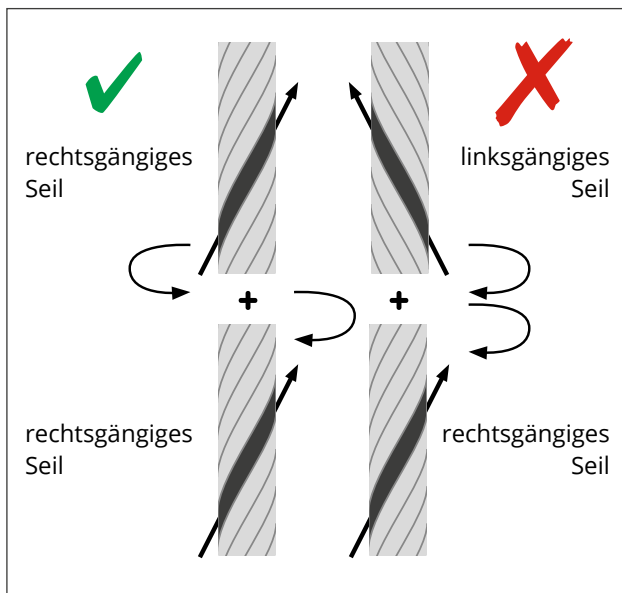


Abb. Koppelung (Gängigkeit + Konstruktion)

- leitungen oder anderen Gegenständen in der Umgebung ist auszuschließen.
- Korrosive Umgebung ist zu vermeiden.
- Übermäßige Verschmutzung ist zu vermeiden.
- Übermäßiger Hitzeeinfluss ist zu vermeiden (s. Kap. 5.4.)
- Ein einwandfreies Wickelbild auf der Seiltrommel ist zu erhalten.
- Möglichst die gesamte Seillänge von Hubseilen ist zu nutzen.
- Schlaffseilbildung auf der Trommel ist zu vermeiden.
- Äußere Verdrehung darf nicht in das Seil eingebracht werden.
- Schlagartige Be- und Entlastung des Seils z. B. durch schlagartiges Absetzen der Last ist zu vermeiden.
- Übermäßiger Schrägzug und das Überschreiten folgender Seilablenkwinkel ist unzulässig
 - Nicht-drehungsfreie Seile: bis max. 4° zulässig
 - Drehungsarme Seile: bis max. 2° zulässig.



GEFAHR: Werden Seile trotz Verschleiß, Überlast, Fehlgebrauch, Beschädigung oder unsachgemäßer Wartung eingesetzt, können sie versagen. Das Versagen von Drahtseilen kann zu schweren Verletzungen bis hin zum Tod führen.

5. Betrieb

5.1. Grundregeln für einen sicheren und störungsfreien Betrieb der Seile

- Die Betriebsanleitung des Hebezeugherstellers ist jederzeit zu befolgen.
- Alle Elemente des Seiltriebs müssen in einwandfreiem Zustand sein.
- Seile und Seilendverbindungen dürfen nicht überlastet werden.
- Seile und Seilendverbindungen müssen regelmäßig gewartet werden (s. Kap. 6.)
- Seile und Seilendverbindungen müssen regelmäßig überwacht werden (s. Kap. 7.)
- Bei Vorliegen der Ablegereife darf das Seil nicht mehr betrieben werden (s. Kap. 8.)
- Der Kontakt des Seils mit anderen Bauteilen des Hebezeuges außer denen des Seiltriebs ist auszuschließen.
- Der Kontakt des Seils mit Bauwerksteilen, Strom-

5.2. Erhaltung der Vorspannung von Hubseilen in der Mehrlagenwicklung

Fehlende Vorspannung des Seils auf der Trommel kann zu Störungen beim Spulen in der Mehrlagenwicklung führen. In der Folge entsteht übermäßiger Seilverschleiß insbesondere in den unteren Wickellagen, Lückenbildung im Wickelpaket und Einschneiden des Seils in die unteren Wickellagen. Der Betrieb des Gerätes wird hierdurch erheblich gestört.

Falls die unteren Seillagen auf der Trommel, z. B. aufgrund der Konfiguration des Hebezeuges, kaum oder gar nicht benutzt werden, ist die Vorspannung im gesamten Seil von Zeit zu Zeit zu erneuern.

Bei Hebezeugen mit variabler Einscherung ist darauf zu achten, dass hierzu eine Einscherung gewählt wird, bei der möglichst die gesamte Seillänge gespult werden kann. Während des Vorgangs ist auf ein geordnetes Wickelbild auf der Seiltrommel zu achten.

Zur Erneuerung der Vorspannung in einem Seil ist das Seil bis auf die Sicherheitswindungen abzuspuhlen und mit einer Seilzugkraft von ca. 10 % der maximalen Seilzugkraft im Betrieb oder ca. 2 % der Mindestbruchkraft des Seiles wieder aufzuspulen.

Am wirtschaftlichsten arbeitet ein Seil in der Mehrlagenwicklung, wenn es in seiner ganzen Länge benutzt wird. Wird längerfristig nur eine Teillänge des Hubseils genutzt, empfiehlt sich der Einsatz einer angepassten, d.h. kürzeren Seillänge. Dies gilt insbesondere

- bei länger andauernden, gleichförmigen Arbeiten, bei denen nur die oberen Lagen genutzt werden,
- bei Geräten, bei denen nur die oberen Lagen genutzt werden, ein Abspulen der gesamten Seillänge aber nicht möglich ist, z. B. Gittermastkrane.

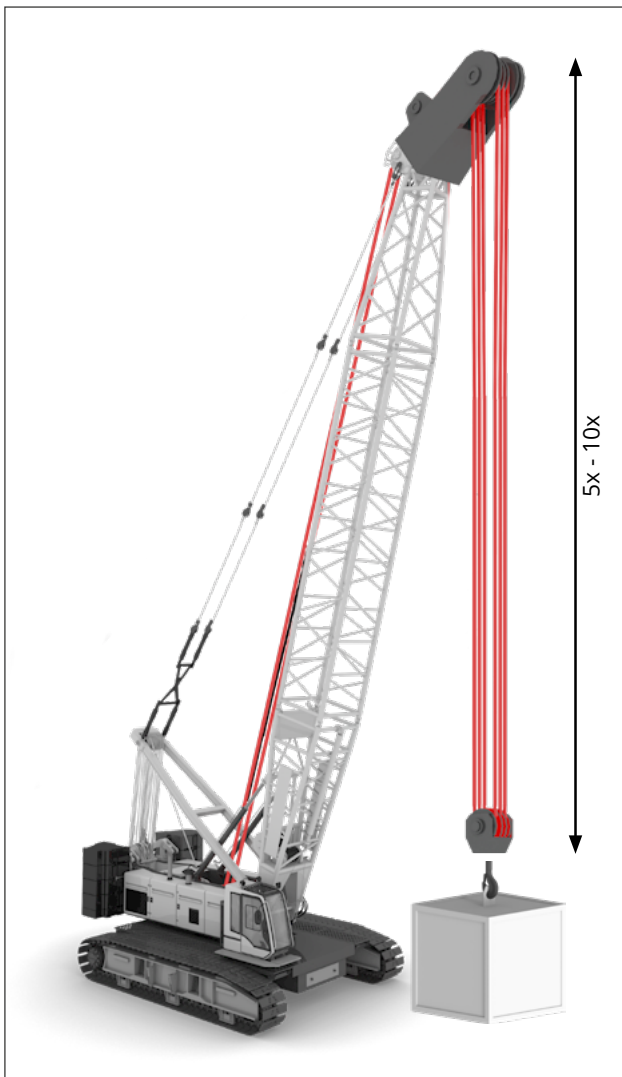


Abb.: Erneuerung der Vorspannung im Seil

5.3. Umscheren des Hubseils

Folgende Punkte sind beim Umscheren des Hubseils zu beachten:

- Das Verdrehen des Seils muss ausgeschlossen werden.
- Um unnötige Verdrehung zu vermeiden muss das Seil nach jedem Durchstecken durch Hakenflasche oder Oberflasche auf eine Länge von ca. 10 m bis 20 m gerade ausgezogen werden.
- Bei Verwendung eines Keilschlusses oder einer verdrehegesicherten Seilendverbindung muss das Seil drallfrei am Festpunkt angeschlagen werden. Lässt sich der Bolzen nur durch Verdrehen der Endverbindung stecken, so muss dies mit geringster Seilverdrehung erfolgen.
- Vor dem Einlegen in das Keilschloss ist das Seil auf Beschädigungen zu prüfen.
- Beschädigungen durch Knicken oder Quetschen müssen ausgeschlossen werden.
- Kommt das Seil in Kontakt mit dem Untergrund muss es anschließend von Verschmutzungen befreit werden.

5.4. Grenzen der Einsatztemperatur

Beim Betrieb von Stahlseilen sind bestimmte Temperaturgrenzen einzuhalten. Diese ergeben sich aus Einflüssen hoher und niedriger Temperaturen auf das Seil und die Seilendverbindungen.

Es gelten die folgenden Grenzwerte:

Seile mit Fasereinlage	–40 °C bis +100 °C / ohne Einschränkung
Seile mit Stahleinlage	–40 °C bis +100 °C / ohne Einschränkung
	größer +100 °C bis +200 °C mit 10 % Verlust auf die Mindestbruchkraft
verpresste Seilendverbindungen	
• Aluminiumpress- klemme	–40 °C bis +150 °C
• Stahlpressklemme	–20 °C bis +200 °C, nach Anforderung bis –40 °C
vergossene Seilendverbindungen	
• Vergüsse aus Kunstharz	–50 °C bis +110 °C
• Metallische Vergüsse	–40 °C bis +120 °C

Bei niedrigen Einsatztemperaturen ist weiterhin mit einer erhöhten Biegesteifigkeit der Seile zu rechnen. Dies kann beispielsweise bei Hubseilen in Verbindung mit leichten, hoch eingesicherten Hakenflaschen den Einsatz von Zusatzgewichten an den Hakenflaschen erforderlich machen.

Bei Geräten, die bei winterlicher Witterung auf der Straße transportiert werden, z. B. Mobilkrane oder Turmdrehkrane, ist wegen des salzhaltigen Tauwassers insbesondere aus Gründen des Korrosionsschutzes für eine ausreichende Seilschmierung zu sorgen.

Bei Seileinsatz im Freien wird empfohlen, z. B. durch Reifbildung vereiste Seile bei Arbeitsbeginn bei niedriger Geschwindigkeit unter Last zu fahren, um Eisschichten vom Seil abzusprengen und ein Ablagern und Aufbauen des Eises in den Rillen der Seilscheiben, wodurch es zu Folgeschäden kommen kann, zu vermeiden.

Vom Einsatz von Enteisungsmitteln wird wegen möglicher negativer Einflüsse auf die Seilschmierung und wegen möglicher Umweltgefährdung abgeraten.

5.4.1. Einsatztemperatur über + 65 °C

! HINWEIS: Bei Einsatztemperaturen über + 65 °C wird empfohlen, die Intervalle zur Seilprüfung deutlich zu verkürzen. Wegen Veränderungen im Stahlgefüge ist ab Temperaturen von +100 °C mit einer Reduzierung der Drahtzugfestigkeit und damit einem teilweisen Verlust der Bruchkraft des Seils zu rechnen.

Bei Einsatztemperaturen ab ca. +65 °C ist je nach Schmierstoff mit vollständigem Verlust des Schmiermittels und somit der Schmierwirkung zu rechnen. Dies bewirkt eine Zunahme der inneren und äußeren Reibung und aus diesem Grund einen erhöhten Verschleiß und damit eine zum Teil deutlich reduzierte Seillebensdauer.

5.4.2. Einsatztemperaturen unter 0 °C

Bei niedrigen Einsatztemperaturen ist mit einer veränderten Wirkweise des Seilschmiermittels zu rechnen. Es wird daher empfohlen, die Schmierwirkung häufiger zu kontrollieren und bei Bedarf nachzuschmieren, siehe Kapitel 6.1.

6. Wartung und Pflege

! HINWEIS: Wartung und Pflege von Drahtseilen dürfen nur durch befähigte Personen durchgeführt werden. Regelmäßige Seilpflege erhält die Leistungsfähigkeit des Seils, trägt dazu bei, die Lebensdauer des Seils erheblich zu erhöhen und gewährleistet einen sicheren Betrieb des Seils. Mindestens monatlich ist der Zustand der Schmierung zu prüfen.

Die Wartung des Drahtseils ist in Abhängigkeit von der Anwendung, vom Einsatz, von der Umgebung und von der Art des eingesetzten Drahtseils monatlich bei regelmäßigem Betrieb oder abhängig von den Betriebsstunden vorzunehmen.

Mangelhafte oder fehlende Wartung führt zu einer verkürzten Lebenszeit des Seils. Dies gilt insbesondere dann, wenn das Seil in einer Umgebung mit korrosiver Atmosphäre eingesetzt wird und kein Seilkorrosionsschutz eingesetzt werden kann, was abhängig von Einsatz oder Betrieb der Fall sein kann. In diesen Fällen sind die Wartungsintervalle entsprechend zu verkürzen.

