

Wissen, das trägt

**Seilschonendes Arbeiten
mit Mobil- und Raupenkran –
Schwerpunkt Windkraft**

LIEBHERR

Mobil- und Raupenkrane



Einleitung

Sie als Kranfahrer in der Windkraft stehen täglich vor der Herausforderung, schwere Lasten sicher und effizient zu bewegen. Oft unter anspruchsvollen Bedingungen und mit komplexen Krankonfigurationen. Die Lebensdauer und Zuverlässigkeit der eingesetzten Hubseile und Verstellseile sind dabei entscheidend für einen nachhaltigen und wirtschaftlichen Ablauf der Einsätze.

Dieses Dokument vermittelt anhand von praxisnahen Beispielen und konkreten Tipps, wie Sie durch bewusstes Arbeiten und gezielte Wartungsmaßnahmen die Lebensdauer Ihrer Seile deutlich verlängern und typische Schäden vermeiden können. Von den technischen Grundlagen über die Erkennung von Verschleiß bis hin zu bewährten Maßnahmen wie Wartungshübe, korrekte Schmierung und dem

Nachsetzen der Seile. Alle Inhalte sind darauf ausgerichtet, Sie im Arbeitsalltag zu unterstützen.

Besonderes Augenmerk liegt auf den Herausforderungen in der Windkraft: Hier werden schwere Lasten in große Höhen gehoben, was das Risiko für frühzeitigen Seilverschleiß erhöht. Das Dokument zeigt Ihnen, wie Sie durch angepasste Arbeitsweisen, regelmäßige Prüfungen und die Beachtung unserer zehn Gebote die Standzeit Ihrer Seile verlängern.

Ziel ist es, Ihnen das nötige Wissen und die richtigen Werkzeuge an die Hand zu geben, um sicher, effizient und wirtschaftlich zu arbeiten – und dabei die Seile Ihrer Krane bestmöglich zu schonen und eine möglichst lange Lebensdauer Ihrer Seile zu erreichen.



Inhalt

1.	Grundlagen	6
1.1	Das Drahtseil	6
1.1.1	Aufbau von Drahtseilen	6
1.1.2	Eigenschaften von Drahtseilen	6
1.2	Seilendverbindungen/Taschenschloss	8
1.3	Vergleich Hubseile und Verstellseile	9
1.3.1	Verständnisfragen	10
1.4	Der Seiltrieb	10
1.4.1	Seiltrommeln	10
1.4.2	Rollen	11
1.4.3	Verständnisfragen	11
2.	Quick-Guide für Kranfahrer	12
2.1	Worauf können Sie achten? Typische Probleme im Seiltrieb	12
2.1.1	Regelmäßige Prüfungen nach ISO 4309	12
2.1.2	Drall vermeiden – was sind die Gründe?	12
2.1.3	Verschleiß der Rollen	13
2.1.4	Schmierung	14
2.1.5	Fazit	14
2.1.6	Verständnisfragen	15
2.2	Was können Sie tun?	
	Maßnahmen für eine lange Lebensdauer von Seilen	15
2.2.1	Drall lösen	15
2.2.2	Seilvorspannung erneuern	16
2.2.3	Seil kürzen und nachsetzen	17
2.2.4	Verständnisfragen	17
3.	Hubseile in der Windkraft	18
3.1	Montage/Demontage von Windkraftanlagen	19
3.1.1	Die Problemstellungen	19
3.1.2	Schadensbilder	20
3.1.3	Maßnahmen	21
3.2	Wippspitzen-Montage: Verstellflasche holen beim LTM	23
3.2.1	LTM 1750-9.1: Vorgehensweise mit Winde 1	23
3.2.2	LTM 1750-9.1: Vorgehensweise mit Winde 2	23
3.2.3	Andere LTM: Druckanzeige während Montage	24
3.2.4	Verständnisfragen	24
4.	Verstellseile in der Windkraft	25
4.1	Problemstellung: Aufrichten/Ablegen als kritischer Punkt	25
4.2	Schadensbilder	25
4.3	Maßnahmen	26
4.4	Abplattungen an Winde 4 (W IV)	26
4.5	Verständnisfragen	27
5.	Die 10 Gebote des seilschonenden Arbeitens	28
6.	Anhang	29
6.1	Berechnung Mindeshakenflaschengewicht	29
6.1.1	LR 11000: SL10DF2BV	29
6.1.2	LTM 1650-8.1: T3YV2EN	35
6.2	Vergleichstabelle Dokumentation aktuelle und neue Form	38
7.	Lösungen	38

Abkürzungsverzeichnis

Kürzel	Beschreibung
AAT	Aufrichte- und Ablegetabelle
BAL	Betriebsanleitung
BV	Ballastverstelleinrichtung/BV-Rahmen
D	Derrickausleger
F2	Feste Spitze, Variante 2
F1	Kraft an der Zugmesslasche: Zwischen SA-Bock und Ausleger
F3	Kraft an der Zugmesslasche: Zwischen Derrick- und Hauptausleger
G	Gewicht der Hakenflasche
HA	Hauptausleger
L	Gesamtauslegerlänge
LICCON	Liebherr Computed CONTrolling
LMB	Lastmoment Begrenzung
LR	Liebherr Raupenkran
LWE	Liebherr Werk Ehingen
M	Seilgewicht pro Meter
N	Nadel (Wippbare Gitterspitze am Mobilkran)
n	Einscherung
SA	Hauptausleger Abspannbock
TLT	Traglasttabelle
W1, W2,...	Winde 1, Winde 2, ...
WKA	Windkraftanlage
WUP	Wartungs- und Prüfanleitung
Y/Z	Zielwerte bei der Montage Nadel

So arbeiten Sie mit diesem Dokument



Kennzeichnet eine gefährliche Situation zum aktuellen Thema



Wichtiger Hinweis/Information zum aktuellen Thema



Verweis auf die Betriebsanleitung



Zeigt einen Vergleich zum Pkw auf



Hinweis zur bildlichen Dokumentation



Verständnisfragen

Lesen Sie zunächst den Text eines Kapitels aufmerksam durch. Wiederholen Sie den Inhalt. Beantworten Sie die am Ende des Kapitels gestellten Fragen (möglichst ohne nachzusehen). Die Lösungen auf die jeweiligen Fragen finden Sie am Ende des Dokuments. Ist Ihnen die Beantwortung der Fragen noch nicht möglich, ohne im Text nachzusehen, arbeiten Sie das Kapitel ggf. nochmals durch.

