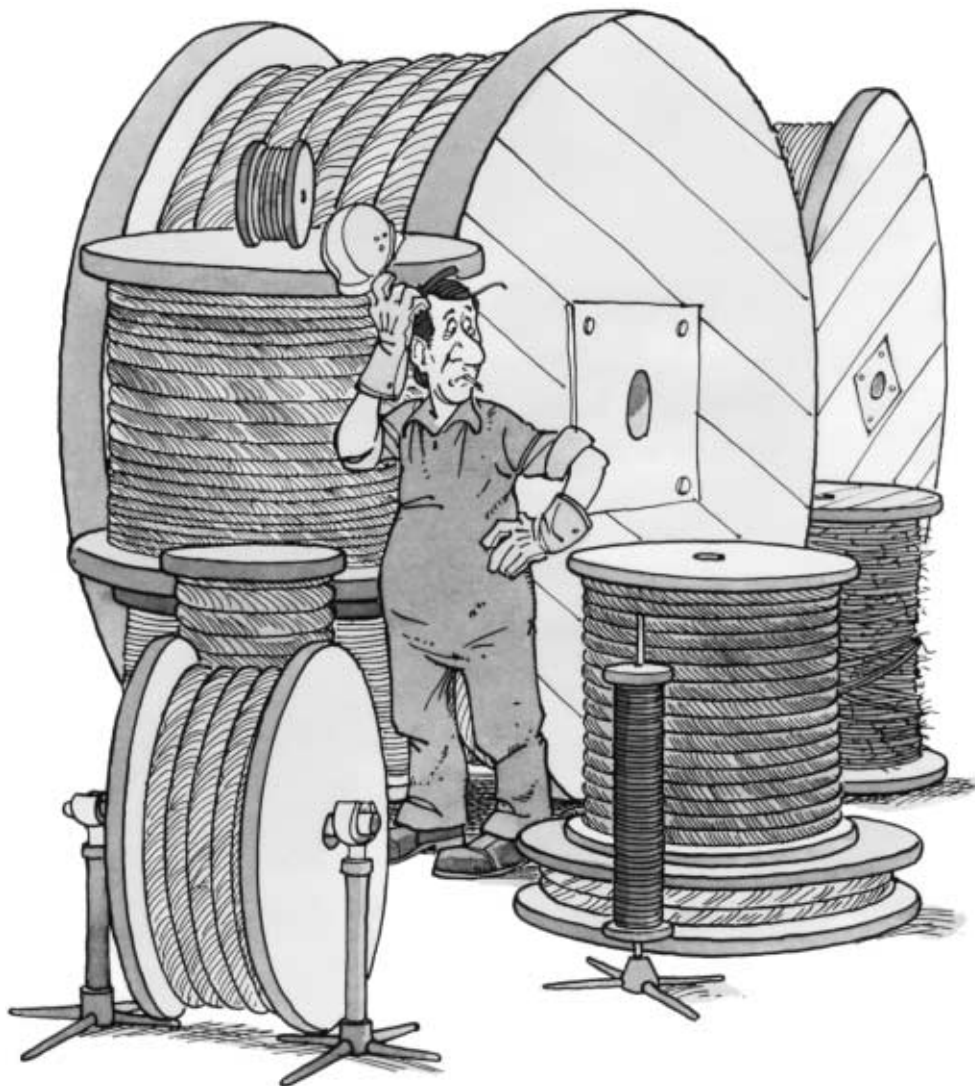


Die Auswahl der geeignetsten Seilkonstruktion



Die Auswahl der geeignetsten Seilkonstruktion

Die Vielfalt der heute angebotenen Drahtseilkonstruktionen macht es selbst dem Fachmann nicht gerade leicht, die für den jeweiligen Anwendungsfall am besten geeignete Machart auszuwählen. In diesem Kapitel werden zunächst einige allgemeine Entscheidungshilfen gegeben. Im Anschluß wird eine Entscheidungstabelle vorgestellt, mit deren Hilfe die Eigenschaften der bestmöglich geeigneten Drahtseilkonstruktion definiert werden können.

Seile mit Fasereinlage, Seile mit Stahleinlage oder Seile mit Kunststoffzwischenlage?

Im einfachsten Fall werden Drahtseile durch die Verseilung von Stahllitzen um eine Fasereinlage hergestellt (Bild 1). Die Fasereinlage dient im neuen Seil als elastische Auflage für die Außenlitzen und als Schmiermittelreservoir. Ihre Kompressibilität vermeidet Spitzenspannungen unter dynamischer Beanspruchung.