6.1. Schmierung des Seils im Betrieb

⚠ GEFAHR: In Anlagen mit Traktionsantrieb/Treibscheiben muss das Nachschmieren der Seile streng nach Angaben des Anlagenherstellers erfolgen.

⚠ ACHTUNG: Werden Seile nicht rechtzeitig nachgeschmiert, kann dies zu Funktionsstörungen des Seils im Seiltrieb und zu äußerer und innerer Korrosion führen.

! HINWEIS: Es dürfen ausschließlich vom Seilhersteller/Seillieferanten freigegebene Drahtseilschmiermittel eingesetzt werden. Die Hinweise des Schmiermittelherstellers sind zu beachten. Die Nachschmiermittel müssen mit der Originalseilschmierung verträglich sein.

! HINWEIS: Nachschmiermittel können Lösungsmittel enthalten, um die Verarbeitung im flüssigen Zustand bzw. als Spray zu ermöglichen. Nach dem Auftragen auf das Seil darf die Wiederaufnahme des regulären Seilbetriebs erst nach Verdunsten des Lösungsmittels erfolgen, um dadurch ein gutes Anhaften des Schmiermittels am Seil zu gewährleisten. Wird dies nicht beachtet, kann es zu Schmiermittelverlust und Verunreinigungen an der Anlage und der Umgebung kommen.

Wird zu viel oder falsches Schmiermittel aufgebracht, kann dies zur übermäßigen Anhaftung von Schmutz auf der Oberfläche des Seils und zu Verunreinigungen der Umgebung des Seiltriebes führen. Dies kann zu Verschleiß am Seil, an der Seilscheibe und an der Seiltrommel führen. Außerdem wird die Erkennung der Ablegekritерien wesentlich erschwert.

Stark verschmutzte Drahtseile sollten ausschließlich mechanisch gereinigt werden, z. B. mittels Drahtbürsten. Lösungsmittel und andere Reiniger dürfen nicht verwendet werden.

Das bei der Herstellung verwendete Schmiermittel schützt das Seil vor Korrosion während Transport, Lagerung und in der Anfangszeit der Nutzung. Es wird vom Seilhersteller abhängig von der Anwendung des Seils und den Umgebungsbedingungen, denen das Seil ausgesetzt ist, gewählt.

Drahtseile müssen in regelmäßigen Zeitabständen, die von den Betriebsverhältnissen abhängen und bevor das Seil Anzeichen von Austrocknung oder Korrosion aufweist, nachgeschmiert werden. Gut geschmierte Seile können unter gleichen Einsatzbedingungen die bis zu vierfache Standzeit von ungeschmierten Seilen erreichen.

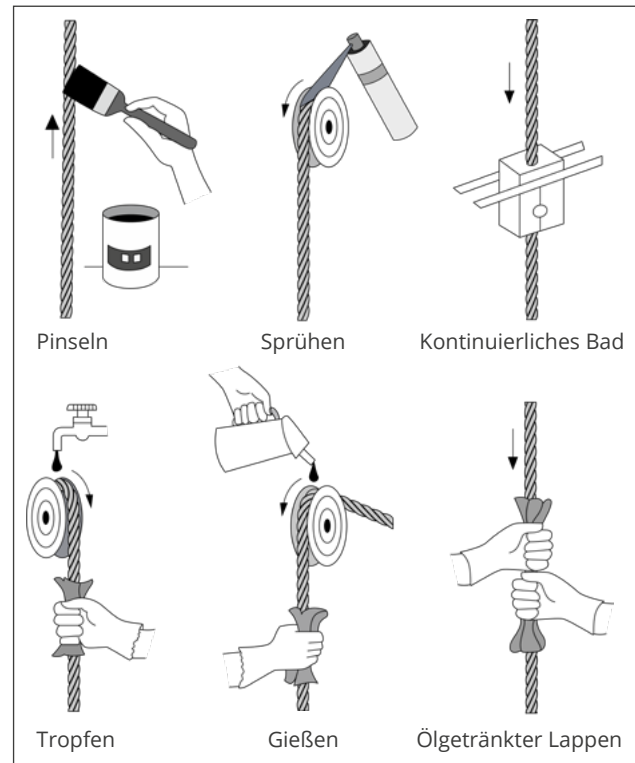


Abb.: Methoden zur Aufbringung des Schmiermittels

Typische Verfahren zur Seilschmierung sind Auftragen mit Pinsel oder Lappen, Tropfschmierung, Aufsprühen aus der Spraydose und Druckschmierung. Beim letztgenannten Verfahren wird das Seil unter Druck nachgeschmiert, wobei es gleichzeitig gereinigt und Feuchtigkeit, Reste von altem Schmiermittel und andere Verunreinigungen entfernt werden.

Bei jedem Schmiervorgang ist darauf zu achten, dass das Seil ringsum gleichmäßig geschmiert wird.

6.2. Entfernung herausstehender Drahtbruchenden

⚠ Durch Drahtbruchenden besteht erhöhte Verletzungsgefahr.

Ein einzelner gebrochener Draht reduziert nicht die Sicherheit des Seils. Herausstehende, gebrochene Drähte können jedoch durch Umbiegen und Überlagerung die benachbarten Drähte beschädigen und sollten deshalb sofort entfernt werden. Dazu wird der Draht solange mittels Zange oder Schraubenzieher hin und her gebogen, bis er bricht. Ein Abschneiden mittels Zange ist nicht ratsam.

Die Position des entfernten Drahtendes sollte zu Informationszwecken in einem Protokoll notiert werden, s. Kap. 12.

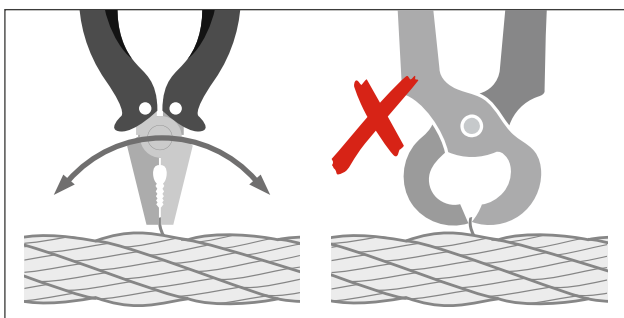


Abb.: Entfernung herausstehender Drähte

6.3. Seilkürzung bei Mehrlagenwicklung

In den Steigungszone (S) der Mehrlagenwicklung kommt es durch Überkreuzen der Windungen zu erhöhtem Verschleiß.



Abb.: Verschleiß in der Mehrlagenwicklung

Der mechanische Reibverschleiß ist an der Litzenoberfläche durch „Abplattung“ der Drähte mit einhergehender Reduzierung des Drahtrestquerschnittes gut erkennbar.

In diesem Fall lässt sich die Lebensdauer des Seils durch rechtzeitiges Kürzen am Festpunkt des Seils an der Trommel um eine Länge entsprechend dem halben Trommeldurchmesser (A) spürbar verlängern (1). Durch diese Maßnahme (2) verlagern sich im Wickelpaket die vorgeschädigten Seilbereiche aus den Steigungszone in die Parallelzone (P). Das Seilkürzen/Seilnachsetzen ist maximal zweimal möglich.

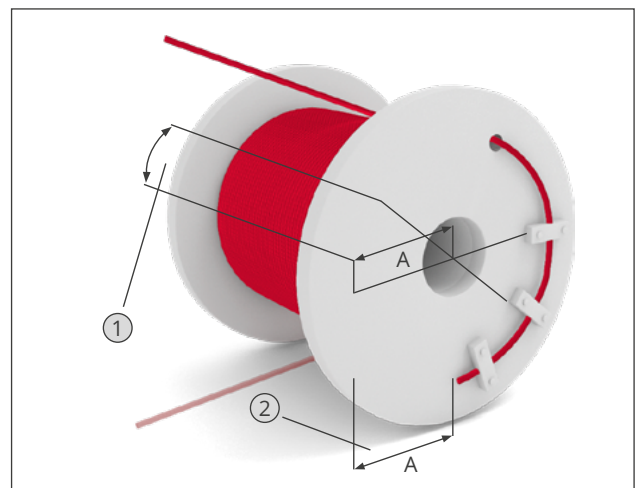


Abb.: Ablauf des Seilkürzens

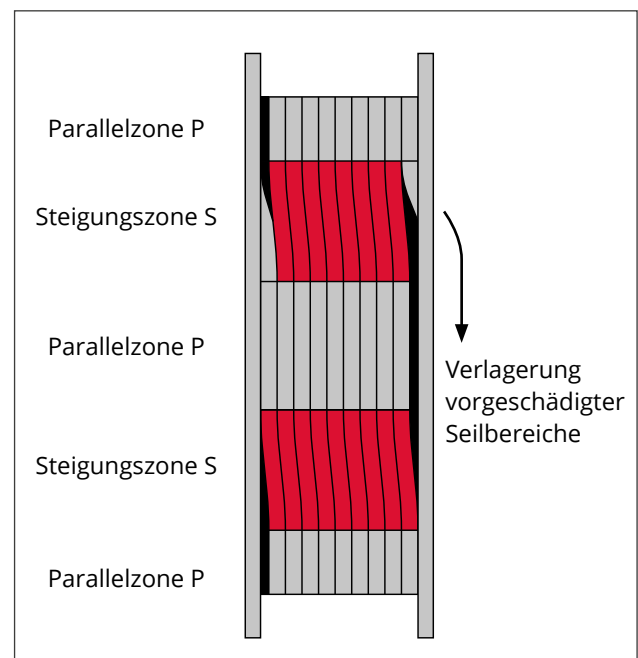


Abb.: Parallel- und Steigungszone

Das Kürzen des Drahtseils sollte durch eine befähigte Person durchgeführt werden. Dabei ist das Seil an der festgelegten Trennstelle beidseitig mit Abbunden (Draht oder Litze) oder durch Verlöten zu sichern und dann mittels Trennschleifen senkrecht zur Seilachse zu trennen.

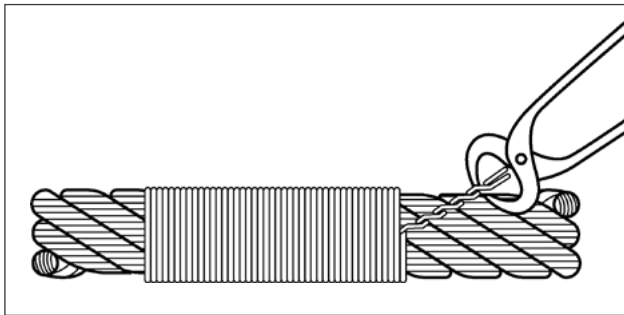


Abb.: Herstellen des Abbindes

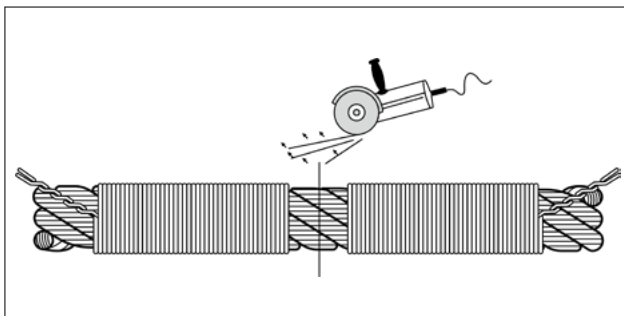


Abb.: Trennen des Seils zwischen den Abbinden

6.4. Abhilfe beim Eindrehen der Hakenflasche bei Hebezeugen (insb. Krananlagen)

⚠ ACHTUNG: Sobald die Seilstränge oberhalb der Hakenflasche zusammenschlagen, besteht die Gefahr einer ernsten Seilbeschädigung. Ursache ist meistens von außen eingebrachter Drall im drehungsfreien Hubseil, der durch vielfältige Einflüsse und Störungen verursacht worden sein kann.

Die Kompensation dieses Dralls erfordert große Vorsicht und Sachkenntnis. Dieses Verfahren darf nur durch befähigte und speziell geschulte Personen oder in Abstimmung mit dem Gerätehersteller, dem Seilhersteller oder dem Seillieferanten ausgeführt werden. Unsachgemäße Ausführung kann zu schweren Seilschäden bis zur Ablegereife führen.

Liegen bereits durch Drall verursachte Schäden wie Welligkeit, Korbbildung oder Strukturschäden vor, muss das Seil, gemäß Kapitel 8 geprüft und ggf. abgelegt werden!

⚠ ACHTUNG: Gefahr der Beschädigung des Seils!

- Gehen Sie bei den folgenden Vorgängen mit äußerster Vorsicht vor!
- Beachten Sie die folgenden Anweisungen genau!

! HINWEIS: Sollte die Vorgehensweise, wie unten beschrieben, nicht zum Erfolg führen, sollte umgehend Kontakt mit dem technischen Service des Geräteherstellers, des Seilherstellers oder des Seillieferanten aufgenommen werden.