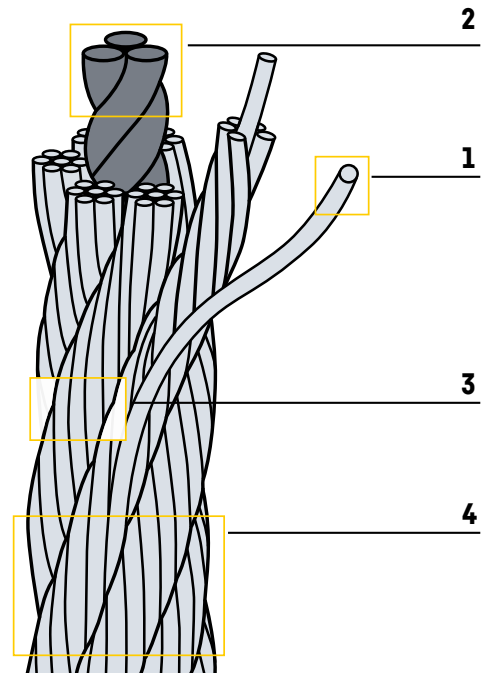
1. Grundlagen

1.1 Das Drahtseil

1.1.1 Aufbau von Drahtseilen

Ein Drahtseil ist eine technisch anspruchsvolle Konstruktion, die aus vielen Einzeldrähten besteht. Die mehrstufige Herstellung beginnt mit dem Verseilen einzelner **Drähte (1)** zu sogenannten **Litzen**. Im zweiten Herstellungsschritt entsteht durch das Verseilen einzelner Litzen das **Kernseil (2)**. Im dritten Schritt werden um das Kernseil die **Außenlitzen (3)** verseilt, wodurch das fertige **Seil (4)** entsteht. Hierbei werden je nach Aufbau unterschiedliche Litzen und Drähte verwendet. Die Verseilung in Form einer Helix beeinflusst maßgeblich die Eigenschaften des fertigen Drahtseils.

In allen Herstellungsschritten kommt ein weiteres wichtiges Element hinzu. Die **Schmierung**: Das Seil wird mit Fett geschmiert, um Verschleiß durch Reibung und Korrosion zu reduzieren.



1.1.2 Eigenschaften von Drahtseilen

Drahtseile haben Eigenschaften, die entscheidend die Lebensdauer beeinflussen. Ein Grundverständnis ist wichtig, um Fehler zu vermeiden. Folgenden Eigenschaften müssen Sie Beachtung schenken:

- Durchmesserreduzierung
- Querdruckstabilität
- Biegewechselfestigkeit
- Korrosion/Schmierung
- Drehverhalten

1.1.2.1 Durchmesserreduzierung

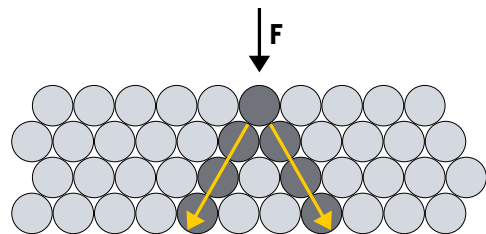
Drahtseile verschleißen im Betrieb. Unter anderem reduziert sich der Durchmesser. Dies ist ein normaler Vorgang und daher sind regelmäßige Prüfungen notwendig. Gründe für die Reduzierung des Drahtseildurchmessers sind: Äußerer Abrieb durch das Führen des Seils über Seilrollen oder Spulen in der Mehrlagenwicklung.

Je öfter Ihr Seil auf- und abgespult wird bzw. die Seilrollen durchläuft, desto schneller reduziert sich der Durchmesser.

1.1.2.2 Querdruckstabilität

Die Querdruckstabilität beschreibt die Stabilität gegen Verformung eines Seils senkrecht zur Seilachse.

Die Querdruckstabilität ist eine wichtige Eigenschaft von Drahtseilen in der Mehrlagenwicklung.



Grundsätzlich gilt:

Je fester Sie ein Seil auf die Winde aufspulen, desto widerstandsfähiger ist es gegen Verformungen aufgrund von Querdruck.

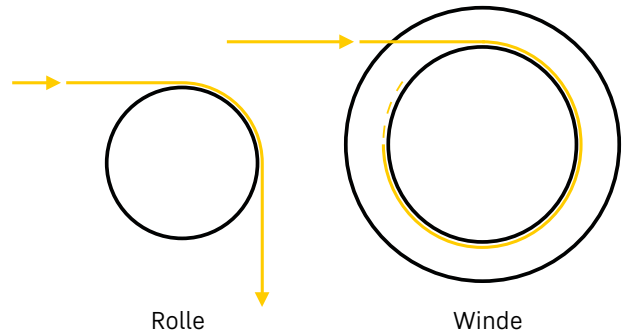
Das ist vor allem für Seilabschnitte in den unteren Wickellagen wichtig.

1.1.2.3 Biegewechsel

Der Biegewechsel beschreibt die Änderung der Krümmung eines Stahlseils.

Biegewechsel finden beispielsweise beim Führen von Seilen über Umlenkrollen statt. Auch durch das Aufspulen und Abspulen des Seils auf der Winde werden Biegewechsel hervorgerufen.

Je öfter Ihr Seil Biegewechsel erfährt, desto schneller entstehen Drahtbrüche.



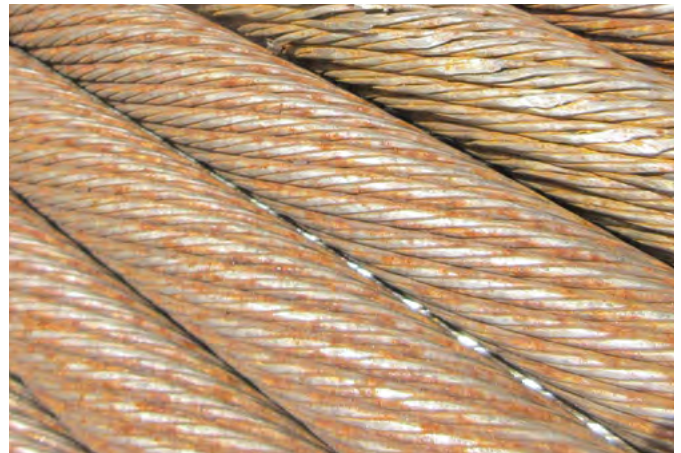
1.1.2.4 Schmierung

Die Seilschmierung ist entscheidend für zwei Dinge: **Korrosionsschutz** und **Reduzierung** der Reibung

Korrosion: starker Rost reduziert den Seilquerschnitt und ist daher ein Kriterium, welches bei regelmäßigen Prüfungen zur Abergereife berücksichtigt wird.

Die **Reibung** der aneinander gleitenden Drähte in einem Drahtseil und die Reibung im Seiltrieb ist bei einem gut gepflegten Seil geringer.

Beim Biegen verschieben sich Litzen untereinander. Mit ausreichender Schmierung läuft diese Bewegung verschleißärmer, was die Standzeit Ihrer Seile verlängern kann.



Fehlt die Schmierung, steigt der Abrieb. Die Folge sind erhöhter Verschleiß und Drahtbrüche.

Zu viel Fett ist jedoch problematisch: Es erschwert die Sichtprüfung, begünstigt Schmutzablagerungen und kann sogar die Funktion der Seilrollen beeinträchtigen. Deshalb gilt: **Schmierung ja, aber nicht übertreiben!**

Liebherr bietet Ihnen optimale Seilschmiersysteme an, die gerne auf Anfrage beim Customer Service erläutert werden können.

Je besser ein Seil geschmiert ist, desto geringer sind Reibung und Verschleiß.

