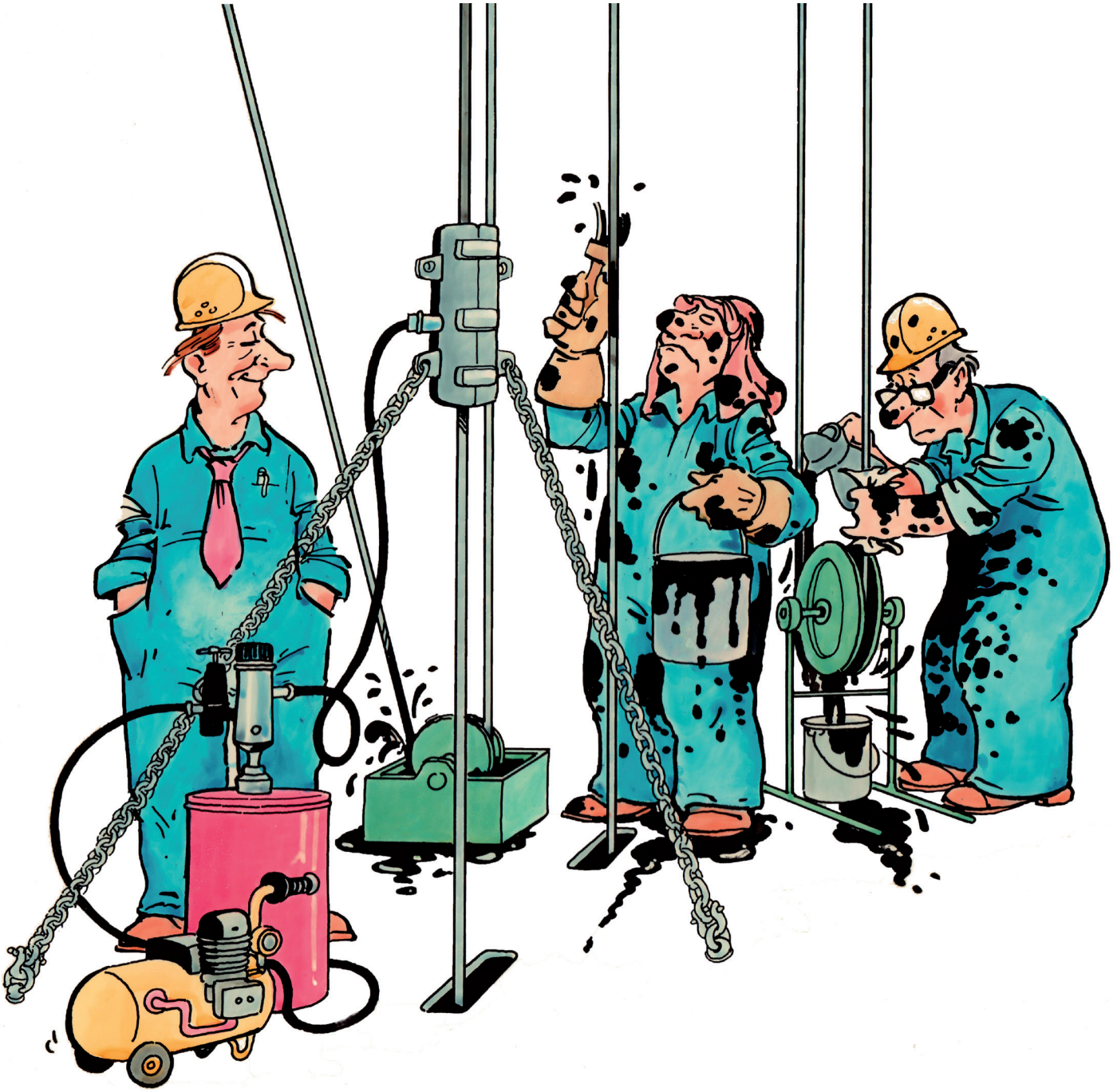
WIRE ROPE
TECHNOLOGY AACHEN



Die Handhabung, Montage und Wartung von Drahtseilen

Die Handhabung, Montage und Wartung von Drahtseilen

von Dipl.-Ing. Roland Verreet

Inhalt

1. Die Handhabung von Drahtseilen 4

2. Die Montage von Drahtseilen 8

3. Die Wartung von Drahtseilen 20

4. Schlußbemerkung 24

© 1987, 2004, 2012, 2018 Ingenieurbüro für Drahtseiltechnik Wire Rope Technology Aachen GmbH
Titel und Cartoons: Rolf Bunse
Satz, Layout und Gestaltung: Benedikt Dolzer, Aachen
Nachdruck, auch teilweise, nur mit Genehmigung des Verfassers.

1. Die Handhabung von Drahtseilen

1.1. Wie sollten Drahtseile entladen werden?

Die ersten Probleme im Umgang mit Drahtseilen treten häufig bereits bei der Anlieferung auf: die Gabel des Staplers fährt unter den Haspel oder in den Seilring hinein und beschädigt die Drahtseiloberfläche (Abb. 1). Der Schaden wird vielleicht erst erheblich später entdeckt und eventuell sogar dem Drahtseilhersteller angelastet.

Das auf Ringen oder Haspeln angelieferte Drahtseil sollte nach Möglichkeit überhaupt nicht direkt mit einem Lasthaken oder der Gabel eines Staplers in Berührung kommen, sondern beispielsweise mit Hilfe von breiten textilen Hebebändern angehoben werden (Abb. 2).

Ein Haspel wird zweckmäßigerweise an einer durch seine Achsbohrung gesteckten Stange angehoben (Abb. 3 und Abb. 4). Wenn die Gabel des Staplers länger ist als die Haspelbreite, kann der Haspel auch an den Flanschen angehoben werden.

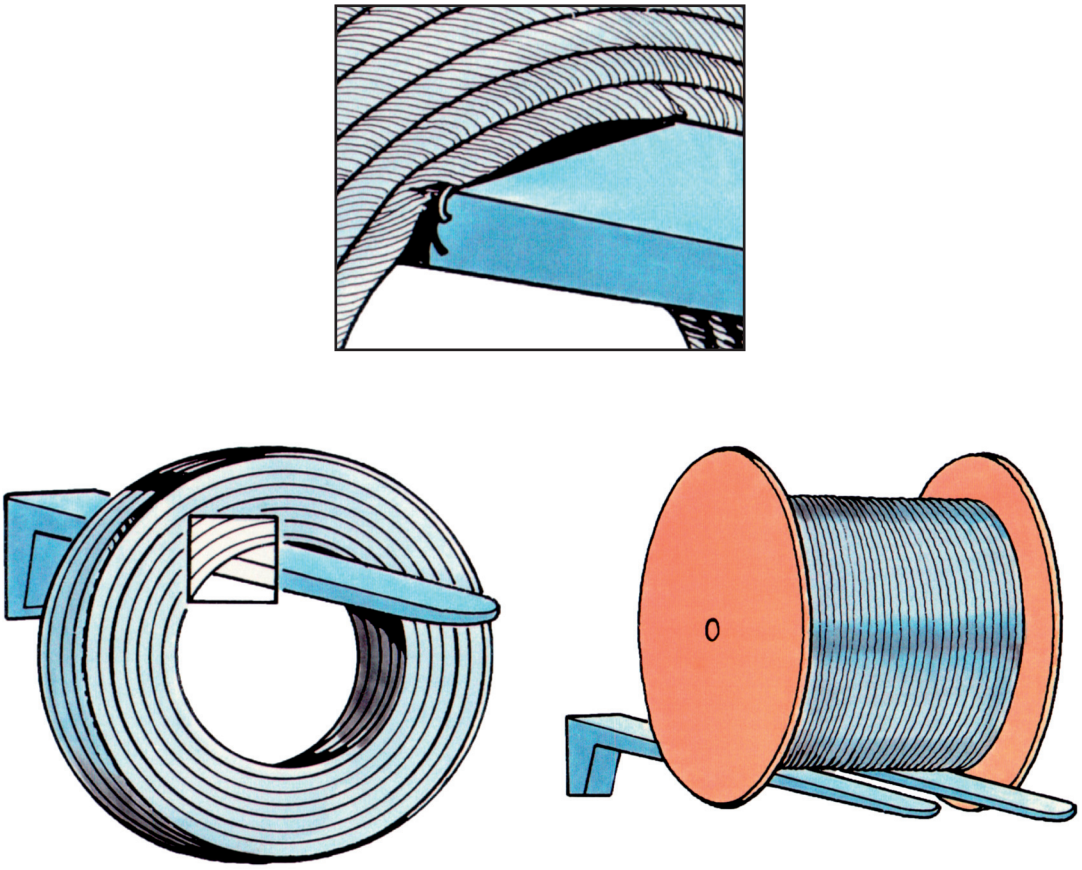


Abb. 1: Beschädigungen an der Drahtseiloberfläche durch die Gabel des Staplers

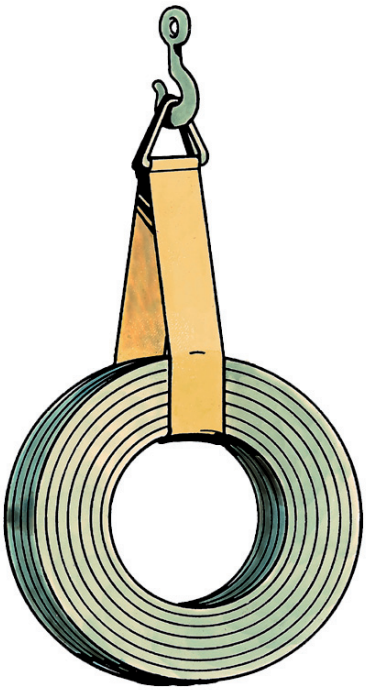


Abb. 2: Einsatz eines Hebebands

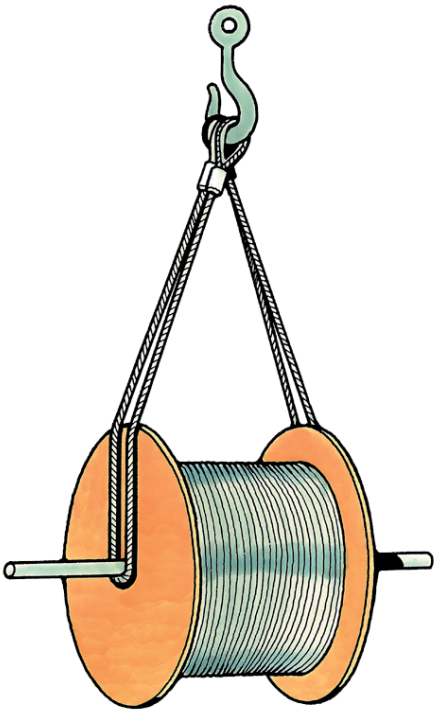


Abb. 3: Anheben mit einer Stange,...