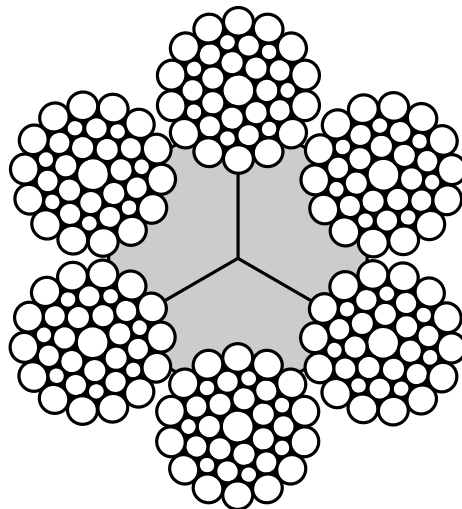


Bild 1: Drahtseil mit Fasereinlage (6 x 36 FE)

Diese Vorteile können sich jedoch im Gebrauch schnell in Nachteile verwandeln. Der Schmiermittelvorrat ist in der Regel nach kurzer Zeit aufgebraucht, und dann dient die Fasereinlage als Speicherreservoir für Feuchtigkeit aus der Umgebungsluft. Auch verändert sich die Seilgeometrie infolge der hohen Verformbarkeit der Fasereinlage mit zunehmender Einsatzdauer, was zur Berührung benachbarter Außenlitzen und zum vorzeitigen Seilversagen führt. Insbesondere bei hohen Querkräften, wie sie beispielsweise bei der Mehrlagenspaltung auftreten können,

sind Seile mit Fasereinlage nicht ausreichend formstabil.

Vorteile bieten hier Vollstahlseile, d. h. Drahteile mit Stahleinlage: Die geringe Nachgiebigkeit des Seilkerns bewirkt eine besonders hohe Formstabilität der Seile. Der höhere Metallquerschnitt der Vollstahlseile führt bei gleichen äußeren Lasten zu einer erheblich geringeren spezifischen Belastung der Einzeldrähte, was sich sehr vorteilhaft auf die Seillebensdauer auswirkt.

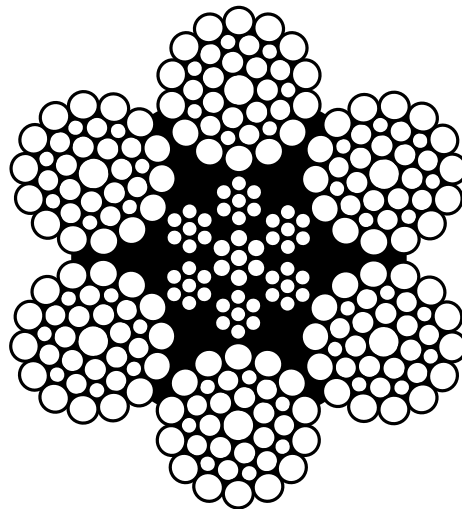


Bild 2: Drahtseil mit Stahleinlage (6 x 36 SES)

Doppelparallelverseilte Seile stellen eine Sonderform der Vollstahlseile dar: Während bei Vollstahlseilen mit unabhängiger Stahleinlage (Bild 2) extreme Überkreuzungen zwischen der Stahleinlage und den Außenlitzen auftreten können, liegen hier sämtliche Litzen parallel zueinander (Bild 3). Während die Draht- und Litzenüberkreuzungen der konventionellen Verseilung zu hohen punktförmigen Belastungen und zu frühzeitiger Zerstörung im Seilinneren führen können, erzeugt die linienförmige Berührung der Seilelemente bei der Parallelverseilung optimale Auflageverhältnisse.

Durch die Parallellage aller Elemente können Seile in Doppelparallelmachart erheblich kompakter hergestellt werden und weisen daher einen deutlich höheren Metallquerschnitt und eine deutlich höhere Bruchkraft auf als Vollstahlseile mit unabhängiger Stahleinlage.

Drahtseile mit Kunststoffzwischenlage (Bild 4) vereinen die Vorteile der Fasereinlage (eine weiche Auflage für die Außenlitzen) mit den Vorteilen der Vollstahlseile (hohe Formstabilität, erheblich höherer Metallquerschnitt, deutlich höhere Bruchkraft). Bei Seilen mit Kunststoffzwischenlage wird ein in allen Fertigungsstufen intensiv geschmiertes Vollstahlherzseil mit einem Kunststoffmantel umhüllt.

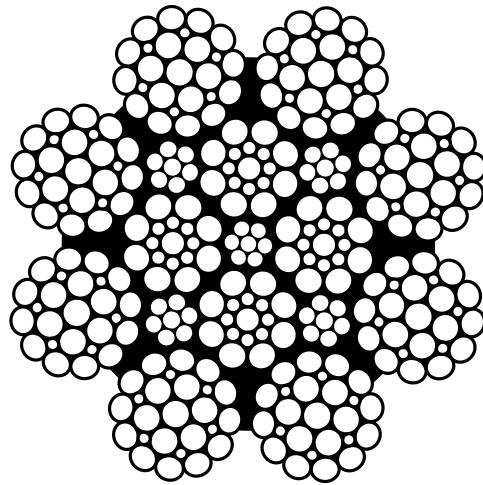


Bild 3: Doppelparallelseil

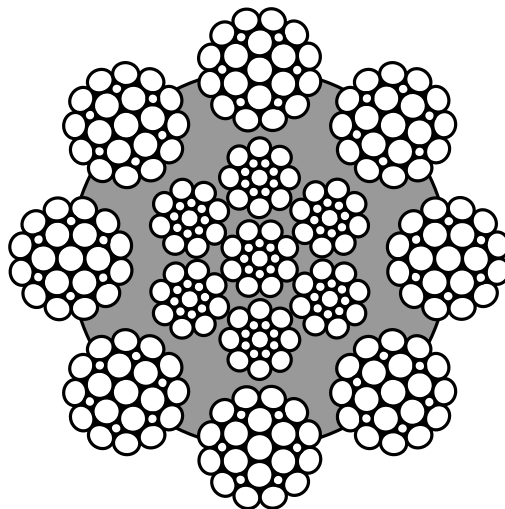


Bild 4: Drahtseil mit Kunststoffzwischenlage

In diesen Mantel werden im plastischen Zustand die Außenlitzen eingelegt.