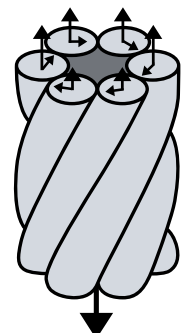


1.1.2.5 Drehverhalten

Die beschriebene Verseilung von Drahtseilen bewirkt, dass diese unter Seilzug ein Drehmoment um die eigene Seilachse erzeugen. Die Größe des Drehmoments ist maßgeblich von der Drahtseilkonstruktion abhängig. Wir unterscheiden zwei Drahtseilkategorien:

1. **Drehungsarm** (Hubseil)
2. **Nicht drehungsfrei** (Verstellseil)

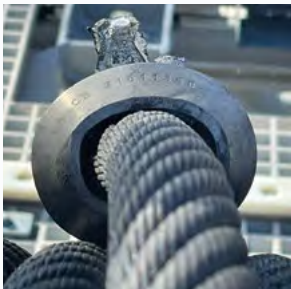
Je drehungsärmer ein Seil konstruiert ist, desto geringer ist seine Verdrehung unter Zugbelastung.



1.2 Seilendverbindungen/Taschenschloss

An Drahtseilen können unterschiedliche Seilendverbindungen angebracht sein. Viele Drahtseile werden mit dem bewährten Liebherr-Taschenschlosssystem am Kran oder der Hakenflasche verbunden. Die passende, am Seil fixierte Seilendverbindung ist je nach Seiltyp (Hubseil oder Verstellseil) ausgeführt.

Aufgrund der unterschiedlichen Eigenschaften ist es wichtig, dass an **Verstellseilen eine gegen Verdrehen gesicherte Verbindung** verwendet wird. Dabei kommen ovale Endverbindungen oder Endverbindungen mit „Nase“ zum Einsatz.



Ja



Nein



Nur nach Rücksprache

In Verbindung mit Taschenschlössern tauchen immer wieder Begriffe wie **Drallfänger** oder **Wirbel** auf.

Wir unterscheiden wie folgt:

1. Taschenschloss
(Standardauslieferung bei allen Geräten)
2. Taschenschloss mit Wirbel/Drallfänger
(Nur auf Anfrage beim Customer Service)

Ein im Hubseil eingebautes Taschenschloss mit Wirbel dreht nur den angeschlagenen Seilstrang frei. Bei mehrfach eingesicherten Hakenflaschen kann sich das gesamte Hubseil daher nie komplett entdrallen.

Beim Anheben einer Last entsteht immer etwas Drall im Seil. Nach dem Ablegen der Last baut sich dieser Drall wieder ab.

Wird die Last jedoch mit Wirbel oder Drallfänger gehoben, kann sich der Drall nicht abbauen und setzt sich auf der Winde „fest“. Das führt zu einem falschen Drall, der sich mit jedem Hub weiter aufbaut – das Problem wird schlimmer statt besser.

Fazit: Ein Taschenschloss mit Wirbel ist meist keine Lösung für Drallprobleme im Hubseil und kann diese unter Umständen sogar verstärken. **Wir bei LWE raten deshalb grundsätzlich von Taschenschlössern mit Wirbel ab!**

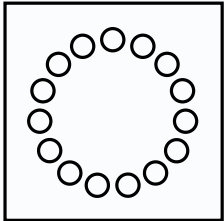
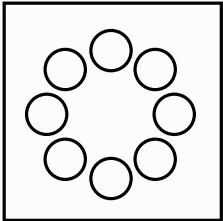
Bei Verwendung von Liebherr Teleskop- und Gittermastkranen darf auf keinen Fall ein Drallfänger in Verbindung mit einem Verstellseil genutzt werden. Dies kann zu gefährlichen Situationen und Unfällen führen.

Deshalb gilt: Hinweisschild auf allen Taschenschlössern beachten.



1.3 Vergleich Hubseile und Verstellseile

Hubseile und Verstellseile erfüllen unterschiedliche Aufgaben und sind daher unterschiedlich konstruiert. In der folgenden Tabelle werden wichtige Eigenschaften erläutert und Unterschiede aufgezeigt:

	Hubseil	Verstellseil
Funktion	Heben einer Last	Verstellen der Neigung/Position des Auslegers
Drehverhalten	Drehungsarm; geringere Verdrehung unter Last	Nicht drehungsfrei; durchschnittliches Drehverhalten unter Last
Symbol		
Anzahl Außenlitzen	15-18 dünnere Außenlitzen, deshalb höhere Biegeweichselfestigkeit	6-10 dickere Außenlitzen, deshalb erhöhte Querdruckstabilität
Seilendverbindung	Kreisrunde Seilendverbindung	Ovale Seilendverbindung, Seilendverbindung mit „Nase“ *
Verwendung	Winde 1, 2, 6	Winde 3, 4, 5
Drallfänger/Wirbel	<u>Nicht</u> empfohlen	Verboten!

* Winde 4 nur bei LR 12500-1.0 und LR 13000



1.3.1 Verständnisfragen

1. Woraus besteht der Grundaufbau eines Stahlseils?

- ☐ Aus einem einzigen massiven Stahlkern.
- ☐ Drähte werden zu Litzen verseilt, welche anschließend gemeinsam verseilt werden.
- ☐ Nur Außenlitzen, kein Kern.
- ☐ Aus einem Kunststoffkern mit Stahlmantel.

3. Wann ist der Einsatz eines Drallfängers (Wirbels) sinnvoll bzw. erforderlich?

- ☐ Grundsätzlich bei jedem Stahlseil.
- ☐ Nicht empfohlen aber bei drehungsarmen Seilen erlaubt.
- ☐ Am Verstellseil.
- ☐ Wenn möglich ohne Drallfänger/Wirbel arbeiten.

2. Wann entsteht eine ungleichmäßige Durchmesserreduzierung?

- ☐ Beim normalen Lauf über Rollen.
- ☐ Nur bei Korrosion.
- ☐ Durch punktuelle Reibung, zum Beispiel an Bordwänden oder anderen Seilen.
- ☐ Beim Arbeiten ohne Last.

4. Was ist das Ziel der Seilschmierung?

- ☐ Erhöhung des Seilgewichts
- ☐ Verringerung von Verschleiß und Korrosion
- ☐ Verbesserung der Farbe des Seils
- ☐ Verhinderung der Wicklung auf der Trommel

5. Welche Eigenschaften eines Stahlseils passen zu welcher Definition?

Drehverhalten	Beschreibt den Schutz des Seils vor Abrieb und Rost durch ausreichende Schmierung.
Querdruckstabilität	Beschreibt, wie stark sich ein Seil unter Zugbelastung eigenständig aufdrehen möchte.
Biegeweichselfestigkeit	Widerstand des Seils gegen Verschleiß durch wiederholtes Umlenken und Biegen.
Korrosion/Schmierung	Fähigkeit des Seils, vertikale Druckkräfte ohne Verformung zu widerstehen.

1.4 Der Seiltrieb

Um die maximale Lebensdauer Ihres Stahlseils zu erzielen, müssen Sie den gesamten Seiltrieb am Kran berücksichtigen. Dazu gehören die Seiltrommel, Tragrollen sowie Seilrollen.