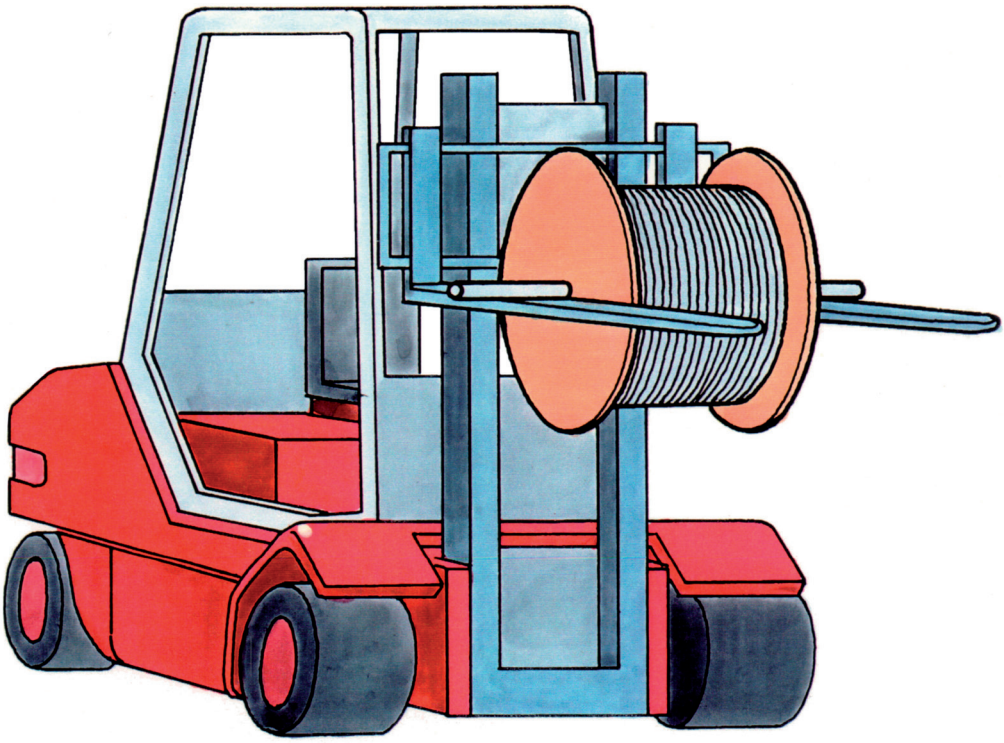


Abb. 4: ... die durch die Achsbohrung der Haspel gesteckt wurde.

1.2. Wie sollten Drahtseile gelagert werden?

Drahtseile sollten sauber, kühl und trocken überdacht gelagert werden. Ein Bodenkontakt ist zu vermeiden, beispielsweise durch Lagerung auf Paletten (Abb. 5).

Wenn eine Lagerung im Freien unumgänglich ist, müssen die Seile so abgedeckt werden, daß sie nicht mit Feuchtigkeit in Berührung kommen (Abb. 6). Eine Kunststoffolie schützt zwar gegen Regen, aber unter ihr kann sich Kondenswasser bilden, welches nicht entweichen kann und das Drahtseil eventuell nachhaltig schädigt. Abhilfe schafft hier beispielsweise eine Zwischenlage aus Sackleinen.

Bei der Lagerung einer größeren Zahl von Ersatzseilen sollte der Grundsatz gelten: first in - first out.

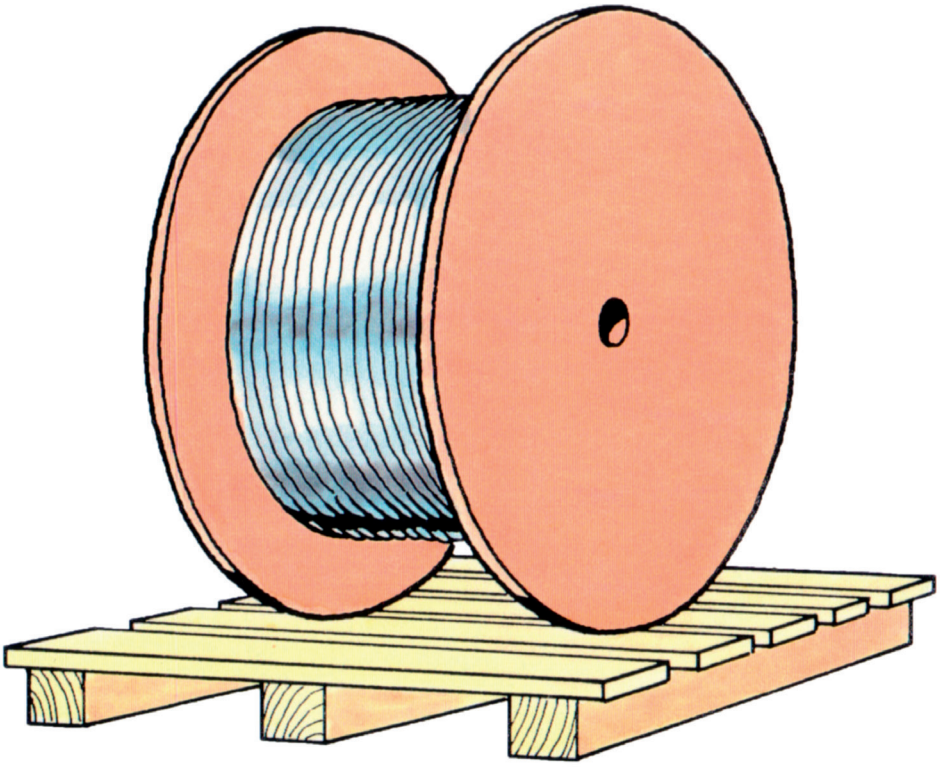


Abb. 5: Lagerung auf einer Palette

Dies bedeutet, daß die Drahtseile in der Reihenfolge ihrer Anlieferung aufgelegt werden sollten. Auf diese Weise wird vermieden, daß einzelne Drahtseile erst nach vielen Jahren Lagerzeit zum Einsatz kommen.

Es versteht sich von selbst, daß bei Verwechslungsgefahr (zum Beispiel bei gleichen Drahtseilen unterschiedlicher Drahtfestigkeiten) die verschiedenen Lagerpositionen deutlich gekennzeichnet werden müssen. Außerdem muß eine ordentliche Dokumentation geführt werden, die anhand von Lagernummer, Spezifikation, Auftrags- und Lieferdatum für jedes der gelagerten und aufgelegten Drahtseile eine Rückverfolgung bis zum Lieferanten ermöglicht.

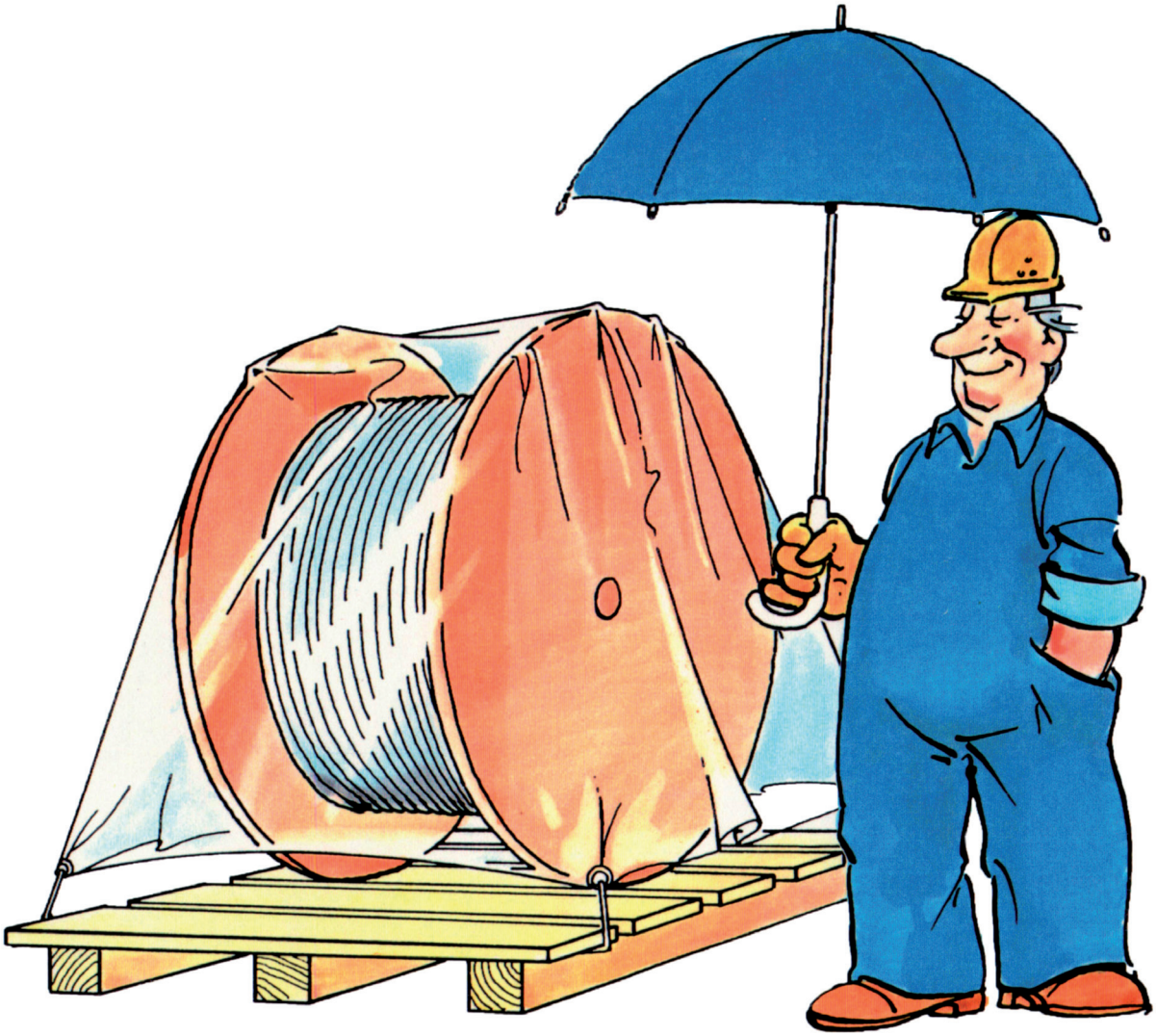


Abb. 6: Kunsstofffolie als Schutz vor Feuchtigkeit

2. Die Montage von Drahtseilen

Bei der Montage von Drahtseilen ist generell darauf zu achten, daß die Seile ohne Verdrehung und ohne äußere Beschädigung vom Ring oder Haspel abgewickelt und auf die Anlage aufgelegt werden.