Die Kunststoffzwischenlage fixiert die relative Lage der Außenlitzen zum Kernseil und wirkt somit wie ein Korsett, welches selbst unter stärksten äußeren Beanspruchungen ein stabiles Seilgefüge garantiert und beispielsweise äußerst wirksam einer Korbbildung entgegenwirkt.

Die Kunststoffzwischenlage schließt das Schmiermittel des Kernseiles ein, so daß während des Betriebes für eine gute Schmierung der Stahleinlage gesorgt ist, und

schließt gleichzeitig Wasser und Umgebungsschmutz aus. Stege zwischen den Außenlitzen verhindern deren gegenseitige Berührung unter Einwirkung äußerer Kräfte, zum Beispiel unter der hohen Belastung der Mehrlagenspulung.

Die Kunststoffzwischenlage stabilisiert das Seil auch während des Montagevorgangs. Daher können auch Gleichschlagseile mit Kunststoffzwischenlage problemlos montiert werden.

Bei Auftreten dynamischer Belastungen wirkt die elastische Kunststoffzwischenlage wie ein Stoßdämpfer und reduziert die Spannungsspitzen im Seil erheblich. Seile mit Kunststoffzwischenlage sollten insbesondere dort eingesetzt werden, wo große Seilablenkwinkel auftreten, die bei konventionellen Seilen zu Korbbildungen führen würden, ferner überall dort, wo starke mechanische Beanspruchungen auftreten (Mehrlagenspulung) und beim Auftreten hoher dynamischer Lasten.

Kreuzschlagseile oder Gleichschlagseile?

In Kreuzschlagseilen (Kurzzeichen zS oder sZ) liegen die Außendrähte an der Seiloberfläche etwa in Richtung der Seilachse (Bild 5). In den meisten Anwendungen sind Kreuzschlagseile geeigneter als Gleichschlagseile. Bei Kreuzschlagseilen treten äußere Drahtbrüche im allgemeinen früher auf als bei Gleichschlagseilen, was einen großen Zugewinn an Sicherheit bedeutet. Denn nur, wenn sich die zunehmende Seilschädigung durch äußere Drahtbrüche darstellt, kann ein Drahtseil rechtzeitig abgelegt werden.



Bild 5: Kreuzschlagseil

In Gleichschlagseilen (Kurzzeichen sS oder zZ) liegen die Außendrähte stark geneigt zur Seilachse (Bild 6).



Bild 6: Gleichschlagseil

Wegen der besseren Auflageverhältnisse in der Seilrille werden Gleichschlagseile bevorzugt dort eingesetzt, wo die Drahtseile mit sehr hohen Totlasten arbeiten (beispielsweise bei Schleusenseilen). Insbesondere bei Mehrlagenspulung sind Gleichschlagseile Kreuzschlagseilen weit überlegen, da sich die Außendrähte benachbarter Seilstränge nicht ineinander verhaken und gegenseitig beschädigen können.

Linksgängige oder rechtsgängige Seile?

Die Wahl der richtigen Schlagrichtung des Drahtseiles ist für das ordnungsgemäße Funktionieren eines Seiltriebes von entscheidender Bedeutung. Unter Last hat jedes Drahtseil das Bestreben, sich aufzudrehen. Daher wird man die Seilschlagrichtung so wählen, daß dieses Aufdrehbestreben möglichst nicht noch durch die Seiltrommel und durch die Einsicherung unterstützt, sondern im Gegenteil sogar durch diese kompensiert wird.

Ein linksgängiges Seil wird beispielsweise auf einer linksgeschnittenen Trommel aufgedreht, eine rechtsgeschnittene Trommel jedoch würde dem Aufdrehbestreben des Seiles entgegenwirken.

Die Seilschlagrichtung auf einer einlagigen Seiltrommel

Bei einer einlagigen Trommel sollte die Wahl der Schlagrichtung entgegengesetzt zur Gangrichtung der Trommel gewählt werden.

**rechtsgängige Trommel:
linksgängiges Seil**

**linksgängige Trommel:
rechtsgängiges Seil**

Die Seilschlagrichtung auf einer mehrlagigen Seiltrommel

Bei der Mehrlagenspulung, wo ja die Gangrichtung der Trommel von Lage zu Lage wechselt, sollte die Schlagrichtung des Seiles der Lage angepaßt werden, die die größte Seilarbeit verrichtet.