1.4.1 Seiltrommeln

Mehrlagig bewickelte Seiltrommeln werden überall dort eingesetzt, wo große Seillängen auf begrenztem Raum untergebracht werden müssen – wie bei unseren Teleskop- und Gittermastkränen. Im Vergleich zu einlagig bewickelten Seiltrommeln hat die Mehrlagenwicklung stärkeren Einfluss auf Ihren Seilverschleiß. Um eine verschleißarme Mehrlagenwicklung zu ermöglichen sind die Liebherr-Seiltrommeln mit einer **Sonderrivierung** ausgeführt.

Die Sonderrivierung der Winde sorgt für ein parallel verlaufendes Seil zur Bordwand – mit Ausnahme von **zwei** definierten Steigungsbereichen pro Umdrehung.

Die weiteren Lagen folgen diesem Spulbild automatisch, sodass die Seile der jeweils unteren und oberen Lage an zwei vorbestimmten Punkten kreuzen. Diese Bereiche nennen sich **Kreuzungsbereiche**.

Das übrige Seil der beiden Lagen liegt parallel ineinander, die Querkkräfte der oberen Lagen werden optimal und kraftverteilend in die unteren Lagen eingeleitet. So wird der Verschleiß aufgrund der Mehrlagenwicklung auf zwei Punkte begrenzt.

Damit diese Vorteile erhalten bleiben, muss das Seil beim Aufspulen und Abspulen stets unter Vorspannung stehen, mindestens 10 % des maximalen Strangzugs, besser sind 15% oder mehr. So wird das Seil fest und gleichmäßig geführt. Die Kreuzungsbereiche sind meist um 180° versetzt, also gegenüberliegend. Da die Kreuzungspunkte immer an derselben Stelle liegen, lassen sich diese Bereiche

gut überwachen und der Verschleiß auf definierte Punkte begrenzen.

In den folgenden zwei Videos werden jeweils zu Beginn die Wickelarten unserer Seile auf den Mehrlagenwinden visuell dargestellt. Einfach den QR-Code mit einem mobilen Endgerät scannen und abspielen.



Maßnahmen zur Verlängerung der Standzeit von Hubseilen

<https://go.liebherr.com/hblj3f>



Mein Tipp: Flexen Sie Ihr Hubseil ab!

<https://go.liebherr.com/ydd28g>

1.4.2 Rollen

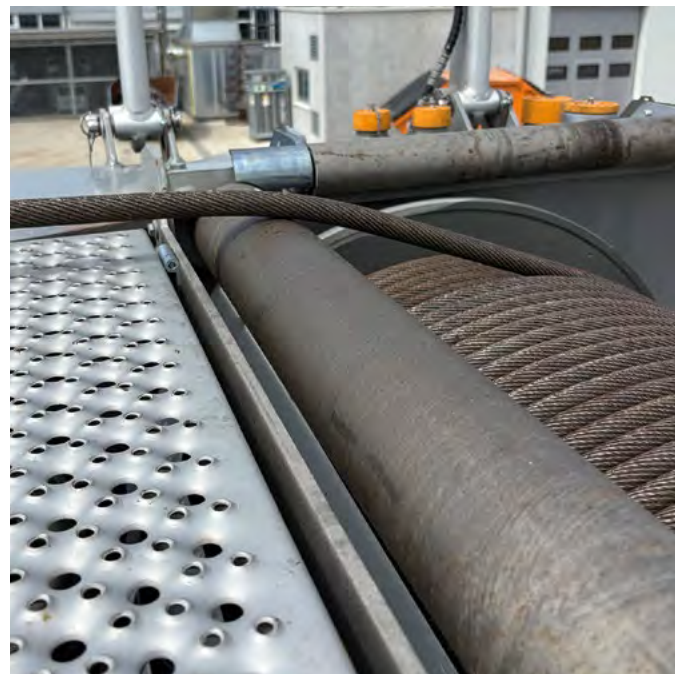
Im Seiltrieb von Teleskop- und Gittermastkranen werden **Seilrollen** und **Tragrollen** (s. Abb.) verwendet.

Seilrollen übernehmen zwei Hauptaufgaben:

1. **Umlenkung des Seils** in der Krangeometrie um die Zugkraft der Winde an den gewünschten Punkt zu übertragen.
2. Mittels dem **Flaschenzugprinzip** werden aus dem einzelnen Strangzug der Winde große Verstell- bzw. Hubkräfte erzielt.

Liebherr-Seilrollen sind in ihrem Durchmesser des Rillengrunds und dessen Toleranz genau auf den Durchmesser des Seils abgestimmt. Bei einem Defekt müssen die Liebherr-Seilrollen stets durch das Originalersatzteil ersetzt werden.

Tragrollen übernehmen die Aufgabe der Seilumlenkung an den Winden und am Ausleger. Tragrollen werden verwendet, wo kleinere Umlenkwinkel gegeben sind.



Tragrolle an Winde 1

1.4.3 Verständnisfragen

1. Warum werden mehrlagige Seiltrommeln mit Sonderverrillung verwendet?

- ☐ Um seilschonend zu arbeiten.
- ☐ Um große Seillängen auf wenig Raum aufzunehmen.
- ☐ Weil es die wirtschaftlichste Lösung ist.
- ☐ Um die Winde leichter zu montieren.

2. Was ist das Ziel der Sonderverrillung einer Winde?

- ☐ Optische Verbesserung.
- ☐ Paralleles Spulbild mit definierten Kreuzungsbereichen.
- ☐ Ermöglicht das Nachsetzen des Seils und somit eine Verlängerung der Lebensdauer des Seils.
- ☐ Geringerer Kraftbedarf beim Spulen.



2. Quick-Guide für Kranfahrer

Den besten Blick auf den tatsächlichen Zustand des Krans haben Sie als Kranfahrer oder Montagepersonal. Fallen Ihnen bereits während der Montage Auffälligkeiten oder Mängel am Drahtseil oder am gesamten Seiltrieb auf, können Sie sofort reagieren und Schäden vermeiden. Voraussetzung dafür ist, dass Ihnen bekannt ist, worauf zu achten ist und welche Maßnahmen möglich bzw. sinnvoll sind.

2.1 Worauf können Sie achten? Typische Probleme im Seiltrieb

2.1.1 Regelmäßige Prüfungen nach ISO 4309

Seile sind Verschleißteile und müssen regelmäßig geprüft werden. Seile, welche die Abergereife erreicht haben, sind unverzüglich zu ersetzen.

Falsche Handhabung oder Umwelteinflüsse können zu Schäden an Seilen und zu frühzeitiger Abergereife führen.



Sämtliche Ablegekriterien nach der ISO 4309 finden Sie in der BAL, Kapitel 8.04 Prüfung der Kranseile.

Hinweis: Bei Fragen zum Seilzustand oder zu Schäden wenden Sie sich an unseren Customer Service für Mobil- und Raupenkrane.