2.1. Das Abwickeln vom Ring

Ein auf einem Ring angeliefertes Drahtseil wird entweder von einem Drehteller abgewickelt (Abb. 7) oder am Boden ausgerollt (Abb. 8). In letzterem Fall sollte der Boden möglichst sauber sein, da beispielsweise Sand, der am Schmiermittel des Drahtseiles haften bliebe, auf der Anlage zwischen Drahtseil und Seilrolle zu Drahtbeschädigungen führen könnte.

2.2. Das Abwickeln vom Haspel

Ein auf einem Haspel aufgewickeltes Drahtseil wird ebenfalls vorzugsweise von einem Drehteller (Abb. 9) oder aber von einem Bock (Abb. 10) abgewickelt. Ein Ausrollen am Boden (Abb. 11), welches in der einschlägigen Literatur immer wieder empfohlen wird, funktioniert in der Praxis nicht sehr gut, da hierbei der Haspel immer weniger Drahtseil abwickelt als die Wegstrecke, die er zurücklegt, so daß man bei diesem Vorgehen das Drahtseil hinter sich herziehen muß.

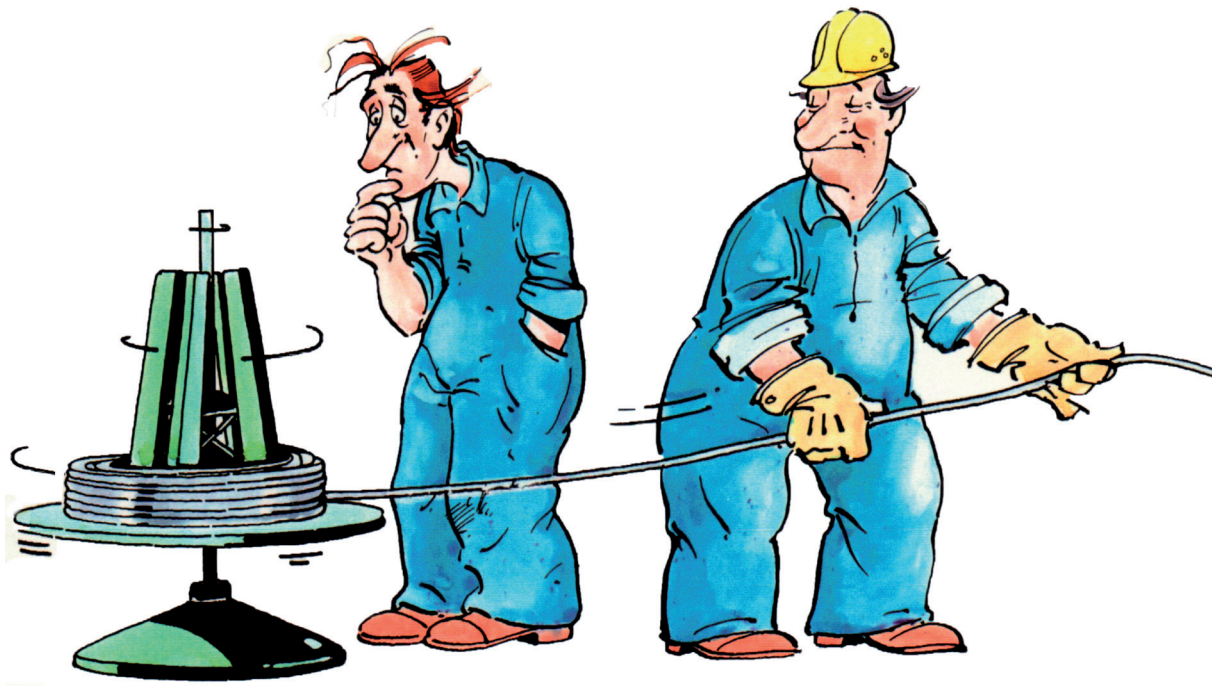


Abb. 7: Abwicklung vom Drehteller

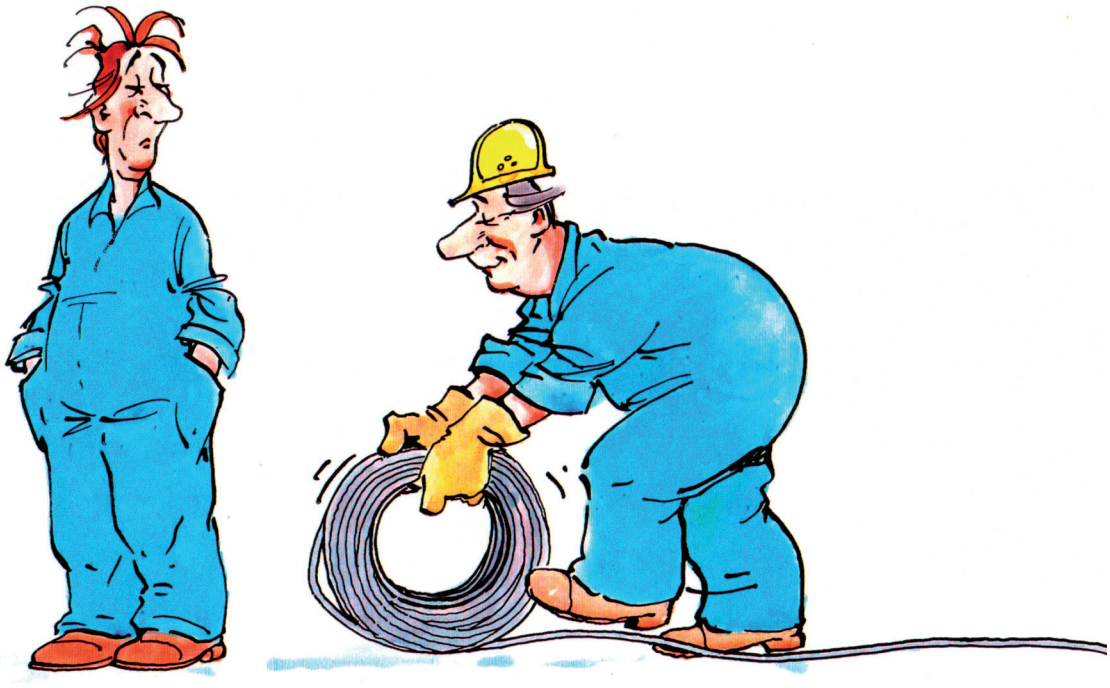


Abb. 8: Ausrollen des Seils am Boden

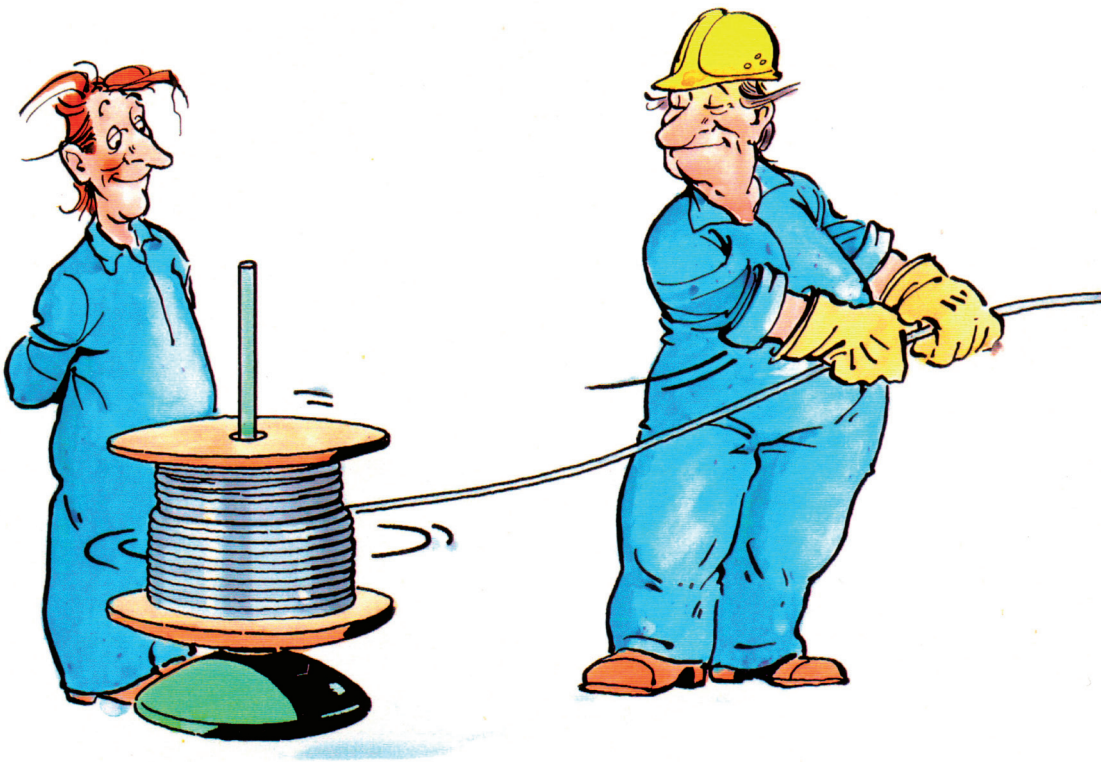


Abb. 9: Abwickeln von der Haspel mithilfe eines Drehtellers

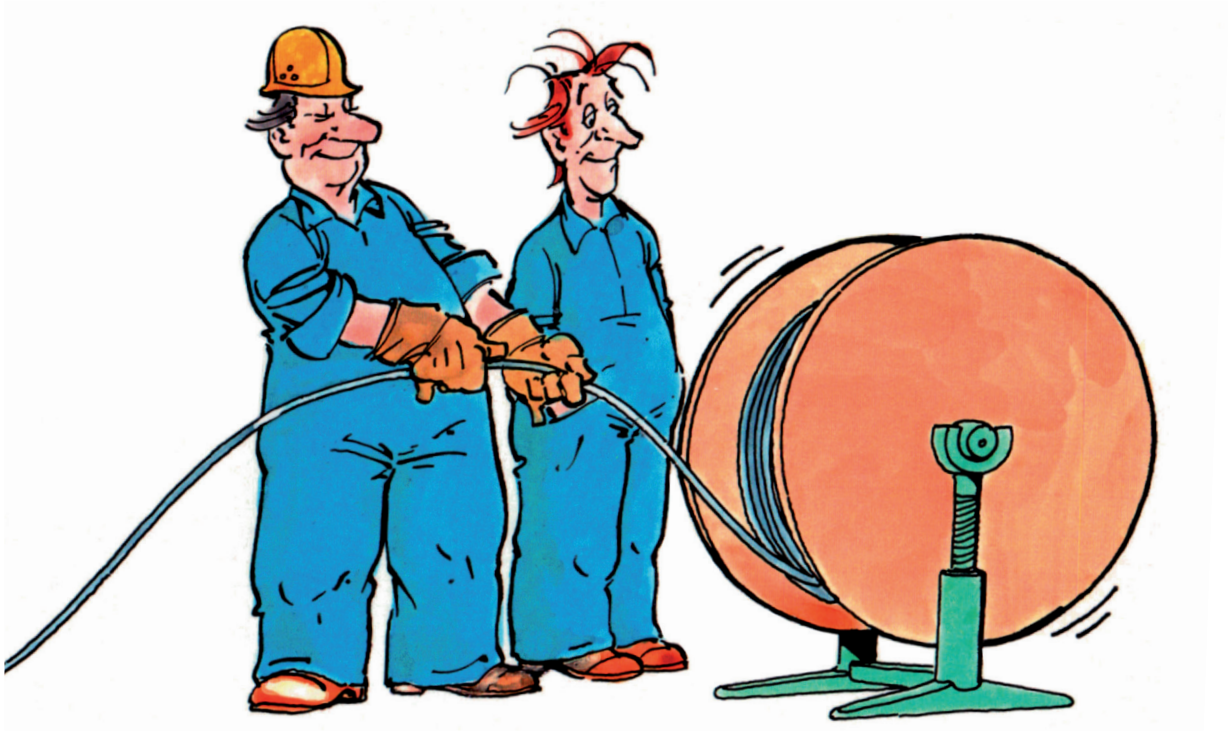