Bevor Maßnahmen zum Entdrallen des Seils vorgenommen werden, sind alle Elemente des Seiltriebs gemäß den Vorgaben nach Kapitel 4.2 geprüft werden. Häufig liegt die Ursache für ein Eindrehen der Hakenflasche im Verschleiß von Elementen des Seiltriebs begründet. Verschlossene oder eingelaufene Bauteile sind umgehend auszutauschen. Wenn erforderlich, ist das Seil nachzuschmieren.

6.4.1. Vorgehensweise bei einem Mobilkran oder einem Turmdrehkran mit Nadelausleger

Das Entdrallen der Hakenflasche bei einem Mobilkran oder bei einem Turmdrehkran mit Nadelausleger erfolgt durch Zurückdrehen der Hakenflasche bzw. Verdrehen des Seilendes in der Seilendverbindung. Dabei ist zu beachten, dass die Drehung in ein möglichst langes freies Seilstück eingebracht wird. Durch Leerfahrten soll diese Drehung auf die gesamte Seillänge verteilt werden.

⚠ ACHTUNG: Keinesfalls darf das Seil mit Gewalt auf einer kurzen Seilstrecke gedreht werden, da dadurch das Seilgefüge nachhaltig gestört werden kann.

Variante 1: Entdrallen durch Vorspannen der Hakenflasche

Diese Vorgehensweise funktioniert mit dem Festpunkt an der Auslegerspitze bei gerader Anzahl von Seilsträngen und mit dem Festpunkt an der Hakenflasche bei ungerader Anzahl von Seilsträngen.

Vorgehen:

1. Hakenflasche in neutrale Position zurückdrehen
2. eine weitere halbe bis ganze Umdrehung in die gleiche Richtung weiter drehen, um das System vorzuspannen
3. Hakenflasche auf dem Boden abstellen
4. Seil vorsichtig am Festpunkt lösen, so dass sich das Drehmoment abbauen kann

⚠ ACHTUNG: Seilfestpunkt gegen unkontrolliertes Entdrallen sichern; anschließend den Drall kontrolliert abbauen lassen.

5. wenigstens 2 bis 3 volle Hubspiele fahren, damit sich der Drall über eine möglichst große Seillänge abbauen kann
6. falls erforderlich muss der Vorgang wiederholt werden



Abb.: Hakenflasche in neutrale Position drehen

Variante 2: Entdrallen mittels am Seil fixierter Endverbindung (z.B. Keilschloss oder Taschenschloss mit Blockiervorrichtung)

Diese Vorgehensweise funktioniert nur mit dem Festpunkt an der Hakenflasche bei ungerader Anzahl von Seilsträngen.

Vorgehen:

1. Hakenflasche in neutrale Position zurückdrehen und auf dem Boden abstellen
2. Taschenschloss: Schlossklemme im Taschenschloss fixieren durch Blockiervorrichtung
3. Seil mit Keilendklemme oder Taschenschloss mit Seil ausbolzen
4. Seil entgegen der Richtung, in der die Hakenflasche in Neutralstellung gebracht wurde, um eine halbe Drehung zurück drehen (vorspannen)
5. Keilendklemme oder Taschenschloss wieder einbolzen und sichern
6. wenigstens 2 bis 3 volle Hubspiele fahren, damit sich der Drall aus einer möglichst großen Seillänge abbauen kann
7. den Vorgang falls erforderlich so lange wiederholen, bis ein drallfreier Zustand hergestellt ist.

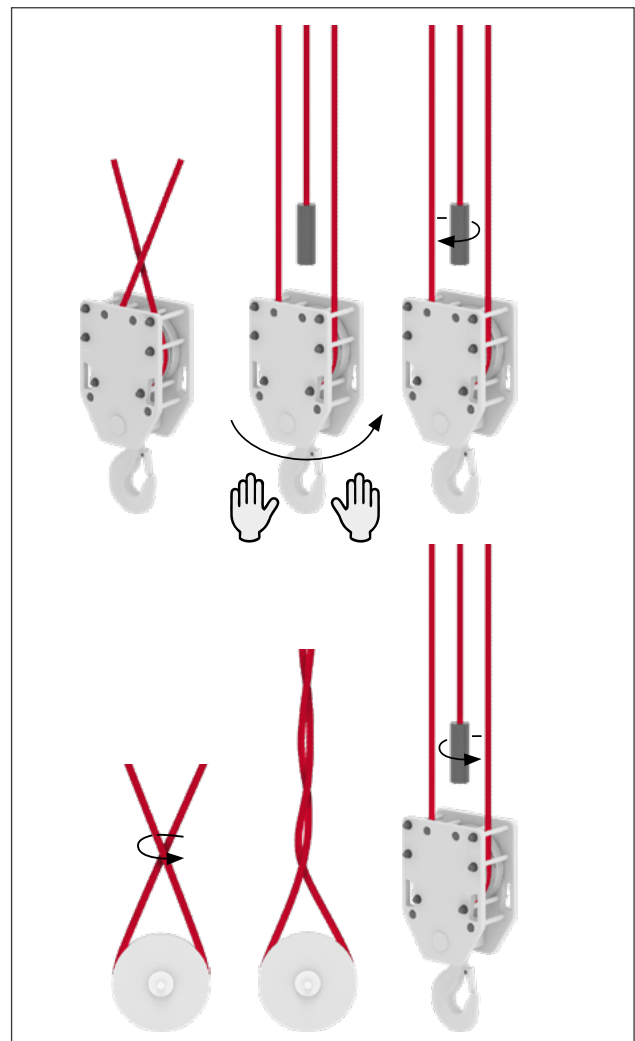


Abb.: Entdrallen durch Blockieren des Taschenschlosses

6.4.2. Vorgehensweise beim Turmdrehkran mit Katzausleger

Das Entdrallen der Hakenflasche erfolgt durch Abfahren definierter Hub- und Katzbewegungen. Der Drallfänger am Seilfestpunkt an der Auslegerspitze muss sich hierzu frei drehen und in Seilrichtung ausrichten können. Es ist darauf zu achten, dass unter dem Ausleger ein freier Arbeitsbereich zur Verfügung steht.

Zum Entdrallen sind die folgenden Positionen in der beschriebenen Reihenfolge anzufahren. Dabei wird eine Last angehängt.

1. Hakenflasche 1 m über dem Boden, Laufkatze in minimaler Ausladung (**A**)
2. Last heben auf maximale Hakenhöhe
3. Laufkatze an Auslegerspitze in maximaler Ausladung (**B**) fahren
4. Hakenflasche zurück in die Ausgangsposition senken

Gegebenenfalls ist der Vorgang zu wiederholen.

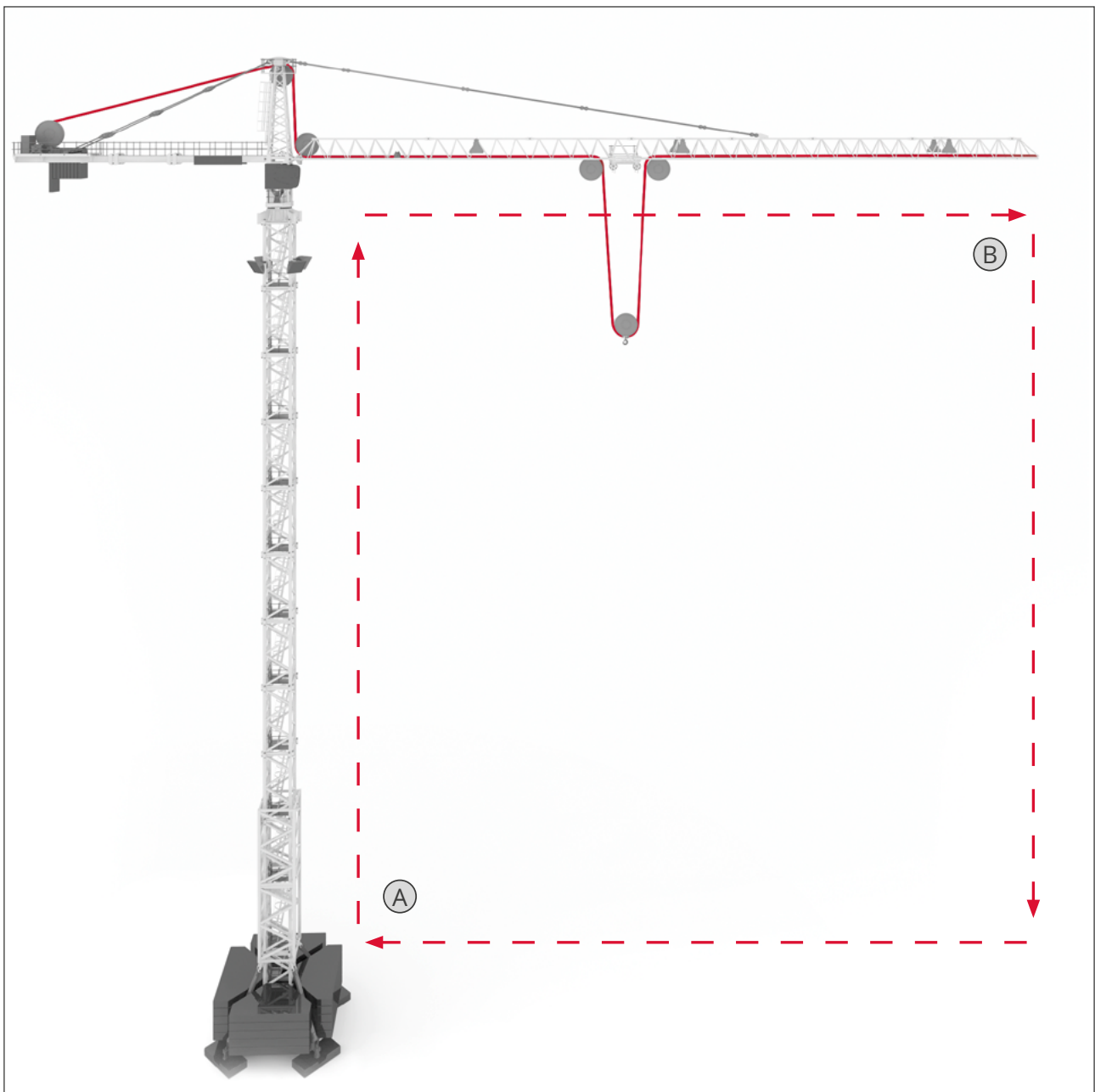


Abb.: Entdrallen durch Abfahren des Lastvierecks

7. Überwachung

! HINWEIS: Die Überwachung von Drahtseilen darf nur durch befähigte Personen durchgeführt werden. Sofern vom Gerätehersteller nicht anders spezifiziert gelten die Grundsätze der ISO 4309.

! HINWEIS: Zusätzlich zu den Vorgaben dieser Betriebsanleitung sind möglicherweise weitere Regelwerke zu beachten (länderspezifisch, einsatzortspezifisch, ...).

7.1. Kriterien der Betriebssicherheit

Die Betriebssicherheit der Seile muss nach diesen Kriterien beurteilt werden, siehe auch Kapitel 8:

- Art und Anzahl der Drahtbrüche
- Lage und zeitliche Folge der Drahtbrüche
- Verringerung des Seildurchmessers während der Betriebszeit
- Korrosion, Abrieb, Seilverformung
- Hitzeeinwirkungen

Für jede regelmäßige Überwachung und jede Sonderüberwachung hat der Prüfer ein Protokoll über die jeweilige Überwachung zu führen. Für eine Vorlage für ein Überwachungsprotokoll siehe Kap. 13. Das Protokoll muss über die Lebensdauer des Seils aufbewahrt werden.

7.2. Häufigkeit der Überwachung

! HINWEIS: In Abhängigkeit vom Zustand des Drahtseils oder den Einsatzbedingungen des Seiltriebs kann es erforderlich sein, die Zeitspanne zwischen den Überwachungen zu verkürzen.

Die Seile sind regelmäßig zu besichtigen, insbesondere in der ersten Zeit nach dem Auflegen; außerdem nach außergewöhnlichen Belastungen, bei vermuteten, nicht sichtbaren Schäden oder beim Auftreten erster Anzeichen von Seilschäden oder Verschleiß. Die Intervalle für die Überprüfung und die gründliche Untersuchung auf Ablege Kriterien nach ISO 4309 werden von einer befähigten Person festgelegt.

Beginnende Veränderungen im Seilzustand müssen besonders aufmerksam verfolgt und dokumentiert werden.

7.2.1. Tägliche Sichtprüfung

Die tägliche Sichtprüfung ist vom Betreiber oder einer beauftragten Person (Bedienungspersonal) durchzuführen.

Alle sichtbaren Teile der Drahtseile sind täglich vor Beginn der Arbeit soweit möglich zu prüfen mit dem Ziel, allgemeine Beschädigungen und Verformungen zu erkennen. Besondere Aufmerksamkeit ist den Festpunkten und Seilendverbindungen zu widmen. Gleichfalls sollte geprüft werden, ob das Seil korrekt in den Elementen des Seiltriebs (z.B. Trommel und Seilscheiben) geführt ist.