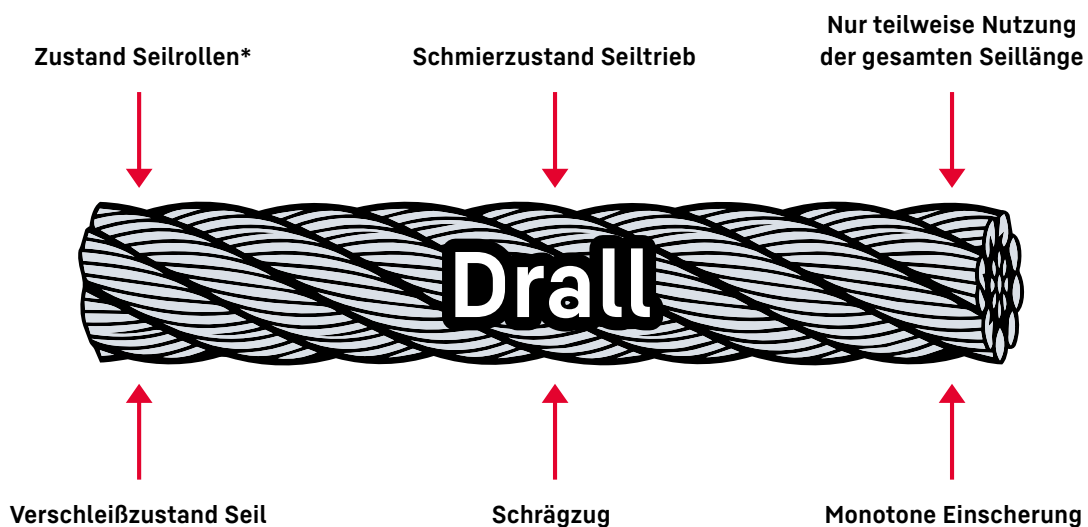
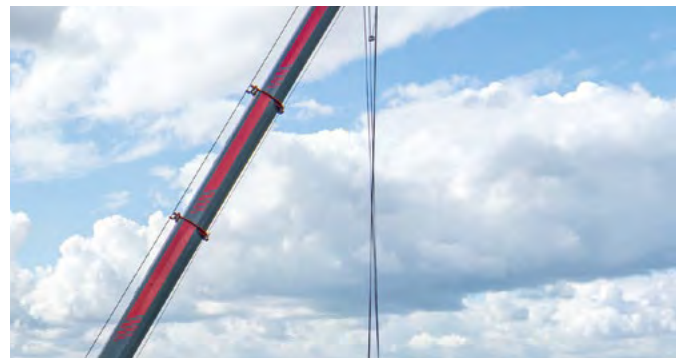
Wichtige Informationen für unseren Customer Service:



- Beschreibung des Problems
- **Detailbilder** der Schadstelle und Position
- **Bilder** sämtlicher Seilrollen (insbesondere der Rillen) und Rollen der Hakenflaschen
- **Bild** der Seriennummer am Seilendpunkt
- In welcher Lage und welcher Wicklung befindet sich der Schaden
- LICCON-Rüstcode des Fahrzustands
- Betriebsstunden des OW und der Winde

2.1.2 Drall vermeiden – was sind die Gründe?

Das Phänomen Drall in Hub- und Verstellseilen entsteht durch die tägliche Handhabung. Insbesondere bei einer monotonen Arbeitsweise (gleiche Einscherung, gleiche Betriebsart) tritt Drall unweigerlich auf. Sichtbar wird das zum Beispiel am Eindrehen der Hakenflasche oder an einer sich verdrehenden Verstellflasche (siehe Abbildung xy). Ebenso ersichtlich sind erhöhter seitlicher Verschleiß an den Seilrollen oder schwerwiegende Seilverformungen wie **Korkenzieher- oder Korbbildung**.



→ hat Einfluss auf den Drall

*Je nach Verschleiß der Seilrollen kann Drall entstehen. Der Rollenverschleiß wird in Kapitel 2.1.3.1 erläutert.

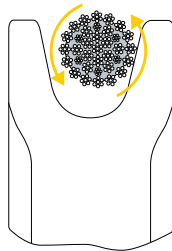
Dafür kann es vielerlei Gründe geben:

Jeder der genannten Faktoren (linke Seite unten) trägt zu einer öffnenden oder schließenden Verdrehung des Seils bei. Im Laufe der Zeit sammeln sich diese Verdrehungen auf dem Seil und machen sich in Form von Drall bemerkbar. Die Verdrehungen sind nicht an jeder Stelle gleich stark. Wenn sie aber an einer bestimmten Stelle zu hoch werden, können sie zu den bereits genannten Verformungen und Schäden führen. Während des Betriebs können Sie als Kranfahrer durch Beachtung der oben genannten Punkte Einfluss nehmen, ob und wie viel Drall im System entsteht.

Anmerkung zum Ablenkwinkel:

Läuft das Seil nicht exakt gerade in die Rille der Seilscheibe, entsteht ein Ablenkwinkel. Dieser führt zur Reibung mit der Seilrollenflanke, was ein Verdrehen des Seils (Drall) zur Folge hat – unabhängig von der Seilkonstruktion. Trifft das Seil zuerst die Rillenflanke, „schraubt“ es sich in Form einer Helix in den Grund und verdreht sich.

Dabei gilt: Je größer der Ablenkwinkel β , desto stärker die Verdrehung.



Hier ein Vergleich: Ist die Spur an ihrem Auto falsch eingestellt, können die Reifen nicht korrekt rollen, sondern werden eher seitlich über den Asphalt geschoben. Dies führt zu stärkerem Verschleiß.



Falsche Einscherungen können zu Drallbildung führen, der sich im Windenseil aufammelt. Dies betrifft insbesondere Verstellseile.

Drall im Verstellseil, zum Beispiel an Winde 3, zeigt sich ebenfalls durch Eindrehen der Flasche während der Montage. Aufgrund einer immer gleichbleibenden Konfiguration des Krans werden immer dieselben Bereiche einer Winde vom Seil abgespult und wieder aufgespult. Da ein Ablenkwinkel β zwischen den Seilrollen existiert, wird dem Seil unweigerlich Drall mitgegeben, welcher sich auf den unteren Lagen des Seils abspeichern kann.

Anmerkung zum Drall:

Ein Drahtseil ist ein komplexes mechanisches Konstrukt, dessen Verhalten sich bereits durch kleinste Einflussfaktoren verändert. Selbst wenn alle zuvor beschriebenen Punkte berücksichtigt werden, kann es im System dennoch zur Entstehung von Drall kommen.

Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass die mitgelieferten Einscherpläne zwingend einzuhalten sind.