Abb. 10: Abwickeln von der Haspel mithilfe eines Bocks

Abb. 11: Ausrollen am Boden

In keinem Fall aber darf das Drahtseil seitlich vom Ring oder Haspel abgezogen werden (Abb. 12 und Abb. 13), da auf diese Weise für jede abgezogene Windung eine Torsion in das Drahtseil eingebracht wird. Jede Seilverdrehung aber verändert die Schlaglängen von Litzen und Drahtseil, damit auch die Längenverhältnisse der Seilelemente zueinander und somit letztendlich die Lastverteilungen im Seil.

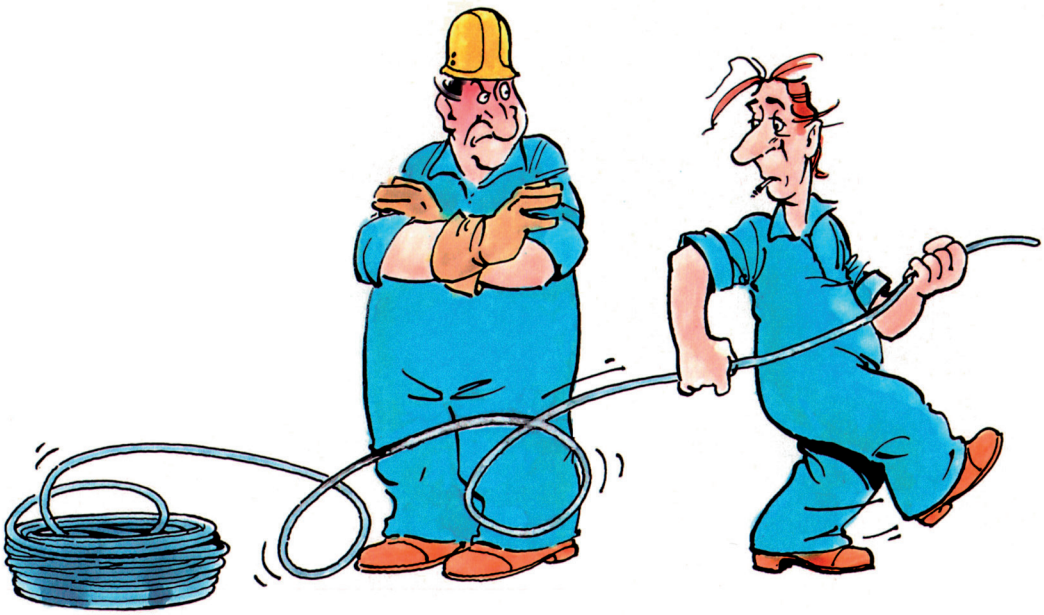


Abb. 12: So nicht: Seitliches Abziehen vom Ring...

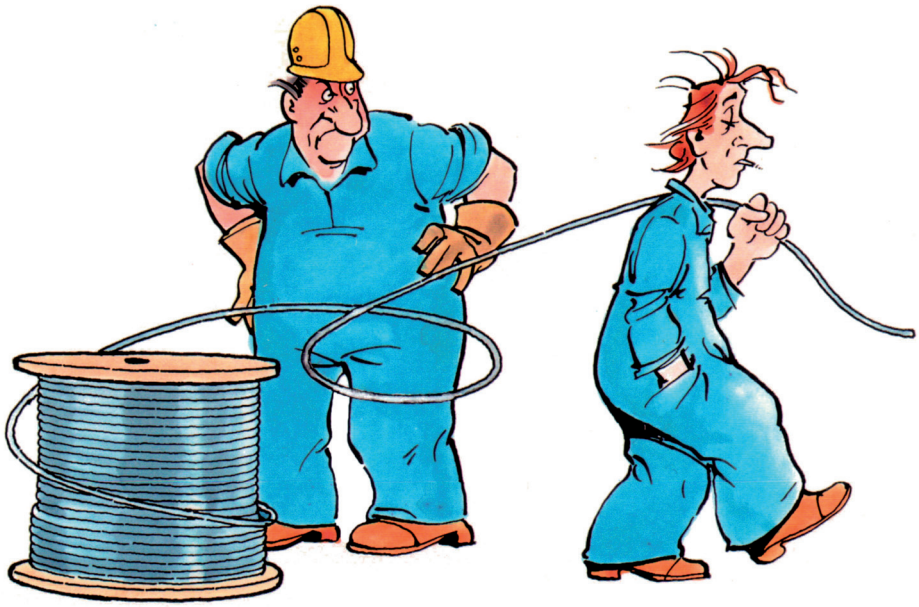


Abb. 13: ... oder von der Haspel.

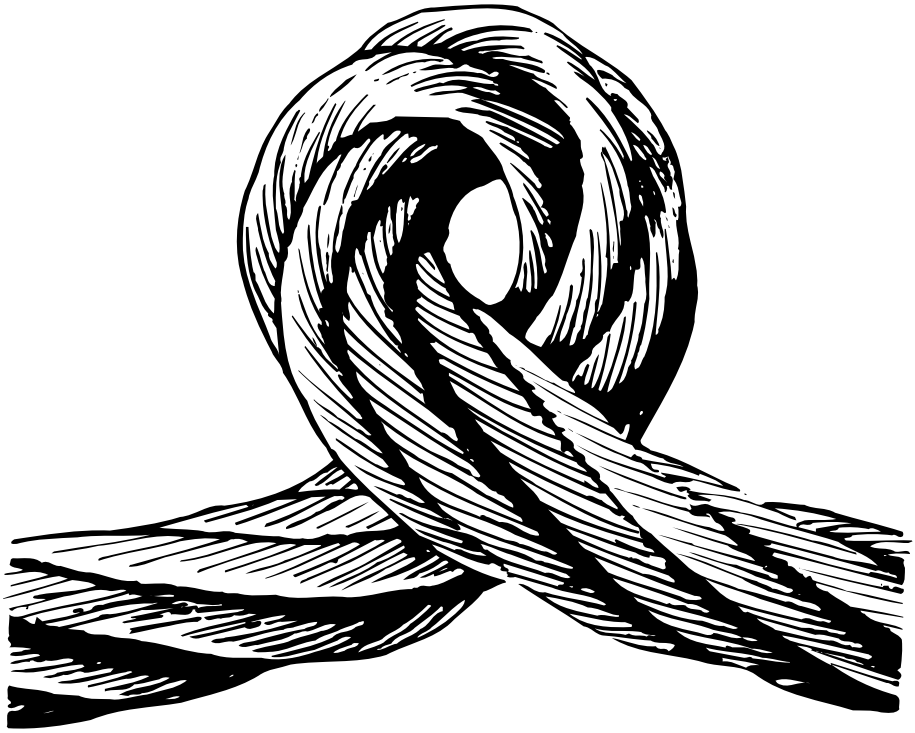


Abb. 14: Klankenbildung im Drahtseil

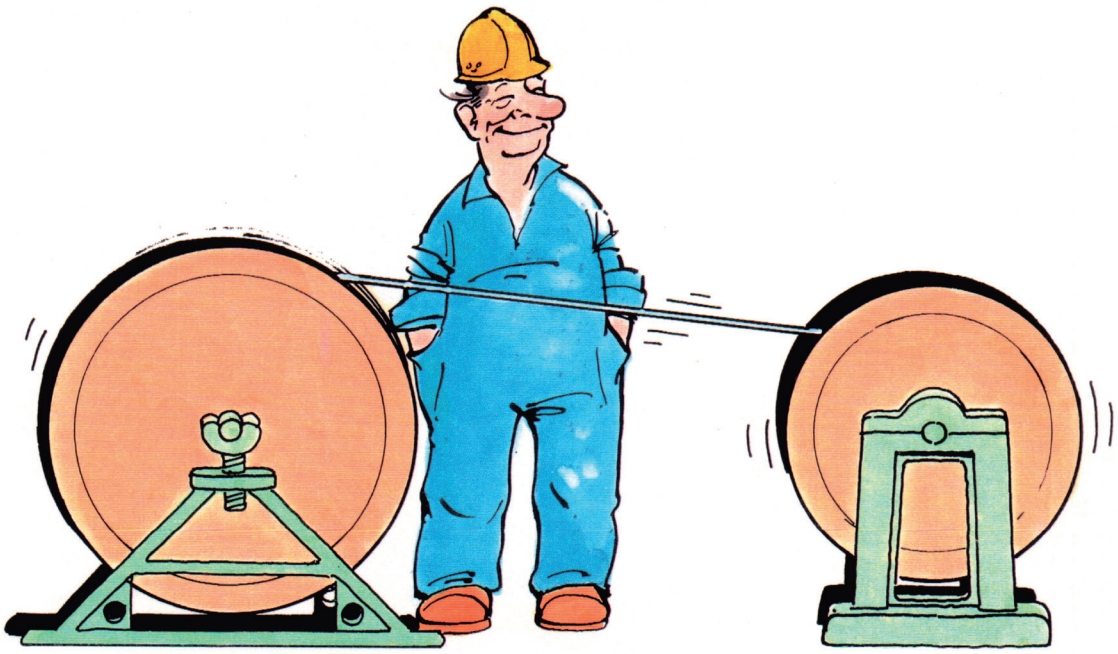


Abb. 15: Umspulen von der Haspel auf die Seiltrommel

Ein seitlich vom Ring oder Haspel abgezogenes Drahtseil sperrt sich gegen die aufgezwungene Verdrehung und legt sich in Schlaufen. Bei Belastung eines solchen Seiles ziehen sich die Schlaufen zusammen und erzeugen eine Klanke, eine irreparable Verformung (Abb. 14). Drahtseile mit Klankenbildung sind nicht mehr betriebssicher und müssen abgelegt werden.