Wird die Einsicherung zu irgendeinem Zeitpunkt verändert, z. B. bei Transport des Hebezeuges zu einem neuen Aufstellungsort oder Änderung der Strangzahl, ist das Seil ebenfalls einer Sichtprüfung zu unterziehen.

Jede sichtbare Veränderung des Zustands des Drahtseils ist zu dokumentieren. Der Zustand des Drahtseils ist anschließend durch eine befähigte Person zu bewerten.

7.2.2. Regelmäßige Überwachung

Die regelmäßige Überwachung ist von einer befähigten Person durchzuführen.

Um die Intervalle für die regelmäßige Überwachung ermitteln zu können, sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- a. die gesetzlichen Vorschriften über die Anwendung im Einsatzland,
- b. Empfehlungen des Geräteherstellers,
- c. die Art des Hebezeuges und die Umweltbedingungen, unter denen es betrieben wird,
- d. die Triebwerksgruppe des Hebezeuges/Seiltriebs,
- e. die Erfahrungen aus früheren Überwachungen in dieser oder vergleichbaren Anwendungen,
- f. die Zeitdauer, über die das Drahtseil im Einsatz war,
- g. die Häufigkeit und Art der Verwendung

Drahtseile sind gemäß den Anweisungen der befähigten Person oder mindestens einmal monatlich zu überwachen.

7.2.3. Sonderüberwachung

Das Drahtseil ist zu überwachen, wenn es zu einem Vorfall gekommen ist, der zu einer Beschädigung des Drahtseils und/oder der Seilendverbindung geführt haben könnte, oder wenn ein Drahtseil nach dem Ausbau und dem anschließenden Wiederauflegen erneut eingesetzt werden soll.

War ein Gerät drei Monate oder länger außer Betrieb, sind die Drahtseile vor der Wiederaufnahme des Betriebs zu überprüfen.

7.2.4. Überwachung von Seilen, die über Kunststoffseilscheiben oder über Metallseilscheiben mit Kunststoffbelag laufen

Läuft ein Drahtseil in einem Seiltrieb mit einlagig bewickelter Trommel über Kunststoffseilscheiben oder über Metallseilscheiben mit Kunststoffbelag, kann es in diesem Bereich zu einer hohen Anzahl von inneren Drahtbrüchen kommen.

 **ACHTUNG:** In diesem Fall können äußerlich sichtbare Anzeichen für Drahtbrüche oder Verschleiß noch nicht erkennbar sein.

Unter diesen Bedingungen ist die maximale Auflagezeit des Seils durch den Gerätehersteller zu definieren.

7.2.5. Überwachung von lokalen Anomalien bzgl. der Seilschmierung

Auf lokal begrenzte Seilbereiche, an denen Austrocknung oder eine Denaturierung des Schmiermittels erkennbar sind, ist besonders zu achten. Bei einer Veränderung des Seilzustands ist eine befähigte Person hinzuzuziehen.

7.3. Von der Überwachung zu erfassende Elemente

7.3.1. Allgemeines

Grundsätzlich ist das Seil über die gesamte Länge zu überwachen. Besondere Sorgfalt gilt dabei den folgenden Bereichen:

a. die Seilendverbindungen;

- b. die Sicherheitswindungen und der Festpunkt an der Trommel;
- c. die Abschnitte des Drahtseils, die über Seilscheiben laufen;
- d. die Abschnitte des Drahtseils, die auf die Trommel(n) gespult werden;
- e. die Abschnitte des Drahtseils, die auf Ausgleichscheiben liegen;
- f. alle Abschnitte des Drahtseils, die durch externe Bauteile einem Abrieb unterliegen;
- g. alle Abschnitte des Drahtseils, die Temperaturen über 60 °C ausgesetzt sind.
- h. alle Bereiche welche im Betrieb beispielsweise durch Schwingungen Kontakt zu stehenden Bauteilen wie beispielsweise der Krankonstruktion haben können.

Die Ergebnisse der Überwachung sind im Überwachungsprotokoll für das Seil zu vermerken.

Für eine Vorlage für ein Überwachungsprotokoll siehe Kap. 13.

7.3.2. Seilendverbindungen

An der Seilendverbindung ist das Seil mit besonderer Aufmerksamkeit zu überwachen, da diese Stelle für das Auftreten von Materialermüdung (Drahtbrüche) und Korrosion kritisch ist. Die Seilendverbindungen selbst sind ebenfalls auf Verformung, Beschädigung (z. B. Risse), Korrosion oder Verschleiß zu überwachen. Die gültigen Herstellervorschriften und Normen zur Überwachung der Seilendverbindung sind zu beachten.

Zusätzlich gelten die folgenden Besonderheiten:

- verpresste Seilendverbindungen sind auf Rutschen/Spuren auf dem Seil (blanke Stellen am Austritt aus der Verpressung) zu überwachen.
- Bei vergossenen Seilendverbindungen ist ein gegebenenfalls noch vorhandener Abbund zur Prüfung zu entfernen. Leichte einmalige Setzeffekte des Vergusskonusses nach vorausgegangenen Belastungen sind unkritisch. Zusätzlich sollte bei vergossenen Seilendverbindungen überprüft werden, ob am Einlass in die Endverbindung Wasser eindringen kann. Dieser Eintrittsbereich ist gesondert zu versiegeln.
- Lösbare Seilendverbindungen (z. B. Keilendklemmen, Seilfestpunkte an der Trommel) sind auf festen Sitz zu überwachen. Drahtseile sind

innerhalb und am Austritt aus der Seilendverbindung zu überwachen.

Sind an laufenden Drahtseilen in der Nähe oder innerhalb der Seilendverbindung Drahtbrüche oder Beschädigungen zu erkennen, welche die Ablegereife des Seils zur Folge hätten, muss das Seil ersetzt werden. Eventuell besteht die Möglichkeit, das Drahtseil zu kürzen und die Seilendverbindung wieder anzubringen oder zu ersetzen.

! HINWEIS: Das Kürzen des Drahtseils kann zu einer Einschränkung des Arbeitsbereichs des Hebezeuges führen. Bei einem möglichen Parallelbetrieb (Tandembetrieb) zweier Drahtseile müssen in der Regel beide Seile gekürzt werden. In jedem Fall muss die erforderliche Mindestanzahl von Sicherheitswindungen auf der Trommel verbleiben.

! HINWEIS: Das Kürzen des Drahtseils muss durch kompetentes Fachpersonal durchgeführt werden.

! HINWEIS: Die Reparatur von Seilen mit vergossenen Endverbindungen oder mit verpressten Endverbindungen zum Einsatz in Taschenschlössern muss durch kompetentes Fachpersonal vorgenommen werden.

8. Ablegereife

! HINWEIS: Sollten Zweifel bei der Beurteilung der Seilschädigung durch die befähigte Person bestehen, ist das Seil abzulegen oder ein Sachverständiger für die Prüfung von Drahtseilen zu kontaktieren.

Drahtseile in Hebezeugen sind Verschleißteile. Sie müssen ausgetauscht werden, sobald sich ihr Zustand soweit verschlechtert hat, dass bei einem weiteren Betrieb die Sicherheit des Hebezeuges beeinträchtigt wäre. Diesen Zeitpunkt bezeichnet man als Ablegereife.

Die Ablegereife eines Drahtseils wird anhand des Auftretens oder des Ausmaßes verschiedener Kriterien bestimmt. Im Folgenden werden diese Kriterien und ihre Bedeutung für die Ablegereife von Drahtseilen in Kranen und Hebezeugen vorgestellt.

Die ausführliche Beschreibung der Kriterien, ihre quantitative Bewertung und die Beschreibung der kombinierten Auswertung mehrerer Kriterien ist in der Norm ISO 4309: „Krane – Drahtseile – Wartung und Instandhaltung, Inspektion und Ablegereife“ in der jeweils gültigen Version enthalten, auf die hier ausdrücklich verwiesen wird.

8.1. Übersicht Ablegkriterien

! HINWEIS: Bei einlagiger Bewicklung der Trommel wird die ausschließliche Verwendung von Kunststoff-Seilscheiben oder Seilscheiben aus Metall mit Kunststoffbelägen nicht empfohlen. In diesem Fall treten Drahtbrüche unweigerlich zuerst in großer Zahl im Inneren des Seilgefüges auf, bevor außen Drahtbrüche oder Zeichen starken Verschleißes sichtbar werden. Deshalb werden für diese Kombination keine Ablegkriterien angegeben. In solchen Fällen müssen seitens Kran- oder Anlagenhersteller eindeutige Kriterien zur Ablegereife oder Aufliegezeit definiert werden.

! HINWEIS: Für Seile mit transparenter oder farbiger Kunststoffummantelung ist eine Bewertung nach den in diesem Abschnitt beschriebenen Kriterien nicht eindeutig möglich. Der Einsatz dieser Seile ist nur dann zulässig, wenn durch den Kran- oder Anlagenhersteller eindeutige Kriterien zur Ablegereife oder Aufliegezeit definiert werden.

! HINWEIS: Wenn aufgrund einer unzugänglichen Einbausituation die Erkennbarkeit von Ablegkriterien nicht gegeben ist, müssen seitens Kran- oder Anlagenhersteller eindeutige Kriterien zur Ablegereife oder Aufliegezeit definiert werden.

Beim Auftreten von Seilschäden, welche nicht Folgen regulären Verschleißes sind (z.B. Quetschungen, Schleifspuren), sind die Ursachen festzustellen und vor dem Auflegen eines neuen Seils zu beseitigen. Beschädigungen und Schleifspuren an Bauteilen des Hebezeuges können dabei wertvolle Hinweise liefern. Drahtseile sind unverzüglich abzulegen, wenn eines der folgenden Kriterien vorliegt – diese Kriterien werden in den folgenden Kapiteln detailliert beschrieben:

- Erreichen der definierten Drahtbruchzahlen gem. Kap. 8.2.1
- Auftreten von Drahtbruchnestern gem. Kap. 8.2.2
- Auftreten von Drahtbrüchen in den Litzentälern gem. Kap. 8.2.2
- Auftreten von Drahtbrüchen an einer Seilendverbindung gem. Kap. 8.2.2
- Verringerung des Seildurchmessers, Einschnürungen gem. Kap. 8.4
- Bruch einer Litze gem. Kap. 8.5
- Starke Korrosion gem. Kap. 8.6
- Korkenzieherartige Verformungen gem. Kap. 8.7.1
- Korbformbildung, Lockerung des Seilgefüges gem. Kap. 8.7.2
- Kernseilaustritt gem. Kap. 8.7.3
- Schlaufenbildung von Drähten gem. Kap. 8.7.4
- Lokale Zunahme des Seildurchmessers gem. Kap. 8.7.5
- Abplattungen gem. Kap. 8.7.6
- Klanken oder bleibende Verformungen gem. 8.7.7
- Knicke gem. Kap. 8.7.8
- Hitzeeinwirkung gem. Kap. 8.8

Kombinierte Ablegereife

Seile können bereits ablegerreif sein, wenn innerhalb eines geschädigten Seilabschnitts einzelne Ablege-
kriterien nur zum Teil erfüllt sind, dafür aber mehrere
Ablegekriterien gemeinsam vorliegen. Diese sind
dann in Ihrer Gesamtheit zu beurteilen.

Vorgehensweise:

- Der Schweregrad der einzelnen Ablegekriterien ist für sich zu bewerten und als Prozentsatz anzugeben.
- Der kombinierte Schweregrad der Ablegereife an einem bestimmten Seilabschnitt ergibt sich aus der Addition der einzelnen Werte für den betreffenden Seilabschnitt.
- Liegt der kombinierte Schweregrad über 100 %, so ist das Seil abzulegen.

Beispiel:

Die Ablegereife eines Seils liegt vor, wenn folgende einzelne Ablegekriterien innerhalb eines geschädigten Abschnitts festgestellt wurden:

- leichter Korkenzieher mit einer Welligkeit von 5 % des Nenndurchmessers (50 % Schweregrad)
- 6 Drahtbrüche, wenn die Ablegedrahtbruchzahl 10 beträgt (60 % Schweregrad)

► Die kombinierte Ablegereife beträgt in diesem Fall 110 % ► das Seil ist ablegerreif.

Zur Beurteilung der Ablegekriterien, die durch unterschiedliche Schädigungsmechanismen hervorgerufen werden, werden die folgenden Methoden angewendet:

Art der Schädigung	Beurteilungsmethoden
Anzahl sichtbarer Drahtbrüche (einschließlich zufällig verteilter Drahtbrüche, Drahtbruchnestern, Drahtbrüche in Litzentäler/Schulterbrüchen und Drahtbrüchen an oder nahe bei der Endverbindung)	Zählung
Seildurchmesserverringerung (durch äußerlichen Verschleiß/Abrieb, innerlichen Verschleiß und Schädigung der Einlage)	Messung
Litzenbruch/-brüche	Sichtprüfung
Korrosion (oberflächlich, im Inneren, sowie Reibkorrosion)	Sichtprüfung
Verformung	Sichtprüfung und Messung (nur korkenzieherartige Verformung)
Mechanische Beschädigung	Sichtprüfung
Beschädigung durch Wärme (einschließlich Lichtbogen)	Sichtprüfung

8.2. Art und Anzahl der sichtbaren Drahtbrüche

Der „normale“ betriebsbedingte Verschleiß eines Drahtseils bei bestimmungsgemäßem Gebrauch äußert sich vor allem im Auftreten von Drahtbrüchen sowie im äußeren Verschleiß und damit der Durchmesserabnahme.