**rechtsgängige Lage:
linksgängiges Seil**

**linksgängige Lage:
rechtsgängiges Seil**

Die Seilschlagrichtung bei einer mehrsträngigen Einscherung

Im Falle eines vielfach eingesicherten Seiltriebes ist häufig der Einfluß des Ablenk-
winkels zwischen den Seilrollen größer als der Einfluß der Seiltrommel selbst. In
diesem Fall sollte die Schlagrichtung des Seiles der Einscherung angepaßt werden:

**rechtsgängige Einscherung:
linksgängiges Seil**

**linksgängige Einscherung :
rechtsgängiges Seil**

Und so bestimmen Sie die Gangrichtung der Seiltrommel oder Einscherung: Sie
stellen sich an den Festpunkt des Seiles auf der Trommel und folgen mit dem Finger
den Windungen des Seiles vom Festpunkt bis zum ablaufenden Strang. Wenn Sie
hierzu den Finger im Uhrzeigersinn bewegen, ist die Trommel (die Einscherung)
rechtsgängig und benötigt ein linksgängiges Seil (Bild 7). Wenn Sie hierzu den
Finger entgegen dem Uhrzeigersinn bewegen müssen, ist die Trommel (die Ein-
scherung) linksgängig und benötigt ein rechtsgängiges Seil (Bild 8).

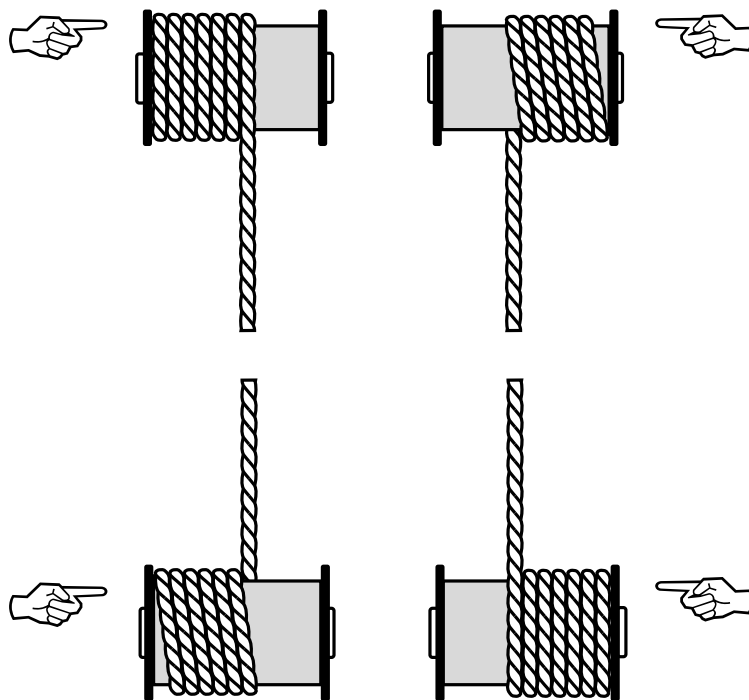


Bild 7: Rechtsgängige Trommeln mit linksgängigen Seilen

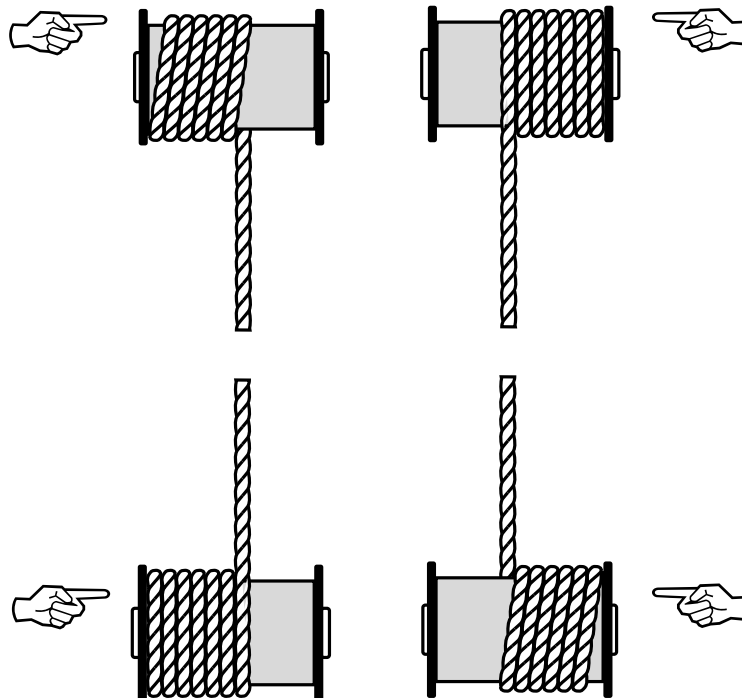


Bild 8: Linksgängige Trommeln mit rechtsgängigen Seilen

Drehungsfreie oder nicht- drehungsfreie Seile?

Nicht- drehungsfreie Drahtseile erzielen unter sonst gleichen Voraussetzungen höhere Biegewechselzahlen als drehungsarme oder drehungsfreie Seile. Sie sind wegen der größeren Litzendurchmesser auch robuster. Ferner neigen sie weniger stark zur Korb- bzw. Klankbildung bei gewaltsamer Verdrehung (zum Beispiel durch große Ablenkwinkel). Wenn also nicht andere Gründe den Einsatz drehungsarmer Seile nahelegen, wird man dem nicht- drehungsfreien Seil den Vorzug geben.