2.1.3 Verschleiß der Rollen

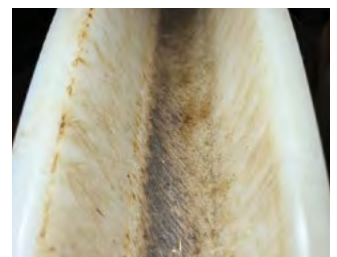
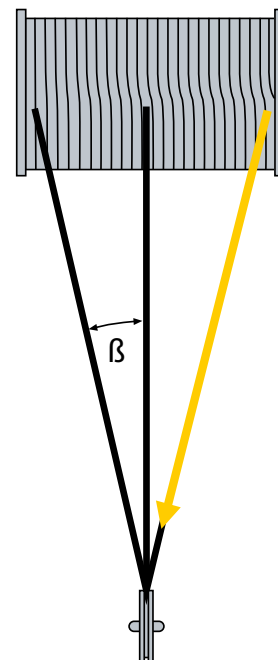
2.1.3.1 Negativprofile/Verschlissene Rillenflanke

Negativabdrücke auf Seilrollen sind auf natürlichen Verschleiß zurückzuführen. Gründe hierfür sind konstanter Seilzug, gleichbleibende Einscherung, unzureichende Schmierung, Wippen mit Last oder konstanter schlechter Ablenkwinkel. Schräg einlaufende Seilstränge können zusätzlich Negativprofile verursachen, **meist ausgelöst durch einen zu großen Ablenkwinkel β** . Weitere Gründe für einen zu großen Ablenkwinkel „Beta“ sind Drehbewegungen des Krans, Seilschlagen durch Wind oder Vibrationen

Diese Druckstellen können zu Drahtbrüchen und vorzeitiger Ablegereife des Seils führen und neue Seile können schnell beschädigt werden. Daher empfehlen wir eine mechanische Nacharbeit durch eine Rillenfräse, eine Reparaturfahrt* oder schlussendlich den Austausch von Seilrollen mit ausgeprägten Negativabdrücken beim Aufspulen eines neuen Hubseils.

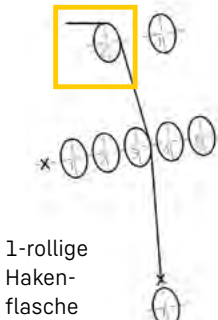
Um Druckstellen und Schrägläufe zu reduzieren, muss der Ablenkwinkel β so klein wie möglich gehalten werden.

* Bei einer neuen Seilrolle kann sich unter hohen Strangzügen unmittelbar ein Negativabdruck in der Rille bilden. Eine Reparaturfahrt, bei der die Seilrolle mehrfach mit verschiedenen Strangzügen befahren wird, dient dazu, diesen Abdruck zu verringern und das Rillenprofil wieder zu verbessern.

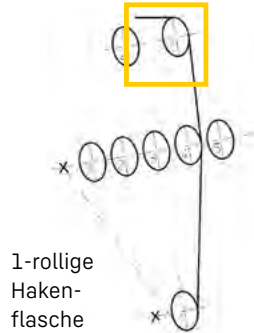


Deshalb sind zum einen der **Abstand H** zwischen Haken und Rollenkopf sowie die von Liebherr mitgelieferten **Einscherpläne** zwingend einzuhalten. Der Abstand H beschreibt den minimalen Abstand zwischen Mitte Rollensatz und Haken und wird in der TLT in Kapitel 40.35.40 genauer erläutert. Die Einscherpläne gewährleisten optimale Ablenkwinkel und eine gleichmäßige Telebelastung beim Lasthub. Beim nebenstehenden Beispiel wird deshalb bei 2-facher Einscherung auf die äußere Nackenrolle gewechselt (s. Abb. links).

Einscherung 1-fach



Einscherung 2-fach



2.1.3.2 Rilleneinlauf

Durch Abrieb und Alterung dünnt ein Drahtseil im Laufe der Zeit aus. Zeitgleich findet bei Seilrollen ebenfalls ein Alterungsprozess statt, bei dem sich der Rillendurchmesser durch das dünnere Seil verengt. Tauschen Sie jetzt das Drahtseil durch ein neues aus, liegt dieses nicht mehr richtig in der Rolle. Die verengte Rolle zerdrückt das Seil und zerstört es innerhalb kurzer Zeit. Dasselbe gilt für Tragrollen.

Folgen:

Erhöhte **Drahtbrüche und Korbbildung** am Seil.

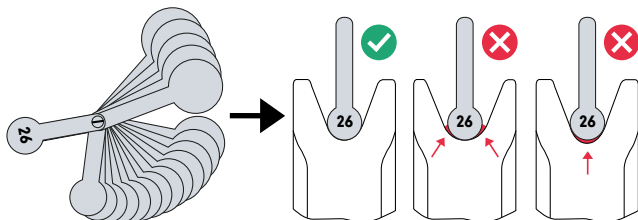
Grundsätzlich gilt:

Rillendurchmesser < Seildurchmesser = schlechte Kombination

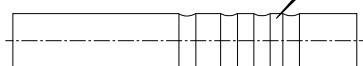
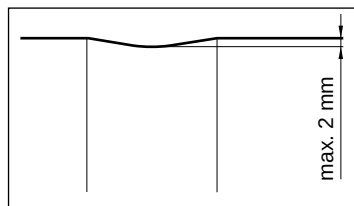
Der Rillendurchmesser der Seilrollen muss spätestens beim Seiltausch geprüft werden.



Tipp: Dokumentieren Sie die Ergebnisse mit Fotos.



Die Tiefe der Einlaufspuren auf Tragrollen darf max. 2 mm betragen.



2.1.3.3 Festsitzende Rollenlager

Festsitzende Rollenlager bedeuten: Die Rolle dreht sich nicht mit, sobald das Seil darüber läuft. Das Seil schneidet die Rolle förmlich auseinander. Dadurch beschleunigt sich der Seilverschleiß enorm und die Unfallgefahr mit lebensgefährlicher Folge ist extrem hoch.

2.1.4 Schmierung

Wie im Grundlagenkapitel erwähnt, ist eine optimale Schmierung essenziell und regelmäßig zu überprüfen.

2.1.5 Fazit

Sämtliche Vorgehensweisen zur Prüfung von Seilrollen und Tragrollen und Ablegekriterien nach ISO 4308 finden Sie in der BAL im Kapitel 8.01 Wiederkehrende Prüfungen in Unterkapitel 9 Prüfung der Seilrollen sowie in Unterkapitel 10 Prüfung der Tragrollen.



Hinweis: Bei Fragen zum Seilzustand oder zu Schäden wenden Sie sich an unseren Customer-Service für Mobil- und Raupenkrane.

Alle beschriebenen Punkte haben auf die Lebensdauer des Seils Einfluss. Auch ein neues Seil kann bei mangelhaften Faktoren innerhalb kürzester Zeit wieder beschädigt werden. Der gesamte Seiltrieb muss regelmäßig überprüft werden. Spätestens jedoch **nach einem Seiltausch**.

Tauschen Sie an Ihrem Auto bei verschlissenen Bremscheiben nur die Beläge aus, verschleifen die neuen Beläge innerhalb kurzer Zeit erneut.





2.1.6 Verständnisfragen

1. Welche Aussage zu Seilrollen ist korrekt?

- ☐ Der Rillendurchmesser darf kleiner als der Seildurchmesser sein.
- ☐ Eingelaufene Rollen führen schnell zu Drahtbrüchen.
- ☐ Ersatzteile müssen nicht original sein.
- ☐ Ablenkwinkel spielen keine Rolle.