Die Entwicklung von Drahtbrüchen verläuft typischerweise nicht linear. Nach dem Auftreten erster Drahtbrüche ist mit einer schnelleren Zunahme von Drahtbrüchen zu rechnen.

Drahtbrüche entstehen im Seilinneren aus Reibungsvorgängen zwischen Drähten und Litzen, an der Außenseite durch Reibung zwischen Seil und Elementen des Seiltriebs. ISO 4309 beschreibt Grenzwerte für die Anzahl äußerlich sichtbarer Drahtbrüche, bei denen auch das Vorhandensein innerer Drahtbrüche mitberücksichtigt ist.

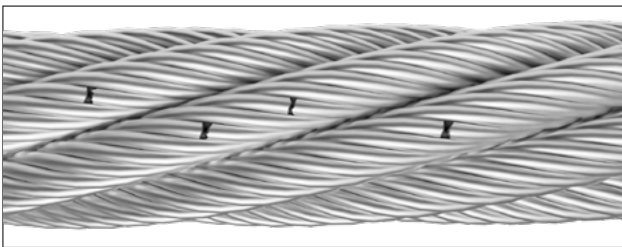


Abb.: glatte äußere Drahtbrüche

Ein Einzeldrahtbruch, der bereits vor der eigentlichen Inbetriebnahme festgestellt wird, kann z.B. aus Herstellung, Transport, Lagerung oder Montage stammen. Ein solcher einzelner Drahtbruch bedeutet keine Zustandsverschlechterung des Seils und darf deshalb bei der späteren Bewertung von Drahtbrüchen aus Verschleiß oder Ermüdung unberücksichtigt bleiben.

Bei Drahtbrüchen, die durch Verschleiß oder Ermüdung entstehen, werden im folgenden verschiedene Arten unterschieden:

8.2.1. Verstreut auftretende Drahtbrüche

Für verstreut auftretende Drahtbrüche in Seilen, die über Stahlscheiben laufen oder ein- oder mehrlagig gespult werden, gilt:

Je nach Seilkonstruktion gelten die Ablegedrahtbruchzahlen aus den Tabellen für einlagige und parallel geschlagene Seile bzw. für drehungsarme Seile nach ISO 4309. Dabei wird unterschieden zwischen Seilabschnitten, die über Scheiben laufen oder einlagig gespult werden und Seilabschnitten, die mehrlagig gespult werden. Es werden jeweils Ablegedrahtbruchzahlen für Bezugslängen von 6xd und 30xd angegeben, wobei „d“ für den Seilnenn-durchmesser steht.

! HINWEIS: Die zugehörigen Ablegedrahtbruchzahlen können mittels der RCN (Rope category Number) auf Datenblättern und Seilattesten der Seilhersteller bzw. Seillieferanten aus nachfolgender Tabelle ermittelt werden. Liegt die RCN nicht vor, ist aus der Seilkonstruktion die Anzahl der tragenden Drähte in den Außenlitzen zu ermitteln.

Einlagige und parallel verseilte Seile

Anzahl sichtbarer Drahtbrüche, die, erreicht oder überschritten, für einlagige und parallel verseilte Seile die Ablegereife anzeigen

Seil- kategorie- Nummer RCN	Gesamtzahl lasttragen- der Drähte in der äußeren Litzenlage des Seils ^{a)} <i>n</i>	Anzahl sichtbarer Außendrahtbrüche ^{b)}					
		Seilabschnitte, die über Stahlscheiben lau- fen und/oder auf eine einlagig wickelnde Trommel aufwickeln (zufällige Verteilung der Drahtbrüche)				Seilabschnitte, die auf eine mehrlagig wickelnde Trommel aufwickeln ^{c)}	
		Klassen M1 bis M4, oder Klasse unbekannt ^{d)}				Alle Klassen	
		Kreuzschlag		Gleichschlag		Kreuzschlag und Gleichschlag	
		über eine Länge von					
		<i>6d</i> ^{e)}	<i>30d</i> ^{e)}	<i>6d</i> ^{e)}	<i>30d</i> ^{e)}	<i>6d</i> ^{e)}	<i>30d</i> ^{e)}
01	<i>n</i> ≤ 50	2	4	1	2	4	8
02	51 ≤ <i>n</i> ≤ 75	3	6	2	3	6	12
03	76 ≤ <i>n</i> ≤ 100	4	8	2	4	8	16
04	101 ≤ <i>n</i> ≤ 120	5	10	2	5	10	20
05	121 ≤ <i>n</i> ≤ 140	6	11	3	6	12	22
06	141 ≤ <i>n</i> ≤ 160	6	13	3	6	12	26
07	161 ≤ <i>n</i> ≤ 180	7	14	4	7	14	28
08	181 ≤ <i>n</i> ≤ 200	8	16	4	8	16	32
09	201 ≤ <i>n</i> ≤ 220	9	18	4	9	18	36
10	221 ≤ <i>n</i> ≤ 240	10	19	5	10	20	38
11	241 ≤ <i>n</i> ≤ 260	10	21	5	10	20	42
12	261 ≤ <i>n</i> ≤ 280	11	22	6	11	22	44
13	281 ≤ <i>n</i> ≤ 300	12	24	6	12	24	48
	<i>n</i> ≥ 300	0,04 × <i>n</i>	0,08 × <i>n</i>	0,02 × <i>n</i>	0,04 × <i>n</i>	0,08 × <i>n</i>	0,16 × <i>n</i>

ANMERKUNG:

Seile mit Außenlitzen in Seale-Machart, bei denen die Anzahl der Drähte pro Litze 19 oder weniger beträgt (z. B. 6 × 19 Seale) werden in dieser Tabelle zwei Zeilen über der Zeile, in der die Machart aufgrund der Anzahl von lasttragenden Drähten in den Außenlitzen normalerweise stehen würde, eingeordnet.

RCN = Seilkategorie-Nummer

- a) Für die Zwecke dieser Internationalen Norm werden Fülldrähte nicht als lasttragende Drähte betrachtet und sind in dem Wert für *n* nicht enthalten.
- b) Ein gebrochener Draht hat zwei Enden (als ein Draht gezählt).
- c) Die Werte gelten für Schädigungen in den Über-

- kreuzungsbereichen und Überlagerungen von Wicklungen aufgrund von Ablenkungswinkeln (nicht für Seilabschnitte, die nur über Seilscheiben laufen und nicht auf die Trommel aufwickeln).
- d) Für Seile auf Triebwerken der Gruppen M5 bis M8 kann das Doppelte der aufgeführten Drahtbruchzahl angewandt werden.
- e) *d* = Seil-Nerndurchmesser.

Drehungsarme Seile

Anzahl sichtbarer Drahtbrüche, die, erreicht oder überschritten, für drehungsarme Seile die Ablegereife anzeigen

Seil- kategorie- Nummer RCN	Gesamtzahl lasttragender Drähte in den Außenlitzen des Seils ^{a)} <i>n</i>	Anzahl sichtbarer Außendrahtbrüche ^{b)}			
		Seilabschnitte, die über Stahl- scheiben laufen und/oder auf eine einlagig wickelnde Trommel aufwickeln (zufällige Verteilung der Drahtbrüche)		Seilabschnitte, die auf eine mehrlagig wickelnde Trom- mel aufwickeln ^{c)}	
		über eine Länge von			
		<i>6d</i> ^{d)}	<i>6d</i> ^{d)}	<i>30d</i> ^{d)}	<i>6d</i> ^{d)}
21	4 Litzen <i>n</i> ≤ 100	2	4	2	4
22	3 oder 4 Litzen <i>n</i> ≤ 100	2	4	4	8
mindestens 11 Litzen in der Außenlage					
23-1	<i>71</i> ≤ <i>n</i> ≤ 100	2	4	4	8
23-2	<i>101</i> ≤ <i>n</i> ≤ 120	3	5	5	10
23-3	<i>121</i> ≤ <i>n</i> ≤ 140	3	5	5	11
24	<i>141</i> ≤ <i>n</i> ≤ 160	3	6	6	13
25	<i>161</i> ≤ <i>n</i> ≤ 180	4	7	7	14
26	<i>181</i> ≤ <i>n</i> ≤ 200	4	8	8	16
27	<i>201</i> ≤ <i>n</i> ≤ 220	4	9	9	18
28	<i>221</i> ≤ <i>n</i> ≤ 240	5	10	10	19
29	<i>241</i> ≤ <i>n</i> ≤ 260	5	10	10	21
30	<i>261</i> ≤ <i>n</i> ≤ 280	6	11	11	22
31	<i>281</i> ≤ <i>n</i> ≤ 300	6	12	12	24
	<i>n</i> ≥ 300	6	12	12	24

ANMERKUNG:

Seile mit Außenlitzen in Seale-Machart, bei denen die Anzahl der Drähte pro Litze 19 oder weniger beträgt (z. B. 18×19 Seale – WSC) werden in dieser Tabelle zwei Zeilen über der Zeile, in der die Machart aufgrund der Anzahl von lasttragenden Drähten in den Außenlitzen normalerweise stehen würde, eingeordnet.

RCN = Seilkategorie-Nummer

- a) Für die Zwecke dieser Internationalen Norm werden Fülldrähte nicht als lasttragende Drähte betrachtet und sind in dem Wert für n nicht enthalten.
- b) Ein gebrochener Draht hat zwei Enden (als ein Draht gezählt).

- c) Die Werte gelten für Schädigungen in den Überkreuzungsbereichen und Überlagerung von Wicklungen aufgrund von Ablenkungswinkeln (nicht für Seilabschnitte die nur über Seilscheiben laufen und nicht auf die Trommel aufwickeln)
- d) d = Seil-Nerndurchmesser.

8.2.2. Weitere Arten von Drahtbrüchen

- Lokale Häufungen von Drahtbrüchen (**Abb. 1**) in Seilabschnitten, die nicht auf eine Trommel gespult werden:
Bei Konzentration der Drahtbrüche auf eine oder zwei Litzen kann die Ablegereife bereits bei Drahtbruchzahlen unterhalb der Tabellenwerte für $6 \times d$ gegeben sein.
- Drahtbrüche in Litzentälern (**Abb. 2**):
Die Ablegereife liegt bei zwei oder mehr Drahtbrüchen innerhalb $6 \times d$ vor.
- Drahtbrüche an einer Seilendverbindung (**Abb. 3**):
Die Ablegereife liegt bei zwei oder mehr Drahtbrüchen vor.

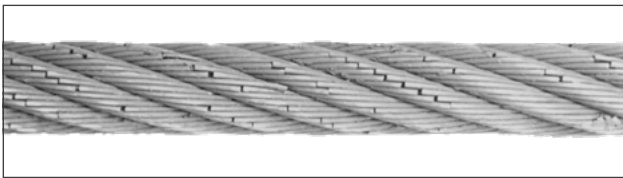


Abb. 1: lokale Häufung von Drahtbrüchen



Abb. 2: Drahtbrüche in Litzentälern



Abb. 3: Drahtbruch an einer Seilendverbindung

8.3. Magnetinduktive Seilprüfung

- ! **HINWEIS:** Die Durchführung einer magnetinduktiven Seilprüfung (magnetic rope testing, MRT) muss durch eine befähigte Person erfolgen. Für Durchführung und korrekte Auswertung einer MRT ist ausreichende Erfahrung im Umgang mit dem Prüfgerät und in der Interpretation der Messergebnisse unabdingbar.
- ! **HINWEIS:** MRT-Prüfgeräte sollten nach DIN EN 12927-8 oder ASTM E157-11(2016)e1 qualifiziert sein.
- ! **HINWEIS:** Ist die MRT-Prüfung als Teil der regelmäßigen Prüfung vorgesehen, ist es sinnvoll, eine Erstprüfung des fabrikneuen Seils vor Beginn der Einsatzzeit als Bezugsgröße für zukünftige Messungen durchzuführen.

Funktionsweise

Eine MRT kann besonders bei großen Seillängen oder bei Unklarheit über den inneren Schädigungszustand des Seils unterstützend hinzugezogen werden, um die geschädigten Bereiche zu identifizieren. Bei korrekter Anwendung liefert eine MRT Informationen über sogenannte lokale Fehler (local fault, LF; in erster Linie Drahtbrüche) oder über den Verlust der metallischen Querschnittsfläche (loss of metallic area, LMA). Zur Bestimmung und Bewertung der lokalen Fehler müssen Angaben zu Drahtdurchmesser und Drahtanzahl aller Drähte im Seil vorliegen, oder aber zu maximalem Drahtdurchmesser und metallischer Querschnittsfläche des Seils. Zur Bewertung des Verlusts der metallischen Querschnittsfläche muss die metallische Querschnittsfläche des Seils bekannt sein. Bei der MRT werden die Ablege Kriterien unabhängig von der Machart des Seils bestimmt.