Nicht- drehungsfreie Drahtseile müssen immer gegen Aufdrehen gesichert werden, sie dürfen beispielsweise nicht an einem Wirbel befestigt werden. Ansonsten besteht die Gefahr, daß sich die Seile immer wieder bei Belastung auf- und bei Entlastung zudrehen. Dieser Mechanismus kann, insbesondere im Bereich der Endbefestigung, zu einer Torsionsermüdung der Seildrähte führen.

Aber auch ohne das Auftreten von Drahtbrüchen kann die Bruchkraft des Seiles im aufgedrehten Zustand weniger als die Hälfte des ursprünglichen Wertes betragen. Verdreht arbeitende Seile neigen zudem zur Korb- bzw. Klankbildung und bei Entlastung zur Klankbildung, die bei erneuter Belastung zum Seilriß führen kann.

Bild 9 zeigt ein nur bedingt drehstabiles Drahtseil 18 x 7 nach DIN 3069, Bild 10 ein drehungsfreies Spezialseil.

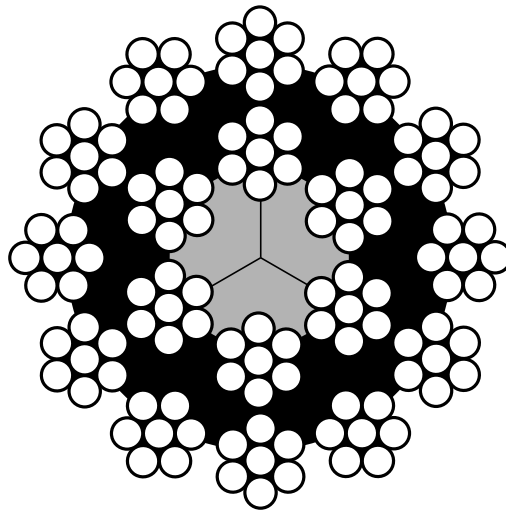


Bild 9: Drehungsarmes Drahtseil 18 x 7 (DIN 3069)

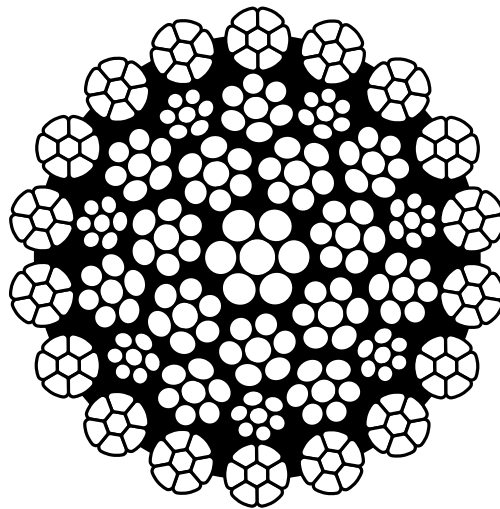


Bild 10: Drehungsfreies Spezialdrahtseil

Einsträngiger Betrieb

Beim einsträngigen Heben von geführten Lasten mit gegen Verdrehung gesichertem Festpunkt sind nicht drehungsfreie Drahtseile geeigneter als drehungsfreie. Beim einsträngigen Heben von ungeführten Lasten ist aber wegen der oben beschriebenen Gefahren die Verwendung von drehungsarmen oder drehungsfreien Seilen in DIN 15 020 vorgeschrieben.

Mehrsträngiger Betrieb mit gegen Verdrehen gesichertem Seilfestpunkt

Unter gewissen geometrischen Voraussetzungen, zum Beispiel bei großer Hubhöhe, kleiner Basisbreite der Unterflasche oder unter dem Einfluß von Störgrößen (z. B. Windeinfluß oder Drehmoment infolge des Schwenkens des Kranes) besteht bei mehrsträngigem Betrieb die Gefahr, daß die Seilstränge unter Last zusammenschlagen. Hier müssen entweder paarweise linksgängige und rechtsgängige nicht-drehungsfreie Seile eingesetzt werden, deren Drehmomente sich gegenseitig aufheben, oder aber drehungsarme oder drehungsfreie Seile.

Grundsätzlich sollten Krane, die der Hersteller in der Erstausrüstung mit drehungsfreien Seilen ausgeliefert hat, auch später wieder mit drehungsfreien Seilen beseilt werden.

Mehrsträngiger Betrieb mit Wirbel an der Seilendbefestigung

Ein nicht-drehungsfreies Drahtseil könnte sich unter Belastung am Wirbel aufdrehen, was zu den oben beschriebenen Problemen des Bruchkraftverlustes, der Torsionsermüdung und der Gefahr der Klanken- oder Korbbildung führen könnte. Somit ist bei Verwendung eines Wirbels der Einsatz eines drehungsfreien Seiles unbedingt erforderlich. Da es hierfür leider keine zwingende Vorschrift gibt, stellt die Verwendung von Wirbeln mit nicht-drehungsfreien Drahtseilen immer noch eine sehr häufige Unfallursache dar.

Seildrähte mit hoher oder mit niedriger Festigkeit?