2. Was führt typischerweise zu Negativprofilen an Seilrollen?

- ☐ Zu hohe Magnetfelder.
- ☐ Zu großer Ablenkwinkel beim Einlauf des Seils.
- ☐ Zu hohe Temperatur im Seil.
- ☐ Intensive Nutzung; Verschleiß über die Jahre.

3. Welche Angaben sind bei einer Meldung über einen möglichen Seilschaden wichtig?

- ☐ Fotos der Seilrollen.
- ☐ Fotos der Schadstelle, Position am Seil und Seriennummer des Seils.
- ☐ Name des Bedienpersonals.
- ☐ Aktueller Betriebszustand des Krans (LICCON-Krancode)

2.2 Was können Sie tun? Maßnahmen für eine lange Lebensdauer von Seilen

In diesem Kapitel werden allgemeine Maßnahmen erläutert, welche die Lebensdauer von Seilen verlängern. Die Maßnahmen sind für Hubseile und Verstellseile gültig und können bei allen Liebherr-Krantypen angewendet werden.

2.2.1 Drall lösen

2.2.1.1 Drall am Hubseil

Um Drall am Hubseil zu lösen werden nachfolgend zwei Methoden genannt. Die Methoden sind **nacheinander** anzuwenden.

- **Methode 1: Entdrallen mit einsträngiger Einscherung**
- **Methode 2: Entdrallen durch Ausdrehen der Hakenflasche**



Beide Vorgehensweisen sind in der BAL in *Kapitel 7.05.50 Wartungshinweise Kranausleger in Unterkapitel 3.10 Äußerst drehungsarmes Hubseil ausdrehen* erläutert. Eine weitere Methode wird wie folgt beschrieben.

- **Methode 3: Drallkompensation durch Schütteln**

Das Seil ist in der Hakenflasche eingesichert, der Ausleger ist aufgewippt und ggf. austeleskopiert. Die Hakenflasche dreht ungünstig ein.

Das eingesicherte Hubseil darf bei den nachfolgenden Schritten nicht gespult werden.

1. Drehen Sie den Haken manuell (zum Beispiel mit einem Liebherr-Teelader) in eine neutrale Position zurück.
2. Drehen Sie anschließend den Haken um eine halbe Umdrehung weiter, sodass ein Drehmoment als Vorspannung im eingesicherten Seil entsteht.
3. Wippen Sie jetzt den Ausleger ab und setzen den Haken auf dem Boden ab. Nun löst sich die runde Seilendverbindung im Taschenschloss aufgrund der Entlastung.
4. Schütteln Sie die Seilstränge mehrfach aus.
5. Wippen Sie den Ausleger wieder auf um den Haken vom Boden aufzunehmen.

Diese Methode ist bei Großgeräten und Kleingeräten anwendbar, sowohl bei Teleskop- als auch bei Gittermastkränen.

2.2.2.1 Drall am Verstellseil

Wichtig für ein korrektes Verständnis:

Bei verdrehgesicherten Verstellseilen kann Drall nicht über eine frei drehende Endverbindung abgebaut werden, der Gesamtdrall bleibt also unverändert.

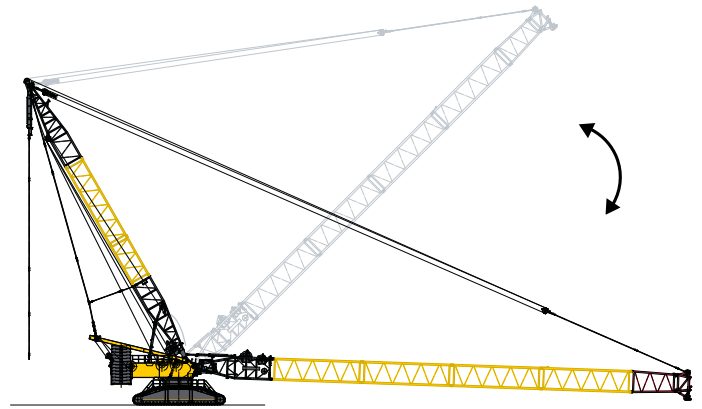
Grund dafür ist die nicht drehbare Seilendverbindung an jedem Verstellseil.

Drall ist ein lokal auftretendes Phänomen. Deshalb besteht die Möglichkeit des „Verteilen“ des Dralls auf das gesamte System.

Vorgehensweise:

1. Kurzer Hauptausleger, maximaler Derrickradius (kein BV-Rahmen)
2. Mehrfaches auf- und abwippen bis ca. 45°

Bei Fragen zu dieser Vorgehensweise sowie zu optimaler Auslegerkonfiguration kann der Customer-Service kontaktiert werden.



Unsere Empfehlung an Sie um Drall vorzubeugen:



Das Seil sollte nicht nur in einer speziellen Konfiguration betrieben werden. Unterschiedliche Abspullängen, Lasten und Umlenkungen fördern den gespeicherten Drall auf das System zu verteilen. Das Seil sollte regelmäßig komplett auf- und abgespult werden.

2.2.2 Seilvorspannung erneuern

Wird das Seil einer Mehrlagenwinde durch entsprechende Krankonfiguration nicht in voller Länge verwendet, kann sich das verbleibende, aufgespulte Seil in seinen Seillagen lockern. Hauptursachen sind Vibrationen der Maschine in Kombination mit geringem Strangzug. Zum Beispiel beim Fahren der Hakenflasche ohne Last.

Verstellseil:

Als Beispiel kann das Seil der Winde 3 am Gittermastkran bei bestimmten Konfigurationen bis in seine unterste Lage abgespult und anschließend unter Last wieder aufgespult werden.

Vorgehensweise:

1. Kurzer Hauptausleger, maximaler Derrickradius (kein BV-Rahmen).
2. Der Hauptausleger liegt am Boden, das Seil der Winde 3 ist maximal abgespult.
3. Der Derricksausleger wird von der Betriebsstellung in die Montagestellung nach vorne gefahren. Der Derrickwinkel verringert sich somit durch Senken der Winde 4 und Heben der Winde 3. Dabei müssen Sie auf ausreichende Spannung des Seils der Winde 3 achten, welches unter Zug fest aufgespult wird.

Wir empfehlen diesen Vorgang mittels der Konfiguration des vorigen Kapitels 2.2.1.2 kombiniert durchzuführen.

Hubseil:

Um die Seilvorspannung am Hubseil zu erneuern, empfehlen wir Ihnen **regelmäßige Wartungshübe**. Im ersten Schritt wird die optimal eingesicherte Hakenflasche bis auf die vier Sicherheitswindungen vollständig abgespult. Anschließend wird das Seil mit mindestens **10 % des maximalen Strangzugs** wieder fest auf die Winde aufgespult.

Zur Erläuterung der optimalen Vorgehensweise für Teleskop- und Gittermastkrane empfiehlt Liebherr das folgende Video. Hierzu einfach den QR-Code mit einem mobilen Endgerät scannen und abspielen.