2.3. Der Montagevorgang

Die vorteilhafteste Art der Drahtseilmontage ist von Anlage zu Anlage verschieden. In jedem Fall ist die Art zu wählen, die bei vertretbarem Aufwand die geringste Gefahr der Seilverdrehung und der Beschädigung des Drahtseiles durch Kontakt mit Konstruktionsteilen gewährleistet.

Bei einigen Geräten kann es empfehlenswert sein, zuerst das alte Drahtseil abzulegen und dann das neue Seil zu montieren, bei anderen, insbesondere größeren Geräten empfiehlt es sich, das neue Drahtseil mit dem alten Seil einzuziehen.

Eine weitere Möglichkeit, insbesondere bei der Erstbeseilung, ist die Verwendung eines dünneren Vorseiles, mit dessen Hilfe dann das eigentliche Drahtseil eingezogen wird.

In allen Fällen ist abzuwägen, ob das Drahtseil durch die gesamte Seileinscherung eingezogen werden soll oder zunächst direkt vom Ring oder Haspel auf die Seiltrommel umgespult und anschließend von Hand oder mittels Hilfsseil eingeschert werden soll. Wenn ein Seilende mit einer nicht lösbaren Seilendverbindung versehen ist, bleibt immer nur die Möglichkeit, das freie Seilende durch die gesamte Einscherung zu ziehen.

2.4. Das Umspulen vom Haspel auf die Seiltrommel

Jedes Drahtseil erhält schon bei der Fertigung, wo es mittels Abzugscheiben aus dem Verseilkorb gezogen wird, eine bevorzugte Biegerichtung. In dieser Richtung gebogen wird es beim Kunden angeliefert. Beim Umspulen vom Haspel auf die Seiltrommel ist darauf zu achten, daß das Seil diese bevorzugte Biegerichtung beibehält (Abb. 15).

Wenn der Seilstrang unterhalb der Seiltrommel aufläuft, sollte der Montagehaspel so aufgestellt werden, daß der von ihm ablaufende Seilstrang ebenfalls unterhalb des Haspels abläuft, und umgekehrt.

Beim Umspulen entgegengesetzt zur bevorzugten Biegerichtung des Drahtseiles wird dieses entweder versuchen, sich auf der Strecke zwischen Haspel und Seiltrommel zu verdrehen oder später im Einsatz durch Verdrehen die bevorzugte Lage einzunehmen. In beiden Fällen können Strukturveränderungen des Drahtseiles auftreten (Abb. 16).

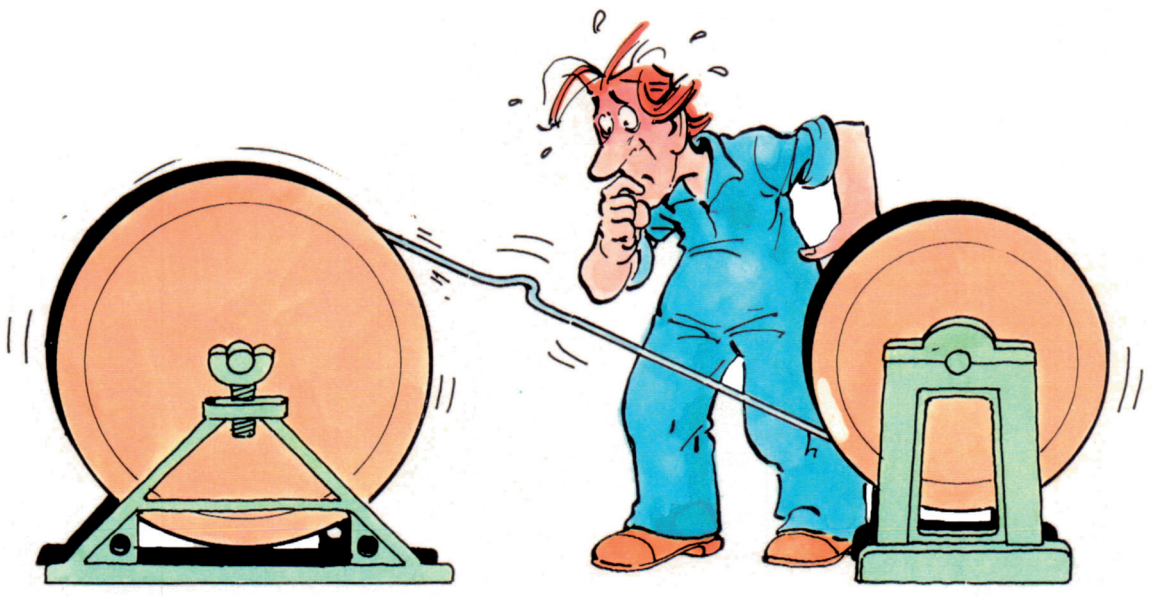


Abb. 16: Verdrehung beim Umspulen entgegengesetzt zur bevorzugten Biegerichtung des Drahtseils

2.5. Das Einziehen des neuen Seiles

Wenn das neue Drahtseil durch das abzulegende Seil oder ein Vorseil eingezogen wird, ist auf eine sichere Verbindung dieser Seile zu achten. Weiterhin muß gewährleistet sein, daß das Vorseil nicht verdrehen kann. Als Vorseil empfehlen sich zum Beispiel drehungsfreie Drahtseilmacharten oder dreilitzige Faserseile. Bei Verwendung konventioneller Drahtseile ist darauf zu achten, daß sie zumindest die gleiche Schlagrichtung wie das einzuziehende Drahtseil haben.

Wenn das neue Drahtseil mit Hilfe des alten Seiles eingezogen wird, werden die beiden Seilenden oft stumpf gegeneinander geschweißt. Eine derartige Verbindung kann den im Seiltrieb aufgebauten Drall vom alten auf das neue Seil übertragen und dieses schon bei der Montage extrem vorschädigen.

Dieses Verfahren ist aber auch aus anderen Gründen sehr problematisch: Die Schweißverbindung erzielt zwar bei Verwendung spezieller Elektroden im Zerreißversuch im geraden Strang zufriedenstellende Werte, kann aber dennoch wegen der großen Länge der starren Verbindungszone infolge der Biegebeanspruchung beim Lauf über Rollen brechen.
Wenn diese Verbindung Anwendung findet, sollte sie zusätzlich durch einen Seilstrumpf gesichert werden.

Unproblematischer ist die Verbindung der Drahtseile durch zwei an den Enden angeschweißte Ringe oder Kettenstücke (Abb. 17), die mittels Litzen oder dünnen Sei-

len verbunden werden. Diese Verbindung besitzt eine zufriedenstellende Tragkraft, ist biegsam und verhindert die Übertragung von Drall vom alten zum neuen Seil. Bei Verwendung von zwei Litzen kann anhand der Zahl der Verdrehungen nach der Montage festgestellt werden, ob das alte Seil auf der Anlage stark verdreht worden ist.

Eine weitere Möglichkeit stellt die Verbindung mittels Seilstrümpfen dar. Seilstrümpfe sind Geflechte aus Litzen, die über die Seilenden geschoben und an den Enden mit Klebeband gesichert werden (Abb. 18). Bei Belastung ziehen sich die Seilstrümpfe zusammen und halten die Seilenden mittels Reibung.
Beim Einziehen eines Gleichschlagseils ist zu beachten, daß die Seilstrümpfe sich trotz der Schnürspannungen wie eine Mutter auf einer Schraube auf dem Seil abdrehen können. Hier schafft ein vorheriges Umwickeln der Seilstrecken, die von den Seilstrümpfen gehalten werden sollen, mit einem starken Klebeband Abhilfe.

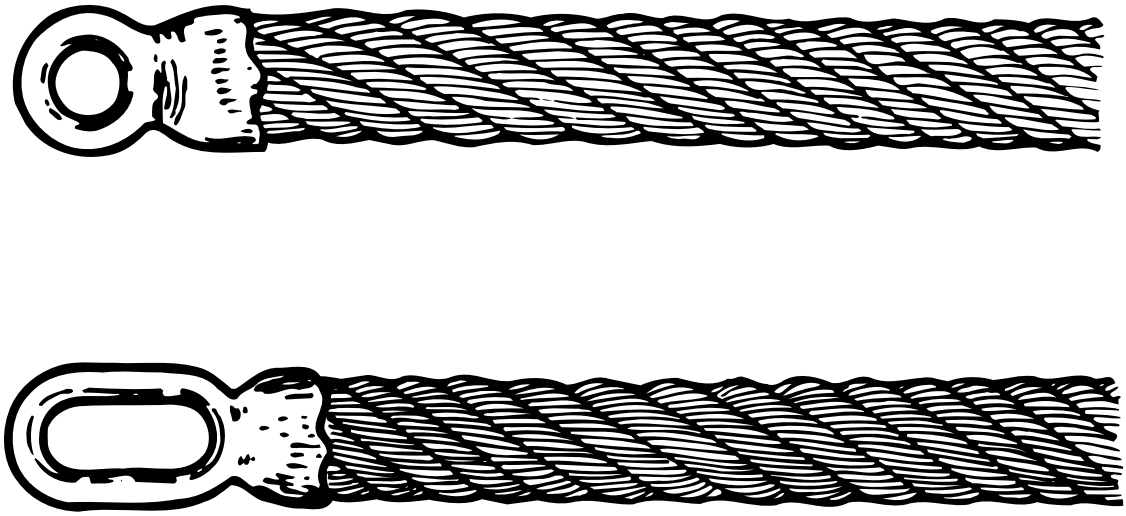


Abb. 17: Angeschweißtes Ring- oder Kettenstück zur Verbindung von Seilen

Abb. 18: Seilstrümpfe

2.6. Das Auftrommeln unter Last

Für ein einwandfreies Spulen des Drahtseiles auf der Trommel ist es im Falle von Mehrlagenspulung, und hier besonders bei Verwendung der sogenannten Lebusspulung, von großer Wichtigkeit, daß die Drahtseile unter Vorspannung auf die Trommel gebracht werden.

Wenn die unteren Lagen zu locker sind, können sich die höheren Lagen unter Last zwischen tieferliegende Seilstränge einziehen. Dies kann zu gravierenden Seilschäden führen.