Ablegekriterium LF

Als Ablegekriterium für den lokalen Fehler wird die maximal zulässige Anzahl an Drahtbrüchen auf $6 \times d$ und $30 \times d$ berechnet:

Über eine Länge von $6 \times d$	Über eine Länge von $30 \times d$
$\frac{0,06 \cdot A \cdot 4}{\pi \cdot \delta_{max}^2}$	$\frac{0,1 \cdot A \cdot 4}{\pi \cdot \delta_{max}^2}$

mit A metallische Querschnittsfläche des Seils
 δ_{max} größter Drahtdurchmesser

Beispiel:

Seil mit Durchmesser 24,0 mm, Füllfaktor $f = 0,6722$

$$A = \pi \cdot \frac{d^2}{4} \cdot f = 304 \text{ mm}^2$$

$\delta_{max} = 1,7 \text{ mm}$ (gemessen)

- auf $6 \times d$: 8,03, gerundet max. 8 zulässige Drahtbrüche
- auf $30 \times d$: 13,39, gerundet max. 13 zulässige Drahtbrüche

Ablegekriterium LMA

Der maximal zulässige Verlust des metallischen Querschnitts über eine Länge von $30 \times d$ beträgt 10 %.

8.4. Verringerung des Seildurchmessers

Seile werden mit einer Toleranz auf den Nenndurchmesser gefertigt. Beispielsweise bewegt sich der Ist-Durchmesser eines neuen Seils mit Nenndurchmesser 20 mm bei einer Durchmessertoleranz von + 2 % bis + 4 % zwischen 20,4 mm und 20,8 mm.

Der Ist-Durchmesser eines Drahtseils ändert sich im Betrieb durch Verschleiß, Setzungsvorgänge und andere äußere Einflüsse. Die Verringerung des Durchmessers kann deshalb Aufschluss über den Verschleißzustand des Seils geben. Zur Ermittlung der Durchmesserreduzierung ist eine erste Durchmessermessung unmittelbar nach Auflegen des neuen Seils erforderlich.

Um die Vergleichbarkeit der Messungen sicher zu stellen, sollte immer am unbelasteten Seil gemessen werden bzw. immer bei gleichen Lastverhältnissen.

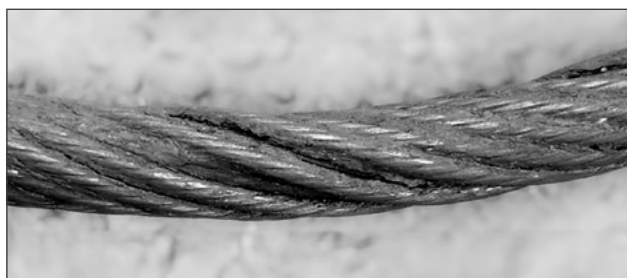


Abb.: Lokale Verringerung des Seildurchmessers

Die Messstellen am gebrauchten Seil werden je nach Erfordernis gewählt. Üblicherweise werden die Durchmesserwerte in verschiedenen Seilzonen gemessen, z.B. im Bereich der Wicklung auf der Trommel, in der Einscherung und nahe der Endverbindung. Liegt Seilverschleiß vor, ist speziell in den betroffenen Bereichen zu messen. Insbesondere bei Mehrlagenspulung ist es zur Feststellung des Nutzungsverhaltens oder bei bestehenden Spulstörungen wichtig, in den Steigungs- und Parallelzonen jeder Wickellage zu messen.

Zur Ermittlung der Durchmesseränderung unter Last kann der Seildurchmesser zusätzlich bei unterschiedlichen Seilzugkräften gemessen werden. Der jeweils anstehende Seilzug ist dabei mit zu notieren. Vom korrekten Durchmesser hängen wesentliche Eigenschaften für den Einsatz des Seils in der Anlage ab. Insbesondere für die mehrlagige Bewicklung von Seiltrommeln ist die Einhaltung des engen Toleranzbereichs für die ordnungsgemäße Funktion in der Mehrlagenwicklung unabdingbar.

Kommt es, ausgelöst durch die Durchmesserabnahme, zu Spulstörungen in der Mehrlagenwicklung, kann ein Seilwechsel erforderlich sein, auch wenn die Ablegereife aufgrund der gleichförmigen Durchmesserabnahme nach ISO 4309 noch nicht erreicht ist. Zur Bestimmung der Ablegereife aufgrund einer zu hohen Durchmesserabnahme wird gemäß ISO 4309 der Prozentwert der gleichförmigen Durchmesserabnahme bestimmt nach der Gleichung:

$$\Delta d = \frac{d_{ref} - d_m}{d} \cdot 100\%$$

mit Δd gleichförmige Durchmesserabnahme
 d_{ref} Referenzdurchmesser, gemessen unmittelbar nach dem Auflegen vor der Belastung mit einer Seilzugkraft; liegt dieser nicht vor, kann der Durchmesser direkt vor der Endverbindung gemessen werden
 d_m gemessener mittlerer Durchmesser
 d Nenndurchmesser

Zur Ermittlung des Ist-Durchmessers eines Drahtseils wird der Durchmesser d_m des Umkreises an mehreren Stellen gemessen, wobei jeweils der kleinste und der größte Wert an einer Messstelle notiert wird. Der

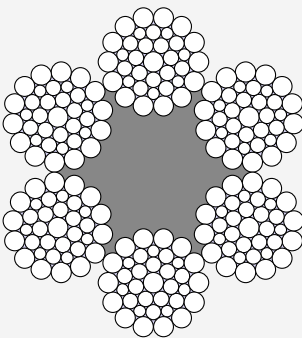
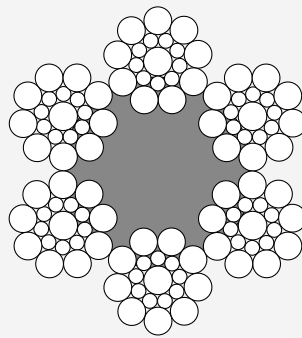
Mittelwert aus kleinstem und größtem Wert ergibt den mittleren Seildurchmesser d_m .

Für den Schweregrad der Ablegereife in Abhängigkeit von der Durchmesserabnahme gelten die folgenden Tabellenwerte. Sie gelten nicht für Seilabschnitte, die mit Überkreuzungsbereichen oder anderen Seilabschnitten zusammenfallen, welche als Folge des Aufwickelns auf eine mehrlagig bewickelte Trommel ähnlich verformt sind.

Generell kommt es durch das Spulen auf Trommeln

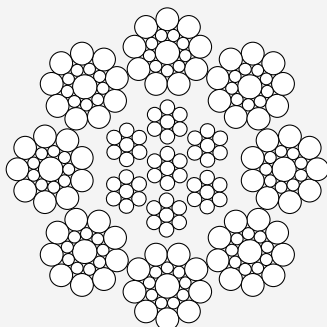
zu Durchmesserreduzierung. Bei Trommeln mit mehrlagiger Bewicklung muss diese in den Parallelzonen gemessen und ermittelt werden. Für Steigungszonen gilt der Mittelwert der Durchmesserreduzierung aus den beiden angrenzenden Parallelzonen. Der daraus ermittelte Schweregrad für die Steigungszone ist mit dem Schweregrad weiterer hier vorliegender Ablegekriterien, z.B. äußerlich sichtbarer Drahtbrüche, zu kombinieren.

Die abgebildeten Seilquerschnitte sind beispielhaft zu verstehen.

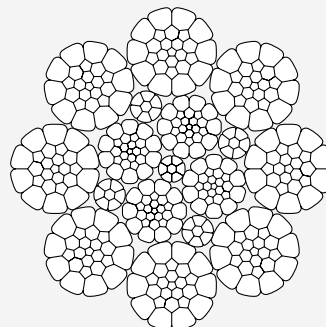
nicht drehungsfreie Seile, einlagig mit Fasereinlage					
Seile mit 5 und 8 Außenlitzen					
Beispiele für Seilquerschnitte					
					
6x36WS FC			6x19S FC		
Bei einer Durchmesserabnahme von					
$\Delta d < 6 \%$	$6 \% \leq \Delta d < 7 \%$	$7 \% \leq \Delta d < 8 \%$	$8 \% \leq \Delta d < 9 \%$	$9 \% \leq \Delta d < 10 \%$	$\Delta d \geq 10 \%$
Schweregrad der Ablegereife					
0 %	20 %	40 %	60 %	80 %	100 % ablegereif

nicht drehungsfreie Seile, einlagig mit Stahleinlage oder doppelt parallele Seile
Seile mit 5 bis 10 Außenlitzen

Beispiele für Seilquerschnitte



8x19S IWRC



8xK26WS PWRC(K)

Bei einer Durchmesserabnahme von

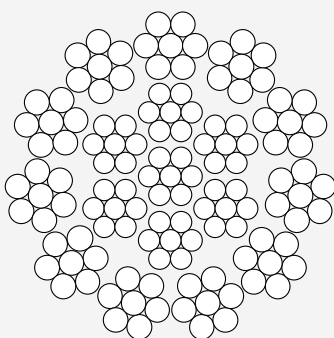
$\Delta d < 3,5 \%$	$3,5 \% \leq \Delta d < 4,5 \%$	$4,5 \% \leq \Delta d < 5,5 \%$	$5,5 \% \leq \Delta d < 6,5 \%$	$6,5 \% \leq \Delta d < 7,5 \%$	$\Delta d \geq 7,5 \%$
---------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	------------------------

Schweregrad der Ablegereife

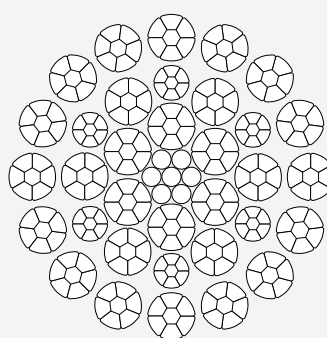
0 %	20 %	40 %	60 %	80 %	100 % ablegereif
-----	------	------	------	------	---------------------

Drehungsarme und äußerst drehungsarme Seile
Seile mit 11 und mehr Außenlitzen

Beispiele für Seilquerschnitte



18x7



35xK7

Bei einer Durchmesserabnahme von

$\Delta d < 1 \%$	$1 \% \leq \Delta d < 2 \%$	$2 \% \leq \Delta d < 3 \%$	$3 \% \leq \Delta d < 4 \%$	$4 \% \leq \Delta d < 5 \%$	$\Delta d \geq 5 \%$
-------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	----------------------

Schweregrad der Ablegereife

0 %	20 %	40 %	60 %	80 %	100 % ablegereif
-----	------	------	------	------	---------------------

Ohne Kenntnis des Seilquerschnitts lässt sich die Einteilung in die richtige der drei genannten Kategorien in den meisten Fällen über die Anzahl der Außenlitzen vornehmen. Ist bei nicht drehungsfreien Seilen unbekannt, ob eine Faser- oder Stahleinlage vorliegt, sollte von einer Stahleinlage ausgegangen werden.

Liegt eine lokal begrenzte Durchmesserabnahme vor, die z. B. durch einen geschädigten Seilkern ausgelöst sein kann, ist das Seil in jedem Fall abzulegen.

8.5 Litzenbruch

Kommt es zu einem Bruch einer kompletten Litze, ist das Seil sofort abzulegen.

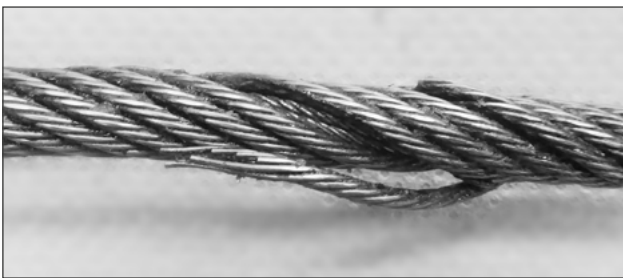


Abb.: Litzenbruch

8.6. Äußere und innere Korrosion

! HINWEIS: Bei allen Unsicherheiten in Zusammenhang mit Korrosion am Seil ist das Seil abzulegen oder Kontakt mit dem Seilhersteller oder Seillieferanten aufzunehmen.

Korrosion entsteht im Allgemeinen aufgrund fehlenden Korrosionsschutzes, d.h. vor allem mangelhafter Schmierung des Seils, sowie als Folge besonderer Umgebungseinflüsse wie Meeresluft oder schadstoffbelastetem Industrieklima. Sie vermindert die Bruchfestigkeit des Drahtseils durch Verringerung des metallischen Seilquerschnitts und beschleunigt die Materialermüdung, indem sie Oberflächenunregelmäßigkeiten verursacht, die wiederum zur Bildung von Spannungsrissen führen. Starke Korrosion kann eine verringerte Elastizität des Drahtseils nach sich ziehen.