Die Wahl der Festigkeit richtet sich zunächst nach der geforderten Bruchkraft. Seile in Festigkeit 1770N/mm^2 und 1960N/mm^2 weisen unter sonst gleichen Bedingungen in etwa vergleichbare Biegegewecheleistungen auf. In der Regel wird man, sofern die geforderte Bruchkraft hier ausreichend ist, Seile in den Festigkeiten 1770N/mm^2 und 1960N/mm^2 einsetzen.

Seile aus Drähten höherer Festigkeiten sollten nur dann eingesetzt werden, wenn die geforderten Bruchkräfte nicht auf anderem Wege (beispielsweise durch Verwendung von Seilkonstruktionen mit höherem Füllfaktor) erreicht werden können.

Blanke Seile oder verzinkte Seile?

In der Regel werden laufende Seile in blanker, geschmierter Ausführung geliefert. Stehende Seile werden üblicherweise in verzinkter Ausführung gefertigt. Natürlich können aber auch laufende Seile, insbesondere für den Einsatz in korrosiver Umgebung, in verzinkter Ausführung geliefert werden.

Es ist jedoch ein weit verbreiteter Trugschluß, daß laufende Seile aus verzinkten Drähten nicht geschmiert werden müssen: Die Verzinkung übernimmt nur eine der Aufgaben der Drahtseilschmierung, nämlich den Korrosionsschutz. Die zweite Aufgabe des Schmiermittels, nämlich die Reibung zwischen den vielen Seilelementen beim Lauf über Rollen zu verringern, kann die Verzinkung nur unzureichend erfüllen. Daher dürfen stehende Seile aus verzinkten Drähten sehr wohl ungeschmiert eingesetzt werden, bei laufenden Seilen ist aber bei Verzicht auf die Seilschmierung mit einem starken Abfall der Seillebensdauer zu rechnen.

Verzinkte Drahtseile haben in Europa, im Gegensatz zu beispielsweise den USA, die gleiche Bruchkraft wie blanke Drahtseile. Zwar sinkt beim Verzinkungsprozeß die Festigkeit des Seildrahtes ab, jedoch wird dies bei der Drahterstellung insofern berücksichtigt, als man die Drähte zuvor auf entsprechend höhere Werte zieht.

Seile aus konventionellen oder aus verdichteten Litzen?

Bei der Herstellung verdichteter Litzen werden zunächst in bekannter Weise Runddrähte zu konventionellen Litzen geschlagen. Diese werden anschließend in einem Ziehwerkzeug plastisch verformt. Hierbei wird der Durchmesser der Litze verringert und ihre Oberfläche geglättet. Die Berührungslinien der Einzeldrähte verbreitern sich zu Berührungsflächen (Bild 11).

Seile aus verdichteten Litzen haben eine höhere Bruchkraft und Flexibilität als gleichartige Seile aus konventionellen Litzen und schmiegen sich besser an die Seilrollen an. Wegen des höheren Metallquerschnitts der Außendrähte sind sie auch widerstandsfähiger gegen Abrieb und Korrosion.

Bei Drahtseilen aus verdichteten Litzen können sich die Außendrähte von Außenlitzen benachbarter Seilstränge nicht ineinander verzahnen, daher eignen sich Drahtseile mit verdichteten Außenlitzen besonders für die Mehrlagenspülung.

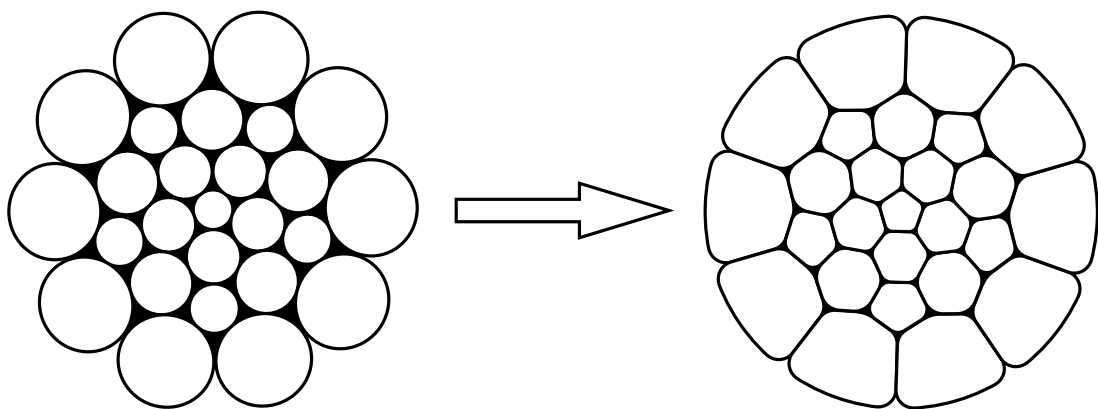


Bild 11: Die Verdichtung einer Litze

Die Entscheidungstabelle

Bild 12 zeigt eine Entscheidungstabelle, deren 10 Fragen möglichst mit “Ja” oder “Nein” beantwortet werden sollen. Wenn eine Frage nicht eindeutig beantwortet werden kann, soll die Antwort “Ja/Nein” heißen. Die Benutzung der Entscheidungstabelle soll anhand eines Beispiels erläutert werden:

Wir suchen die bestmöglich geeignete Drahtseilkonstruktion für das Hubwerk eines Bordkranes (Bild 13).