Da der ablaufende Seilstrang an dieser Stelle vielleicht sogar festgeklemmt wird, kann dies beim Abtrommeln des Seiles plötzlich zu einer Spulrichtungsumkehr und somit zu einem schlagartigen Anheben der abwärts bewegten Last führen.

Die Vorspannung sollte in der Größenordnung von etwa 1 bis 2 % der Mindestbruchkraft der Drahtseile liegen.

Während es in vielen Fällen ausreicht, das Drahtseil normal aufzulegen, um es dann abzutrommeln und mit Hilfe einer äußeren Last wieder aufzutrommeln, ist dies in anderen Fällen, zum Beispiel im Falle eines Turmdrehkranes, der seine höchste Kletterhöhe noch nicht erreicht hat, nicht möglich. In diesen Fällen muß die Vorspannung bereits bei der Montage aufgebracht werden.

Dies kann beispielsweise durch ein Abbremsen des Haspelflansches mit Hilfe eines Brettes erfolgen (Abb. 19) oder durch eine am Haspel angebrachte Bremsscheibe (Abb. 20). Die Bremsschnüre (Hanfseile mit Stahlkern) liefert der Drahtseilhersteller.

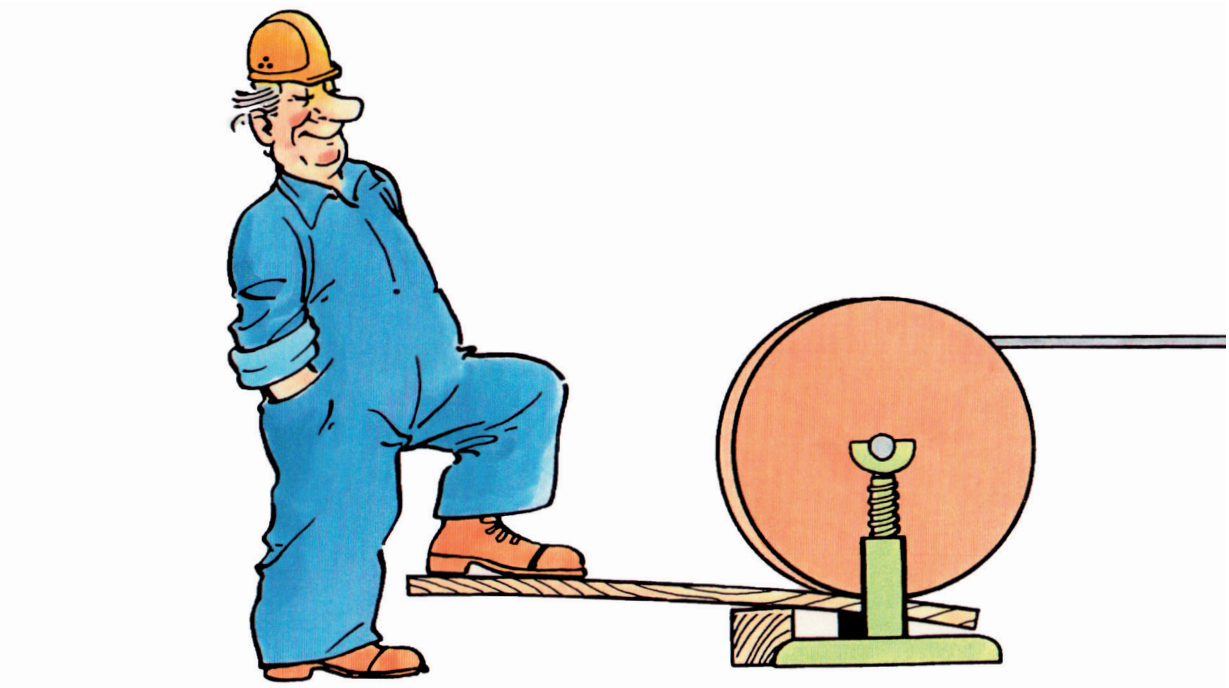


Abb. 19: Abbremsen mittels Brett am Haspelflansch

In keinem Fall sollte man versuchen, die Vorspannung durch Klemmkräfte, zum Beispiel durch Einklemmen des Drahtseiles zwischen zwei Holzbohlen, zu erzeugen (Abb. 21). Das Seil würde durch Strukturveränderungen irreparabel verformt.

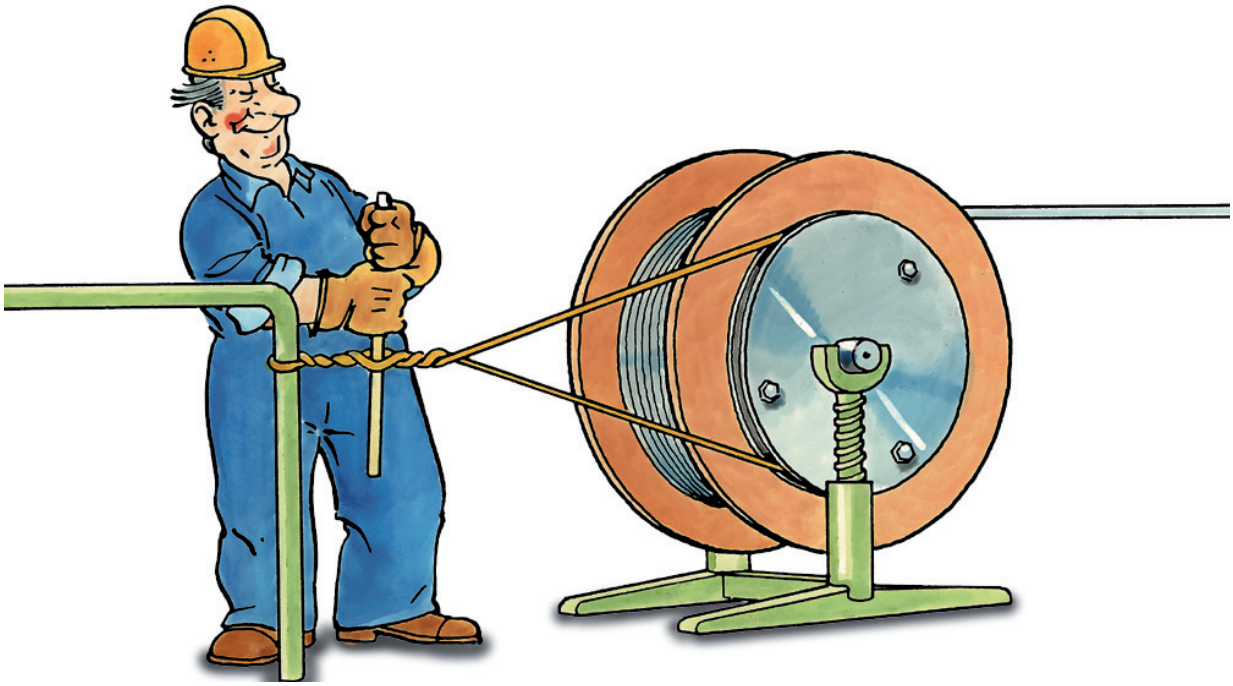


Abb. 20: Nutzung einer an der Haspel angebrachten Bremsscheibe

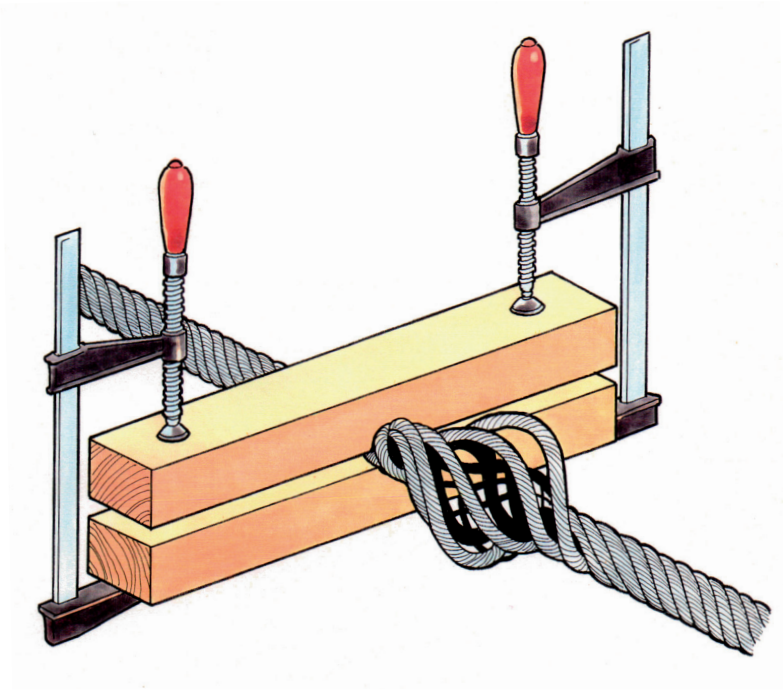


Abb. 21: So nicht: Erzeugung der Vorspannung durch Einspannung des Seils

2.7. Das “Einfahren” des Drahtseiles

Bevor ein Drahtseil nach seiner Montage die eigentliche Arbeit übernimmt, sollte es eine gewisse Zahl von Lastspielen mit geringen Teillasten durchführen. Es sollte “eingefahren” werden, damit sich die Seilelemente setzen und der neuen Umgebung anpassen können. Leider wird in der Praxis genau das Gegenteil dieser Empfehlung getan: nach der Seilmontage erfolgt oft zunächst einmal die Überlastprüfung mit Lasten oberhalb der zulässigen Tragkraft der Anlage.

2.8. Das Ablängen von Drahtseilen

Oft müssen Drahtseile vom Anwender selbst abgelängt oder gekürzt werden. Das Durchtrennen der Seile kann auf verschiedene Arten erfolgen. Bis zu einem Durchmesser von etwa 8 mm kann eine Drahtseilschere benutzt werden, mechanische oder hydraulische Cutter werden auch für größere Seildurchmesser angeboten. Wenn allerdings eine entsprechende Energiequelle in der Nähe ist, empfiehlt sich immer die Benutzung eines druckluftbetriebenen oder elektrischen Winkelschleifers.

In allen Fällen müssen die Drahtseile neben der Trennstelle sorgfältig abgebunden werden, um ein Aufspringen der Seilenden oder eine Veränderung der Seil- und Litzenschlaglängen zu verhindern. Dies gilt ganz besonders beim Ablängen von drehungsarmen oder drehungsfreien Drahtseilen, deren Litzen oft bewußt vom Seilhersteller nicht vorgeformt worden sind.

Das Abbinden muß mit Eisendraht erfolgen, Isolierbänder können Strukturveränderungen der Drahtseile nicht verhindern.