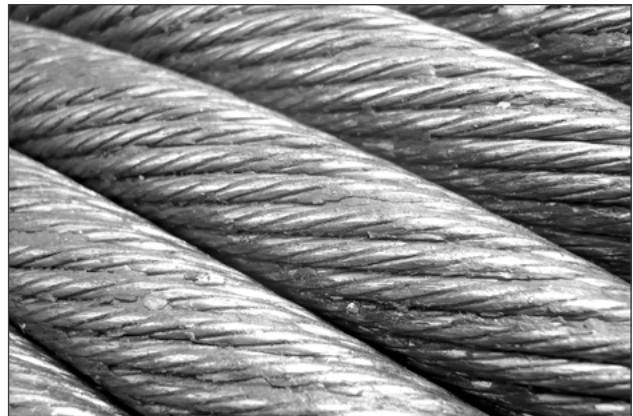


Abb.: Oberflächliche Korrosion "Flugrost"



Abb.: Leichte Korrosion – 0 % - 20 % Schweregrad

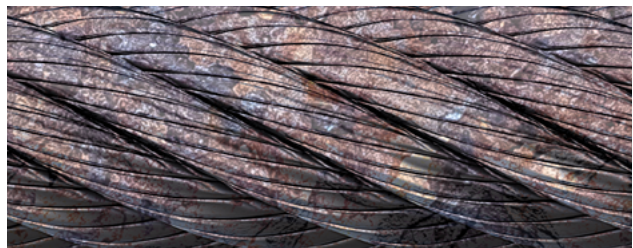


Abb.: Mittelschwere Korrosion – 40 % - 60 % Schweregrad



Abb.: Hochgradige Korrosion 80 % bis 100 % Schweregrad



Abb.: Innere Korrosion - 100 % Ablegereife

Gemäß ISO 4309 werden die folgenden Korrosionserscheinungen unterschieden:

- Oberflächliche Korrosion, „Flugrost“, was durch Abwischen beseitigt werden kann: keine Ablegereife
- Äußere Korrosion mit rauer Drahtoberfläche: bis ca. 60 % Schweregrad der Ablegereife
- Äußere Korrosion mit stark zerfressener Drahtoberfläche, schlaffe Drähte: 100 % Ablegereife
- Innere Korrosion, angezeigt durch austretende Korrosionspartikel: 100 % Ablegereife

8.7. Verformungen und mechanische Beschädigungen

Sichtbare Formänderungen des Drahtseils treten häufig lokal oder über eine kurze Seillänge auf und können zu einer ungleichen Lastverteilung innerhalb des Seils und damit zu einer teilweise erheblichen Beeinträchtigung der Betriebssicherheit führen. Verformte oder beschädigte Bereiche können abgetrennt werden, sofern dadurch nicht der sichere und wirtschaftliche Weiterbetrieb des Seils unmöglich gemacht wird. Sollte diese Maßnahme die Entfernung einer Seilendverbindung bedeuten, kann durch Rücksprache mit dem Seilhersteller oder Seillieferanten geklärt werden, ob ein Ersatz oder eine Reparatur möglich ist.

8.7.1. Korkenzieherartige Verformung

Eine korkenzieherartige Verformung tritt meist als Folge einer Dralleinwirkung in seilzudrehender Richtung auf. Diese Art der Verformung muss nicht unbedingt zu einem Festigkeitsverlust führen, kann jedoch Schwingungen erzeugen, die zu einem ungleichmäßigen Seilbetrieb führen. Nach längerem Betrieb kann dies zu Seilverschleiß und zu Drahtbrüchen, außerdem zu Lagerschäden der Seilscheiben führen. Bei korkenzieherartiger Verformung ist das Drahtseil abzulegen, wenn auf einem geraden Seilabschnitt, der über Seilscheiben oder auf eine Trommel läuft, die Höhe der Welligkeit über einer Geraden $1/10$ des Nenndurchmessers des Seils oder mehr beträgt:
 $g \geq 1/10 \times d$

Auf einem geraden Seilabschnitt, der niemals über oder auf eine Seilscheibe läuft oder auf eine Trommel spult, ist das Seil abzulegen, wenn die Höhe der Welligkeit über einer Geraden $1/3 \times d$ oder mehr beträgt: $g \geq 1/3 \times d$

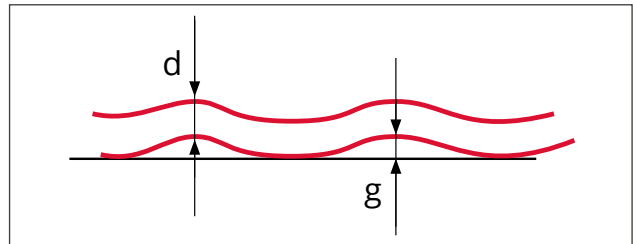


Abb.: Messung Welligkeit

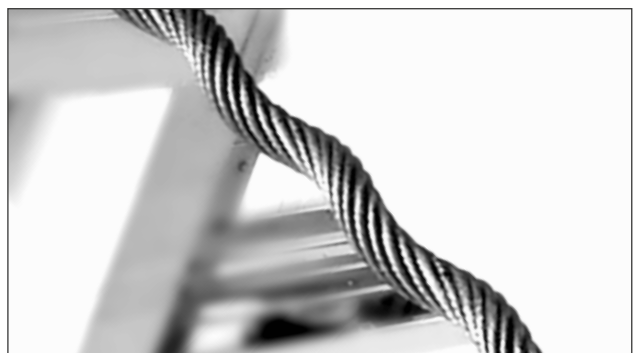
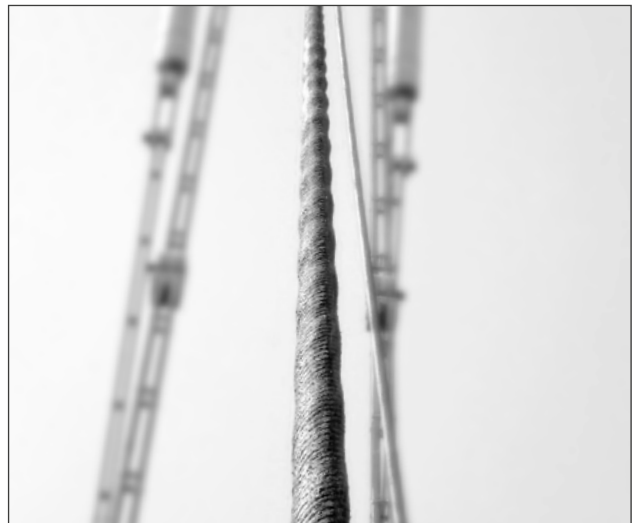


Abb.: Seil mit korkenzieherartiger Verformung

8.7.2. Korbbildung

Eine Korbbildung ist die Folge eines Längenunterschieds zwischen der Seileinlage und den äußeren Litzenlagen. Hierzu kann es durch Einwirkung äußerer Drehmomenteinflüsse auf das Seil wie etwa hohe Schrägzugwinkel beim Lauf über Scheiben kommen, aber auch durch Klemmung des Seils und vor allem der äußeren Litzenlage beim Lauf über eingelaufene Seilscheiben ► Lockerung des Seilgefüges!

In jedem Fall wird die gleichmäßige Lastverteilung auf den gesamten Querschnitt dadurch unmöglich gemacht. Drahtseile mit Korbbildung sind deshalb unverzüglich abzulegen.

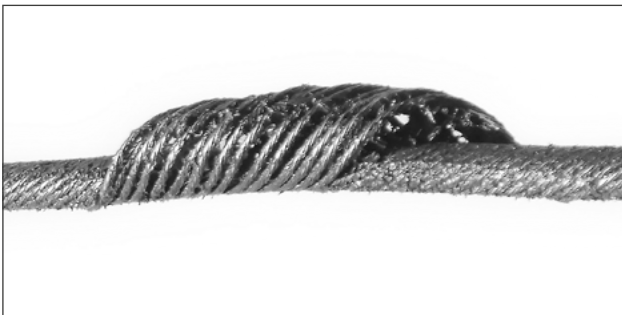


Abb.: Korbbildung

8.7.3. Heraustretende oder verformte Einlage oder Litze

Hierbei handelt es sich um eine Sonderform der Korbbildung, bei der eine ungleiche Belastung oder Verdrehung einzelner Litzen oder Litzenlagen dadurch angezeigt wird, dass entweder die Einlage (oder bei drehungsarmen Seilen der Seilkern) zwischen den Außenlitzen heraustritt oder dass eine Außenlitze des Seils aus dem Seilverband heraustritt.

Seile, bei denen es zu Heraustreten oder Verformung des Seilkerns oder einer Litze kommt, sind unverzüglich abzulegen.

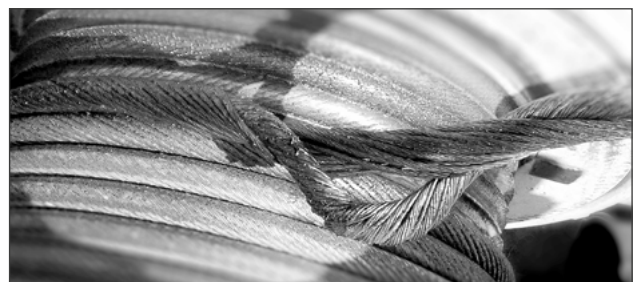


Abb.: Austritt der Stahleinlage beim nicht drehungsfreien (oben) und beim drehungsarmen (unten) Seil

8.7.4. Schlaufenbildungen

Schlaufenbildungen von Drähten können infolge erhöhter innerer Reibung zwischen Drähten und Litzen in Zusammenhang mit hoher Biegebeanspruchung des Seils entstehen. Seile mit Schlaufenbildung, d.h. austretenden Drähten ohne sichtbare Drahtbruchenden, sind unverzüglich abzulegen. Bei der Schlaufenbildung wölben sich einzelne Drähte oder Gruppen von Drähten häufig an der Seilseite auf, die der Seilscheibenrinne gegenüberliegt, wodurch Schlaufen (Aufdoldungen) entstehen.



Abb.: Schlaufenbildung

8.7.5. Lokale Erhöhung des Seildurchmessers

Durch Verformung der Seileinlage oder ein Aufquellen der Fasereinlage kann es während des Betriebs zu einer lokalen Erhöhung des Seildurchmessers kommen. Das Ablegen wird empfohlen, wenn diese Erhöhung bei Seilen mit Stahleinlage einen Wert von 5 %, bei Seilen mit Fasereinlage einen Wert von 10 % überschreitet.

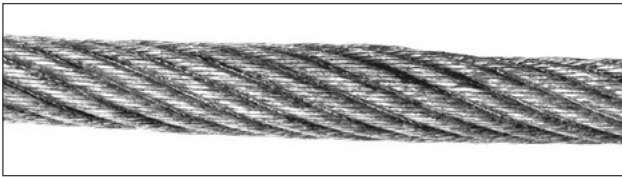


Abb.: Lokale Zunahme des Seildurchmessers aufgrund einer Verformung der Einlage

$$V = \frac{(d_{\max} - d_{\min})}{d} \cdot 100\%$$

Verformung $V \geq 10 \%$	50 % Schweregrad
Verformung $V \geq 20 \%$	100 % Schweregrad – Ablegereife erreicht!

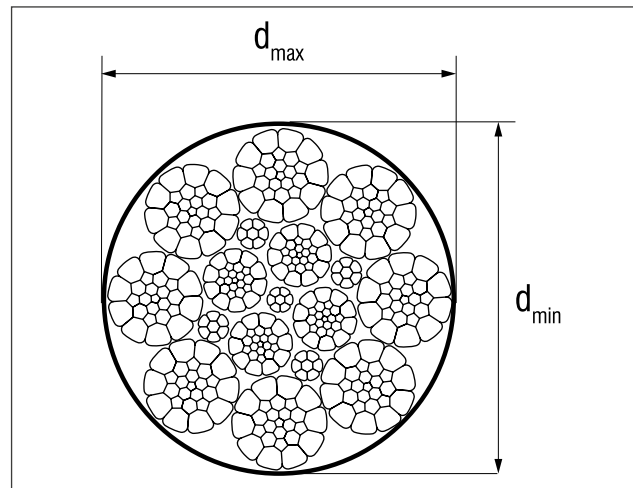


Abb.: Messung der Verformung

8.7.6. Abplattungen von Seilabschnitten

Durch Abplattungen kommt es im Drahtseil, insbesondere beim Lauf über Seilscheiben, schneller zu Beschädigungen, es treten Drahtbrüche auf und die Seilscheibe kann beschädigt werden. Vor allem bei stehenden Seilen neigen abgeplattete Seilabschnitte schneller zu Korrosion. In solchen Fällen ist je nach Schwere der Abplattung das Ablegen des Seils zu erwägen oder der Seilhersteller oder Seillieferant hinzuzuziehen.

Seile mit Abplattungen, verursacht durch unsachgemäße mechanische Beschädigung (z. B. Seil eingeklemmt), sind unverzüglich abzulegen oder zu kürzen. Abgeplattete Seilstellen müssen in kürzeren Zeitabständen insbesondere auf die Entwicklung von Drahtbrüchen sowie Korrosion überwacht werden.