Wir beantworten nun alle Fragen der Tabelle und markieren jeweils in der Zeile der Frage das Feld unter der Antwort.

Entscheidungstabelle		Ja	Ja / Nein	Nein
1	Ist ein drehungsfreies Seil erforderlich?	Spezialseil drehungsfrei	Spezialseil drehungsfrei	6-, 8- oder 10-litziges Seil
2	Ist eine hohe Bruchkraft erforderlich?	Spezialseil SES, evtl. verdichtet	SES	–
3	Müssen hohe Biegewechselleistungen erbracht werden?	viellitzig, dünne Außendrähte	viellitzig, dünne Außendrähte	–
4	Ist eine hohe Abriebfestigkeit erforderlich?	dicke Außendrähte	dicke Außendrähte	–
5	Arbeitet das Seil in Mehrlagenspulung?	Gleichschlag, verdichtet	–	Kreuzschlag
6	Sind Strukturveränderungen zu erwarten?	Kunststoffzwischenlage	Kunststoffzwischenlage	–
7	Treten große Ablenkwinkel auf?	Kunststoffzwischenlage	Kunststoffzwischenlage	–
8	Ist die Trommel linksgängig?	rechtsgängiges Seil	–	linksgängiges Seil
9	Ist die Einscherung linksgängig?	rechtsgängiges Seil	–	linksgängiges Seil
10	Einsatz in korrosiver Umgebung?	verzinkte Ausführung	verzinkte Ausführung	blanke Ausführung

Bild 12: Die Entscheidungstabelle

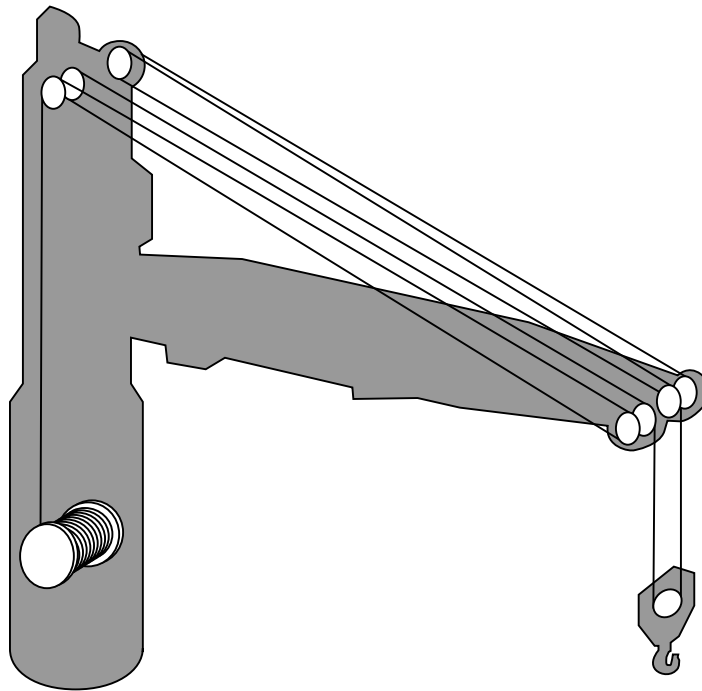


Bild 13: Bordkran als Beispiel für die Seilauswahl

Frage 1: Ist ein drehungsfreies Seil erforderlich?

Die Antwort ist "Ja". Die Tabelle schlägt uns die Verwendung eines drehungsfreien Spezialseiles vor. Die in DIN 3069 und DIN 3071 genormten drehungsfreien Seile werden bewußt von der Seilauswahl ausgeschlossen, da sie aufgrund von Konstruktionsmängeln nicht mehr zeitgemäß sind. In diesem Zusammenhang sei auf das Kapitel "Das Drehverhalten von Drahtseilen" verwiesen. Zu beachten ist ferner, daß uns die Tabelle auch für den Fall, daß wir im Zweifel gewesen wären (Antwort "Ja/Nein") ein drehungsfreies Spezialseil anboten hätte.

Frage 2: Ist eine hohe Bruchkraft erforderlich?

Wir antworten mit "Ja". Die Tabelle empfiehlt ein Spezialseil mit Stahleinlage, eventuell mit verdichteten Litzen.

Frage 3: Müssen hohe Biegewechselleistungen erbracht werden?

Die Antwort ist "Ja/Nein". Die Krane arbeiten im Hafen im 24h- Betrieb, haben aber dafür auf See lange Ruhepausen.

Frage 4: Ist eine hohe Abriebfestigkeit erforderlich?

Wir sind nicht sicher und antworten mit “Ja/Nein”. Aus Sicherheitsgründen empfiehlt die Tabelle dicke Außendrähte.

Frage 5: Arbeitet das Seil in Mehrlagenspulung?

Das Seil arbeitet auf einer zweilagigen Trommel, somit ist die Antwort “Ja”. Hier schlägt uns die Tabelle ein verdichtetes Gleichschlagseil vor, im anderen Fall hätte sie uns ein Kreuzschlagseil empfohlen.