Zunächst wird die Trennstelle mit Kreide oder Isolierband markiert. Dann legt man das eine Ende des Bindedrahtes auf einer Länge von etwa 4 mal dem Seildurchmesser längs auf das Seil und beginnt, das Drahtseil und dieses Drahtstück von der Trennstelle wegführend zu umwickeln (Abb. 22a). Das Seil wird nun auf einer Länge von etwa 3 mal dem Seildurchmesser stramm umwickelt (Abb. 22b). Dann wird das überwickelte Drahtstück mit Hilfe einer Zange strammgezogen und gemeinsam mit dem zweiten Drahtende verdreht (Abb. 22c).

Die Länge der umeinander verdrehten Drahtenden wird mit der Zange auf etwa einen Seildurchmesser gekürzt. Die Drahtenden werden dann mit leichten Schlägen in ein Tal zwischen zwei Außenlitzen des Drahtseiles geschlagen, um der Gefahr einer Verletzung vorzubeugen. Nach entsprechender Vorbereitung der anderen Seite der Trennstelle kann das Drahtseil nun durchgetrennt werden (Abb. 22d).

Anstelle eines langen Abbundes können auch auf jeder Seite der Trennstelle drei Abbunde von etwa einem Seildurchmesser Breite angebracht werden.

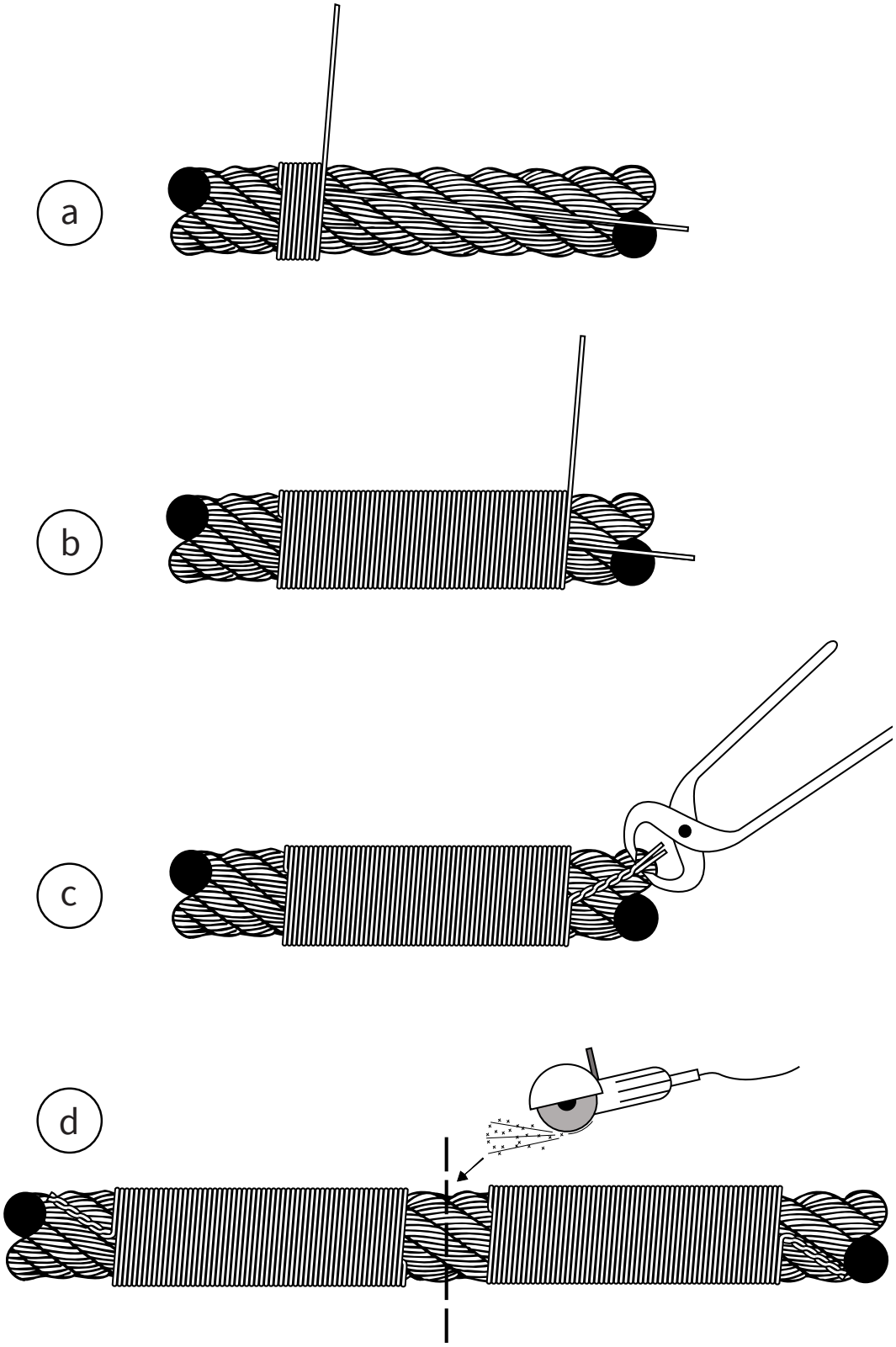


Abb. 22: Ablängen von Drahtseilen

3. Die Wartung von Drahtseilen

Drahtseile müssen nach DIN 15020 “regelmäßig gewartet werden, wobei die auszuführenden Arbeiten abhängen von der Art des Hebezeuges, dessen Benutzung und der Seilart.” Durch eine regelmäßige Wartung kann die Lebensdauer eines Drahtseiles erheblich vergrößert werden.

3.1. Die Nachschmierung von Drahtseilen

Während seiner Herstellung erhält ein Drahtseil eine intensive Schmierung, die einen Schutz gegen Korrosion und eine Verbesserung der Reibwerte zwischen den Seilelementen untereinander sowie zwischen Drahtseil und Seilrolle oder Trommel erreichen soll. Dieser Vorrat reicht jedoch nur für eine begrenzte Zeit und sollte regelmäßig ergänzt werden.

Die DIN 15 020 schreibt: „Drahtseile müssen in regelmäßigen Abständen, die von den Betriebsverhältnissen abhängen, nachgeschmiert werden, insbesondere im Bereich der Biegezone.” Weiter heißt es: “Wenn aus betrieblichen Gründen das Nachschmieren des Seiles unterbleiben muß, ist mit einer kürzeren Aufliegezeit zu rechnen und die Überwachung entsprechend einzurichten.” Den Einfluß von Schmierung und Nachschmierung auf die Seillebensdauer zeigt Abb. 23.

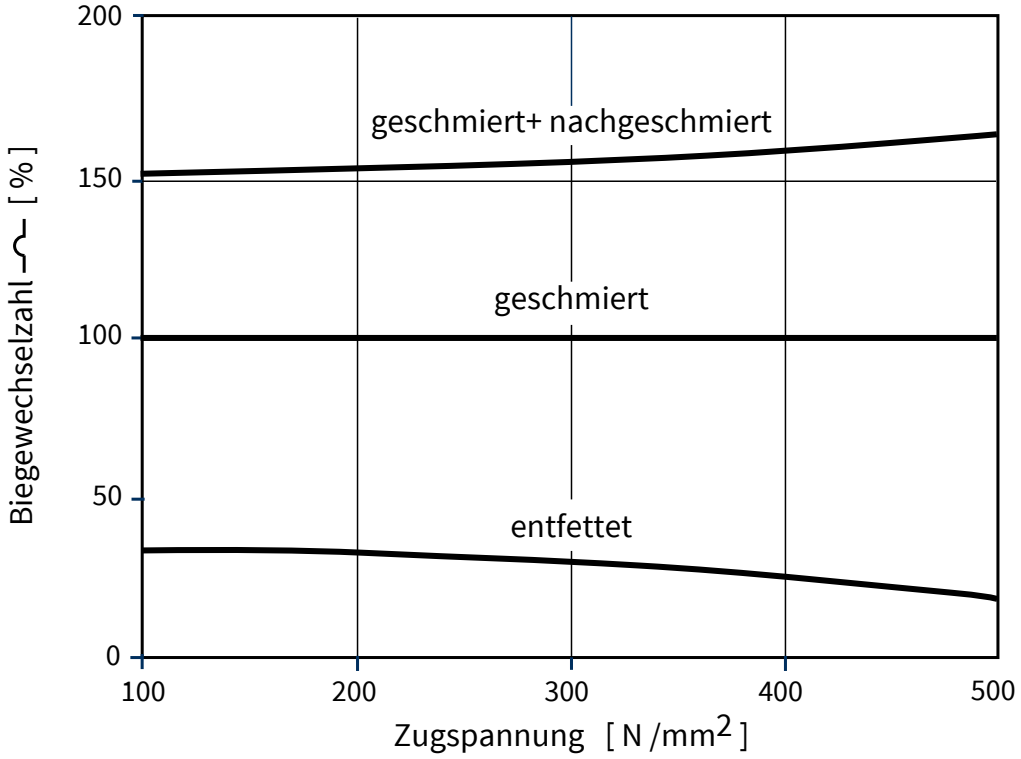


Abb. 23: Einfluß von Schmierung und Nachschmierung auf die Lebensdauer

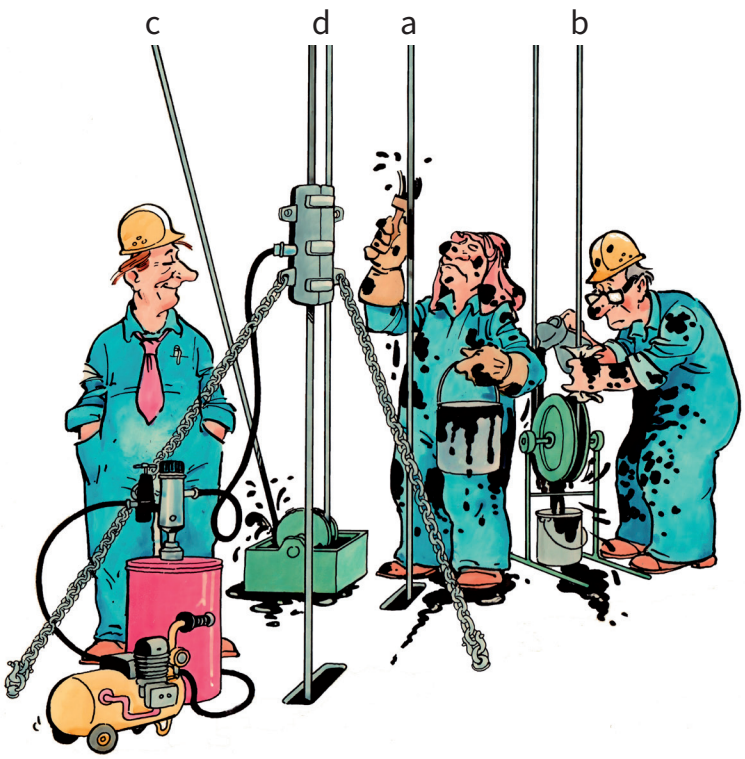


Abb. 24: Aufbringen von Schmiermittel

Bei der Wahl des Nachschmiermittels ist darauf zu achten, daß es mit dem Fabrikat des Drahtseilherstellers verträglich ist. Das Aufbringen des Schmiermittels kann auf verschiedene Arten erfolgen:

Die wohl gebräuchlichsten Methoden sind das Aufbringen mittels Pinsel oder Handschuh (Abb. 24a + b).