Abb.: Abplattung

Bewertung der Abplattung bei Mehrlagenwicklung:
Seile mit Abplattungen verursacht durch die Steigungszonen der Mehrlagenwicklung sind in Kombination mit anderen Ablegekriterien anhand der Einstufung ihres Verformungsgrades zu bewerten:

- Messung des maximalen Durchmessers $d_{\max}$ an der abgeplatteten Stelle
- Messung des minimalen Durchmessers $d_{\min}$ an der abgeplatteten Stelle
- Berechnung der Verformung V bezogen zum Seilennendurchmesser:

8.7.7. Klanken oder zugezogene Seilschlingen

Eine Klanke oder zugezogene Seilschlinge ist eine Verformung, die durch eine Schlinge im Drahtseil entsteht, die zugezogen wurde, ohne dass sich das Seil um seine eigene Achse drehen konnte. Dadurch entsteht ein Ungleichgewicht der Seilschlaglänge, die zu übermäßigem Verschleiß führt. Das Drahtseil ist verformt, so dass nur ein Bruchteil der ursprünglichen Festigkeit erhalten bleibt.



Abb.: Klanke

Seile mit Klanken oder zugezogenen Seilschlingen sind unverzüglich abzulegen.

8.7.8. Knicke

Knicke sind winklige Verformungen des Seils, die durch äußere Einflüsse verursacht wurden.

Bei schwerwiegender Verformung kommt es zu übermäßigem Verschleiß des Drahtseils. Seile mit Knicken sind deshalb unverzüglich abzulegen.

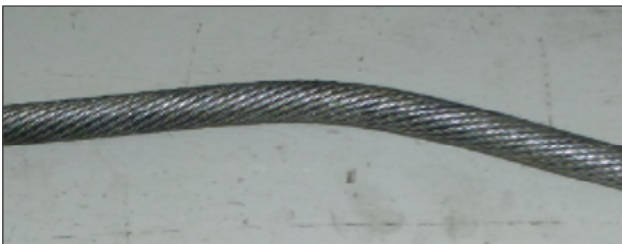


Abb.: Knick

8.8. Beschädigungen durch Hitzeeinwirkung oder Lichtbögen

Drahtseile, die einer außergewöhnlichen Wärme-/ Hitzeeinwirkung ausgesetzt waren sind unverzüglich abzulegen. Dies kann von außen durch im Drahtseil auftretende (Anlass-)Verfärbungen und/oder einen deutlichen Verlust von Schmiermittel erkennbar sein.

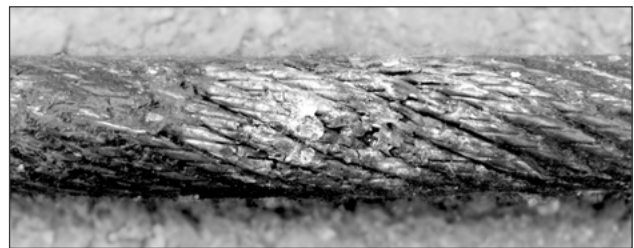
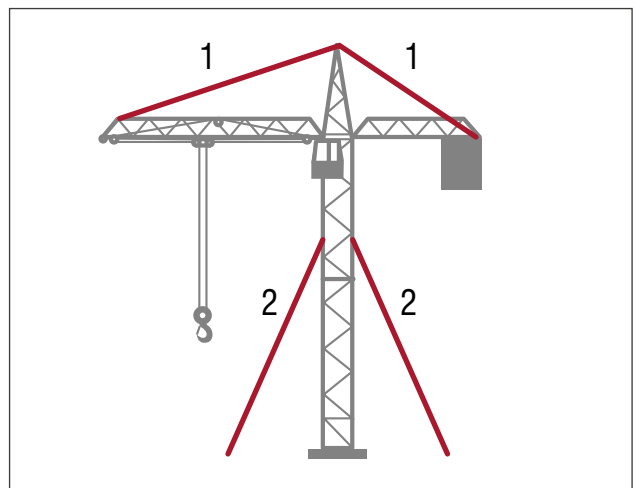


Abb.: Kontakt mit Hochspannungsleitung

9. Inspektion und Ablegereife von stehenden Seilen

Gegenstand

Stehende Seile im Sinne dieser Betriebsanleitung sind stationär eingebaute Drahtlitzenseile, die nicht über Rollen oder Trommeln geführt sind und nicht von Rollen befahren werden. Im Wesentlichen handelt es sich hierbei um Halte- und Abspannseile.



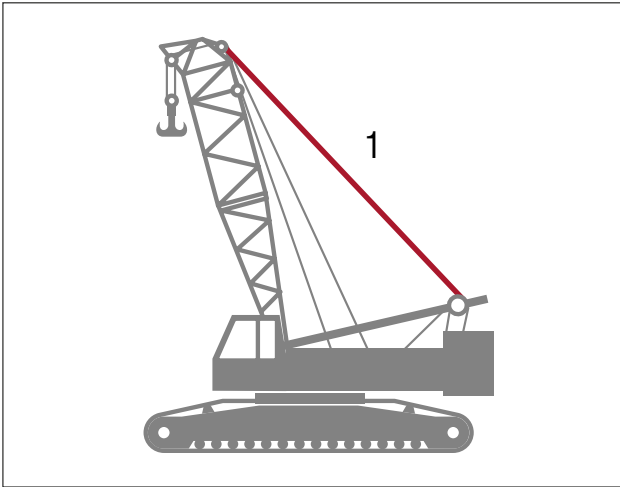


Abb.: Typische Beispiele stehender Seile in Krananwendungen

9.1. Inspektion und Ablage

9.1.1. Allgemeines

Der sichere Einsatz von stehenden Drahtseilen wird grundsätzlich durch die Richtlinien gemäß den Kapiteln 7 + 8 bestimmt. Sofern keine gegenteiligen Anweisungen im Handbuch des Anlagenherstellers vorliegen, sind die allgemeinen Grundsätze für Inspektion gemäß den Kapiteln 7 + 8 sowie die hier angegebenen Empfehlungen zu befolgen.

9.1.2. Häufigkeit der Inspektion

Aufgrund der Einbausituation von stehenden Seilen sind diese häufig nicht oder nur teilweise zugänglich. Daher ist eine tägliche Sichtprüfung sowie eine regelmäßige Inspektion gemäß den Kapiteln 7 + 8 erschwert bzw. nur durch eine teilweise Demontage möglich.

Es wird daher empfohlen, in Abhängigkeit des Anlagentyps, der vorliegenden Nutzungs- und Umweltbedingungen sowie der Häufigkeit der Verwendung betriebsabhängige Prüfintervalle festzulegen (z. B. über die Seilbetriebsstunden), die den zeitlichen Abstand der regelmäßigen Inspektionen festlegen sowie gegebenenfalls auch ein betriebs- und zeitabhängiges Ablegekriterium, das die generelle Ablage der Seile auch ohne äußerlich erkennbare Mängel zur Folge hat.

9.1.3. Umfang der Inspektion

Bei der Inspektion von stehenden Seilen wird empfohlen, zusätzlich zu der freien Seillänge besonderes Augenmerk und entsprechende Sorgfalt auf nachfolgende Bereiche der Seile zu legen:

Seilbereiche nahe den Endverbindungen

Das Seil ist nahe der Endverbindung zu inspizieren, besonders an der Eintrittsstelle in die Endverbindung, da diese Stelle besonders anfällig für durch Vibration und andere dynamische Effekte verursachte Drahtbrüche ist. Das Seil sollte auf Drahtlockerungen überprüft werden, was auf Drahtbrüche in der Endverbindung hinweisen kann.

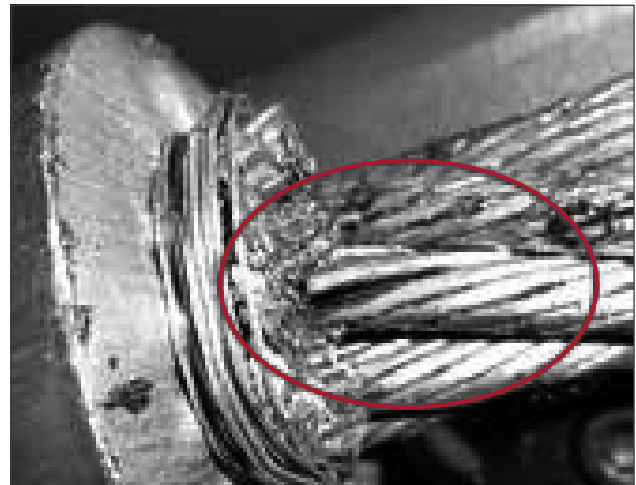


Abb.: schwer erkennbarer Drahtbruch am Austritt einer Aluminium-Pressklemme

Besonders bei Seilen, die in aggressiver Umgebung (Salzwasser, Industriedämpfe usw.) genutzt werden, ist das Seil direkt am Austritt aus der Endverbindung auf Korrosion zu untersuchen. Durch die Lage der Endverbindungen (z. B. über Kopf) kann sich hier ein korrosives Medium ansammeln und zu Korrosion führen.

Endverbindungen

Die Endverbindungen sind auf Verformungen, Risse, Korrosion mit Narbenbildung (kein Flugrost) und weitere Besonderheiten zu prüfen.

Besonderheiten typischer Endverbindungen:

Bei vergossenen Endverbindungen ist ein gegebenenfalls vorhandener Abbund zur Prüfung zu entfernen. Weiterhin muss der Vergusskegel auf ein übermäßiges Austreten aus der Vergusshülse (Kegelsetzung) geprüft werden.

Anmerkung: Eine geringe Kegelsetzung ist bei vergossenen Seilenden üblich und ist zwingend für die Lastübertragung notwendig.

Verpresste Endverbindungen mit Aluminium-Pressklemmen oder Stahl-Fittings müssen auf Risse im Verpressbereich der Pressklemme oder des Fittings und auf Rutschen des Drahtseils geprüft werden. Seilenden mit lösbaren Endverbindungen (z.B. Seil-schloss oder Drahtseilklemme) sind auf Drahtbrüche und Korrosion im geklemmten Seilbereich, Durchrutschen des Seils und Lockern der Befestigungsschrauben zu prüfen.



Abb.: Übermäßiges Herausrutschen des Vergusskegels aus der Vergusshülse



Abb.: Normale Kegelsetzung



Abb.: Risse in einer Vollkausche



Abb.: Riss im Verpressbereich einer Aluminium-Pressklemme

Teile des Seils, die weitere Bauteile berühren (z. B. Seilsättel)

Stehende Seile sind besonders innerhalb solcher Bereiche auf Drahtbrüche, äußeren mechanischen Verschleiß und Korrosion zu prüfen, die externe Bauteile (z. B. Seilsättel) berühren. Ein Ausbau der Seile kann hierfür notwendig sein.

9.1.4. Ablegekriterien

Grundsätzlich gelten die in den Kapiteln 7 + 8 beschriebenen Ablegekriterien.

Abweichend zu den in den Kapiteln 7 + 8 aufgeführten Ablegekriterien wird aufgrund der schnellen Drahtbruchentwicklung empfohlen, stehende Seile beim Auftreten eines Drahtbruchs am Austritt der Endverbindung abzulegen.

10. Demontage von Drahtseilen

Es sind die unter Kapitel 4. Seilmontage beschriebenen Hinweise analog zu beachten.

11. Entsorgung von Drahtseilen

 **HINWEIS:** Vorsicht beim Umgang mit verschlissenen Drahtseilen oder beschädigten (abstehenden) Drähten. Es besteht Verletzungsgefahr durch herausstehende Drähte.

 **HINWEIS:** Bewahren Sie abgelegte Drahtseile an einem sicheren Ort auf und kennzeichnen Sie diese als demontierte und verschlissene Seile, die nicht mehr verwendet werden dürfen.

Stahldrahtseile können als normaler Stahlschrott entsorgt werden. Nationale Richtlinien sind zu beachten.

12. Normative Verweise

Folgende Normen sind für Seile gemäß DIN EN 12385-4 anzuwenden und zu dieser Bedienungsanleitung zu beachten:
DIN EN 12385-1/-2/-3/-4

DIN EN 13411-1/-2/-3/-4/-5/-6/-8/-9

DIN ISO 4309

in den jeweils gültigen Versionen.

Weitere spezifische Normen oder nationale Vorschriften sind ebenfalls zu beachten.

13. Berichtsvorlagen

Siehe Vorlagen gem. DIN ISO 4309, Anhang E1/E2/E3

Hier finden Sie alle unsere Downloads:



Teufelberger Seil Ges.m.b.H.

Böhmerwaldstraße 20
4600 Wels, Austria
T +43 (0) 7242 615-0
E wirerope@teufelberger.com

www.teufelberger.com

Redaelli Tecna S.p.A.

Via Alessandro Volta,
1620093 Cologno Monzese (MI), Italy
T +39 (0) 2 253071
E wireropes@redaelli.com

www.teufelberger-redaelli.com

Kontakt

EWRIS e. V.
European Federation of
Steel Wire Rope Industries

Kaiserswerther Str. 137
D-40474 Düsseldorf

Telefon: +49 211 4564-238
E-Mail: wagner@ewris.eu