Frage 6: Sind Strukturveränderungen zu erwarten?

Wir wissen von ähnlichen Kranen, daß Strukturveränderungen eventuell auftreten könnten, sind uns aber in Bezug auf diesen Kran nicht sicher. Die Antwort lautet “Ja/Nein”. Um sicherzugehen empfiehlt uns die Tabelle ein Seil mit Kunststoffzwischenlage.

Frage 7: Treten große Ablenkwinkel auf?

Die Winkel betragen bis zu 3 Grad. Wir antworten “Ja/Nein”. Um auf der sicheren Seite zu liegen, empfiehlt uns die Tabelle ein Seil mit Kunststoffzwischenlage.

Frage 8: Ist die Trommel linksgängig?

Die Trommel des Hubseiles ist zweilagig. Die erste Lage ist linksgängig, die zweite Lage ist rechtsgängig. Wir antworten also mit “Ja/Nein”. Die Tabelle schreibt uns keine Schlagrichtung vor.

Frage 9: Ist die Einscherung linksgängig?

Der nur bei Auslegerverstellung um kurze Strecken bewegte Teil des Hubseiles ist zwar linksgängig, der andere Teil der Einscherung aber, der bei jedem Hubvorgang bewegt wird, ist rechtsgängig. Wir antworten also mit “Nein”. Die Tabelle empfiehlt uns ein linksgängiges Drahtseil.

Frage 10: Arbeitet das Seil in korrosiver Umgebung?

Die Antwort ist eindeutig “Ja”. Unsere Entscheidungstabelle empfiehlt uns die Verwendung eines verzinkten Drahtseiles.

Entscheidungstabelle		Ja	Ja / Nein	Nein
1	Ist ein drehungsfreies Seil erforderlich?	Spezialseil drehungsfrei	Spezialseil drehungsfrei	6-, 8- oder 10-litziges Seil
2	Ist eine hohe Bruchkraft erforderlich?	Spezialseil SES, evtl. verdichtet	SES	–
3	Müssen hohe Biegewechselleistungen erbracht werden?	viellitzig, dünne Außendrähte	viellitzig, dünne Außendrähte	–
4	Ist eine hohe Abriebfestigkeit erforderlich?	dicke Außendrähte	dicke Außendrähte	–
5	Arbeitet das Seil in Mehrlagenspulung?	Gleichschlag, verdichtet	–	Kreuzschlag
6	Sind Strukturveränderungen zu erwarten?	Kunststoffzwischenlage	Kunststoffzwischenlage	–
7	Treten große Ablenkwinkel auf?	Kunststoffzwischenlage	Kunststoffzwischenlage	–
8	Ist die Trommel linksgängig?	rechtsgängiges Seil	–	linksgängiges Seil
9	Ist die Einscherung linksgängig	rechtsgängiges Seil	–	linksgängiges Seil
10	Einsatz in korrosiver Umgebung?	verzinkte Ausführung	verzinkte Ausführung	blanke Ausführung

Bild 14: Die ausgefüllte Entscheidungstabelle

Bild 14 zeigt die ausgefüllte Entscheidungstabelle. Fassen wir die Empfehlungen der Tabelle zusammen:

Wir benötigen ein drehungsfreies Spezialseil mit einer Stahleinlage und einer Kunststoffzwischenlage mit verdichteten Außenlitzen im Gleichschlag linksgängig in verzinkter Ausführung.

Die Antworten in Bezug auf die Art der Außenlitzen (Fragen 3 und 4) sind allerdings widersprüchlich. Die Außenlitzen sollen dünne Drähte aufweisen, um

hohe Biegewechsellastungen zu erbringen, auf der anderen Seite sollen sie aber wegen der geforderten Abriebfestigkeit dicke Außendrähte besitzen. Hier werden wir einen Kompromiß eingehen müssen.

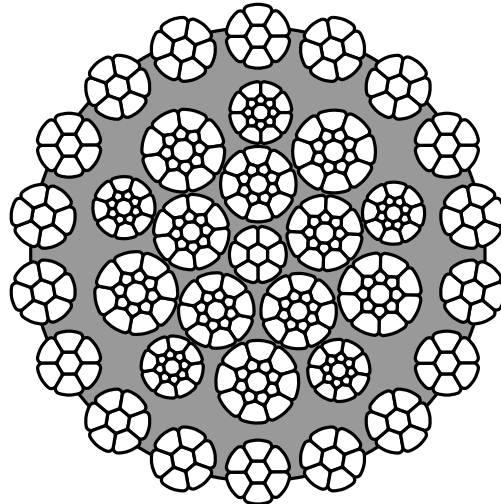


Bild 15: Drehungsfreies Drahtseil mit Kunststoffzwischenlage

Die aus unserer Entscheidungstabelle gewonnene Beschreibung des gewünschten Drahtseiles ist äußerst präzise. Wir entscheiden uns für das in Bild 15 dargestellte drehungsfreie Spezialdrahtseil mit Kunststoffzwischenlage und verdichteten Außenlitzen in der geschilderten Ausführungsform. Derartige Drahtseile werden auch tatsächlich mit großem Erfolg als Hubseile für Bordkrane eingesetzt.