Auch das Aufbringen von Schmiermittel im Bereich einer Seilrolle (Abb. 24b) wird häufig praktiziert.

Manchmal wird das Schmiermittel kontinuierlich an einer Seilrolle als Tropfschmierung aufgebracht. Bei geringerem Schmiermittelbedarf finden häufig Sprühdosen Anwendung.

Verschiedene Anlagen erlauben das Durchlaufen einer Schmiermittelwanne (Abb. 24c).

Ein vollständiges Eindringen des Schmiermittels in alle Hohlräume des Drahtseiles garantiert allerdings nur eine Hochdruckschmierung mittels Druckmanschette (Abb. 24d). Hierbei werden die mit Gummidichtungen versehenen Halbschalen um das Drahtseil geklappt und verschraubt. Während das Drahtseil die Manschette durchläuft, wird mit Drücken um 30 bar Schmiermittel in die Manschette gepreßt.

Wichtig bei jeder Drahtseilnachschmierung ist, daß sie von Anfang an regelmäßig erfolgt und nicht erst aufgenommen wird, wenn bereits die ersten Schäden festgestellt wurden.

3.2. Die Reinigung von Drahtseilen

Die DIN 15 020 schreibt: “Sehr stark verschmutzte Drahtseile sollten von Zeit zu Zeit äußerlich gereinigt werden.” Dies gilt besonders für Drahtseile, die in stark abrasiver Umgebung arbeiten oder aber im Betrieb chemisch wirksame Stoffe anlagern.

Eine wirksame Reinigung ist allerdings ohne die richtigen Hilfsmittel sehr mühsam. Das kanadische Rigging Manual empfiehlt zur Seilreinigung eine Vorrichtung mit drei rotierenden Bürsten und nachgeschalteter Druckluft. Ein amerikanischer Hersteller bietet einen “Seiligel” an, eine mit Bürsten versehene rotierende Manschette, die über das Drahtseil gezogen wird.

3.3. Das Entfernen von gebrochenen Drähten

Wenn bei einer Drahtseilinspektion Drahtbruchenden gefunden werden, die sich möglicherweise über benachbarte Drähte legen und diese dann beim Lauf über Rollen ebenfalls zerstören könnten, müssen diese Bruchenden entfernt werden.

Auf keinen Fall sollten die Drähte mit einer Zange abgekniffen werden (Abb. 25). Die beste Methode ist, die Drähte so lange hin- und herzubiegen, bis sie an der letzten Stelle, an der sie in Litzenverband gehalten werden, brechen (Abb. 26).

Bei einem dickeren Draht empfiehlt es sich hier, ein Werkzeug hin und her über das Seil zu bewegen und so den Draht zu biegen, bis er bricht.

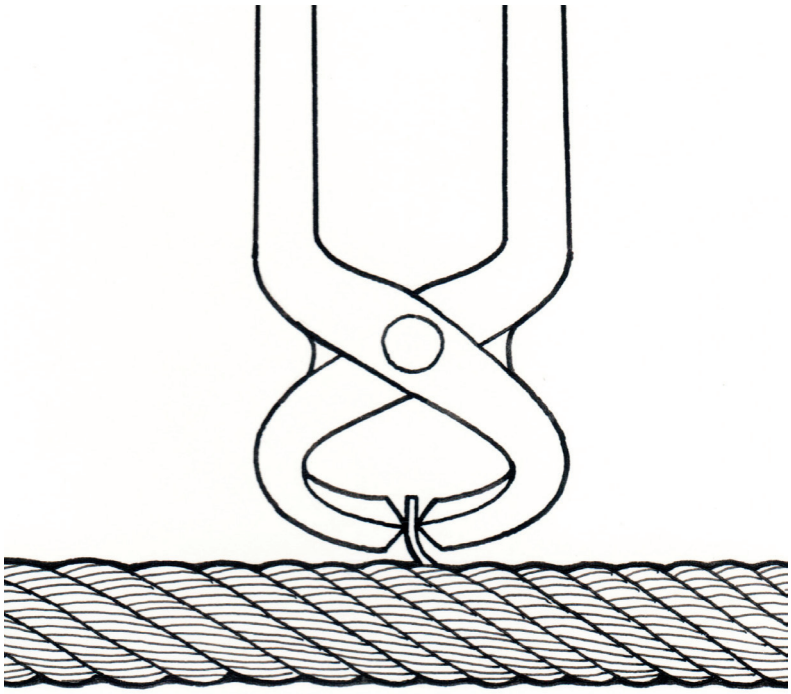


Abb. 25: So nicht: Abkneifen von Drähten mit einer Zange

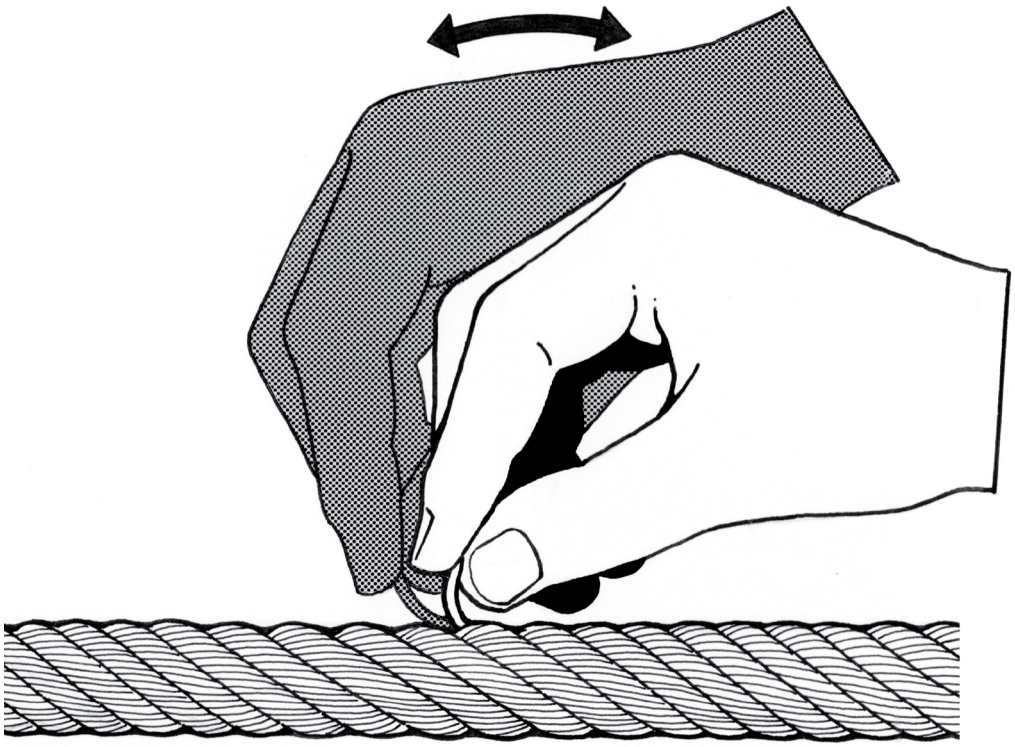


Abb. 26: Beste Methoden: Brechen durch häufiges Hin- und Herbiegen

3.4. Das Kürzen oder Rücken von Drahtseilen

Sehr häufig müssen Drahtseile abgelegt werden, weil kurze Seilzonen, beispielsweise das Seilstück, welches auf der Trommel von der ersten in die zweite Lage klettern muß, stark beschädigt sind, während die restliche Seillänge noch in einwandfreiem Zustand ist.

In derartigen Fällen kann die Aufliegezeit von Drahtseilen zum Teil dadurch drastisch erhöht werden, daß die Seile am Festpunkt um eine Strecke gerückt oder gekürzt werden, die das am stärksten beanspruchte Seilstück aus der Hauptbeanspruchungszone herausführt. Nach diesem Vorgang wird nun eine benachbarte Zone den stärkeren Beanspruchungen ausgesetzt sein.

Eine weitere typische lokale Beschädigung tritt auf der Seiltrommel an den Stellen auf, wo der Seilstrang gegen die benachbarte Windung läuft (crossover point) und zur Seite abgelenkt werden muß. Wenn die hier entstehenden Beschädigungen die Hauptursache für das Ablegen des Drahtseiles darstellen, kann durch mehrfaches Rücken des Seiles und Verschieben der Beanspruchungszonen die Seillebensdauer eventuell vervielfacht werden.

3.5. Das Wenden von Drahtseilen

Auf einigen Anlagen werden die Drahtseile auf verschiedenen Zonen völlig unterschiedlichen Beanspruchungen ausgesetzt. So wird zum Beispiel das Zugseil eines Schürfkübelbaggers (drag-line) am Trommelende im wesentlichen auf Biegewechsel beansprucht, das Kübelende wird durch den Boden gezogen und starkem Verschleiß ausgesetzt.

Hier ist es, besonders im Ausland, eine gängige Praxis, das Drahtseil nach einer gewissen Laufzeit zu wenden (end-for-ending), so daß nun das in der Regel noch besser erhaltene Trommelende dem starken Verschleiß ausgesetzt werden kann.

Der Erfolg derartiger Maßnahmen ist allerdings umstritten. In jedem Fall kann sich der Aufwand nur dort lohnen, wo der Seilwert ein Vielfaches der Montagekosten darstellt.

4. Schlußbemerkung

Die vorliegende Broschüre kann aus Platzgründen nur auf allgemeine Fragen der Handhabung, Montage und Wartung von Drahtseilen eingehen. Der Herausgeber und Autor dieser Schrift, Dipl.-Ing. Roland Verreet, nimmt aber gerne Stellung zu speziellen Problemen.

Kommentare zu dieser Schrift und Verbesserungsvorschläge für eine Neuauflage nimmt der Autor gerne entgegen:

Dipl.- Ing. Roland Verreet
Ingenieurbüro für Fördertechnik
Grünenthaler Str. 40a
D-52072 Aachen
Tel.: 0241 173147
Fax: 0241 12982
E-Mail: R.Verreet@t-online.de

Ingenieurbüro für Fördertechnik
Dipl.-Ing. Roland Verreet

Grünenthaler Str. 40a • 52072 Aachen
Tel.: 0241- 173147 • Fax: 0241- 12982
Mail: R.Verreet@t-online.de
www.seile.com