Maßnahmen zur Verlängerung der Standzeit von Hubseilen

<https://go.liebherr.com/hblj3f>

Die beiden beschriebenen Maßnahmen sorgen für stramm aufgespulte Seillagen. Spulprobleme werden dadurch reduziert und die Querdrukstabilität der unteren Seillagen gestärkt. **Dadurch kann die Lebensdauer des Seils verlängert werden.**

2.2.3 Seil kürzen und nachsetzen

Durch die erwähnte Wickelart unserer Mehrlagenwinden konzentriert sich der Seilverschleiß an bestimmte Kreuzungspunkte. Die Kreuzungspunkte verlaufen aus Sicht des Betrachters horizontal auf der Winde. Bevor das Seil an diesen Bereichen zur Ablegereife gelangt, kann durch **Kürzen und Nachsetzen des Seils** der verschlissene Seilbereich von den Kreuzungspunkten in den Parallelbereich der Winde verlagert werden. Die bisher weniger beanspruchten Seilabschnitte befinden sich anschließend an den Kreuzungspunkten. Dies ist jeweils bei Hubseilen und Verstellseilen möglich.



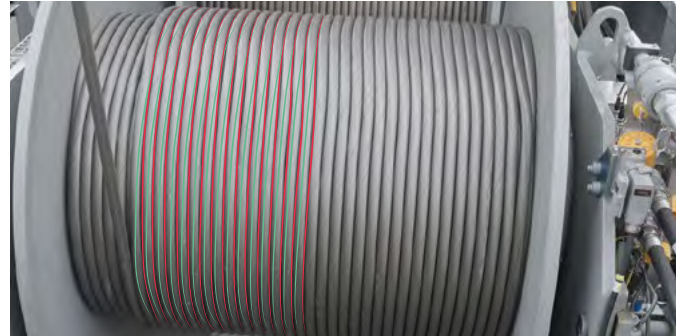
BAL Kapitel 7.05.50 Wartungshinweise Kranausleger im Unterkapitel 3.12 Seil kürzen.



Auf unserer Homepage verweisen wir ebenfalls auf dieses Thema. Einfach den QR-Code mit einem mobilen Endgerät scannen und abspielen.



<https://go.liebherr.com/ydd28g>



Wird ein Kran ausschließlich mit einer bestimmten Betriebsart betrieben, kann das Hubseil auf eine definierte Ziellänge gekürzt werden. Dadurch wird das Seil bei den jeweiligen Hübten bis in die unterste Lage abgespult und immer über die gesamte Länge abgewickelt und aufgewickelt.



Die untersten Lagen werden geschont; für einen Wartungshub muss nicht umgeschert werden.



Bestimmte Betriebsarten können mit gekürztem Hubseil nur noch eingeschränkt angewendet werden. Diese Option sollte also vorab ausführlich geprüft werden.

2.2.4 Verständnisfragen



1. Warum kann sich ein Seil auf einer Mehrlagenwinde lockern?

- ☐ Aufgrund Vibrationen und geringem Strangzug.
- ☐ Weil das Seil zu stark gespannt ist.
- ☐ Durch zu hohe Last am Haken.
- ☐ Aufgrund von zu häufigen Wartungshüben.

3. Welche Schritte sind wichtig beim Erneuern der Seilvorspannung?

- ☐ Das Seil nur bis zur Hälfte abspulen.
- ☐ Das Seil möglichst bis zu den Sicherheitswindungen abspulen.
- ☐ Das Seil mit mind. 10% Strangzug aufspulen (besser 15% oder mehr).
- ☐ Die Maschine abstellen.

2. Was bewirkt das Kürzen und Nachsetzen eines Hubseils?

- ☐ Der verschlissene Bereich bleibt an derselben Stelle.
- ☐ Der verschlissene Bereich wird in den Parallelbereich verlagert.
- ☐ Die Lebensdauer des Seils kann sich um das doppelte verlängern.
- ☐ Die Winde kann nicht mehr benutzt werden.

4. Welche Punkte helfen gegen Drall im Seil?

- ☐ Gleichmäßig wechselnde Krankonfigurationen.
- ☐ Einhaltung der Einscherpläne.
- ☐ Immer gleiche Abspullängen auf derselben Winde.
- ☐ Verwendung neuer Seilrollen.

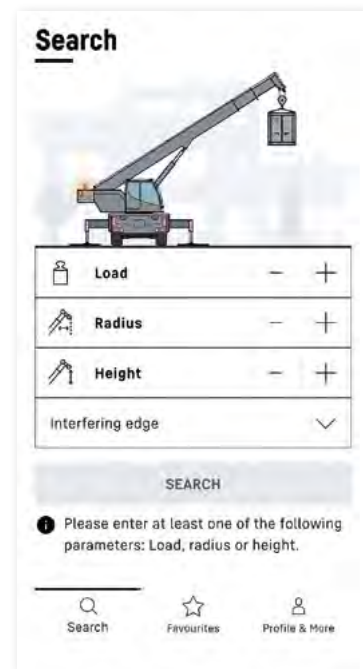
3. Hubseile in der Windkraft

Für die Montage bzw. Demontage einer Windkraftanlage gelten Randbedingungen zur Durchführung des Jobs – unter anderem die richtige Auswahl des Krans.

Als ideales Werkzeug bietet Liebherr hierfür den Crane Finder.

Der **Crane Finder** ist ein digitales Planungswerkzeug. Er wurde speziell dafür entwickelt, Anwendern schnell, einfach und zuverlässig den idealen Kran für jede Hubaufgabe zu ermitteln. Ganz gleich, ob auf der Baustelle, im Büro oder unterwegs in der App-Version.

Mit nur wenigen Eingaben (zu hebende **Last**, die gewünschte **Höhe** und **Ausladung**) liefert der Crane Finder Ihnen in Kürze eine maßgeschneiderte Auswahl passender Mobil- und Rau- penkrane inklusive optimaler Konfiguration. Durch die intuitive Bedienung spart das Tool Zeit, Aufwand und Ressourcen und ermöglicht es Ihnen als Kranfahrer und Planer, die richtigen Entscheidungen noch schneller zu treffen.



Web-Anwendung
MyLiebherr



Crane Finder App
App Store (iOS)



Crane Finder App
Google Play (Android)

Mithilfe dieses Tools wurden für verschiedene Windkraftanlagen geeignete Krane mit jeweils passender Konfiguration identifiziert.

Für das erste Beispiel wird ein Kran für einen Hub an einer WKA mit der Nabenhöhe von 80 m, also einer Rollenkopfhöhe von **91 m**, und einem Gewicht von **63 t** brutto benötigt. Anhand der beiden Sucheingaben ergibt sich folgender Kran:

1. LTM 1650-8.1

Konfiguration:	T3YV2EN
Nennlast:	68,8 t
Rollenkopfhöhe:	91,2 m
Länge HA:	92/92/92 (51 m)
Adapterlänge:	16 m
Länge N:	24,5 m
Seillänge W2:	800 m
max Strangzug W1/W2:	12,7 t

Für das zweite Beispiel wird ein Kran für einen Hub an einer WKA mit der Nabenhöhe von 166 m, also einer Rollenkopfhöhe von **180 m**, und einem Gewicht von **140 t** brutto benötigt. Anhand der beiden Angaben ergibt sich folgender Kran:

2. LR 11000

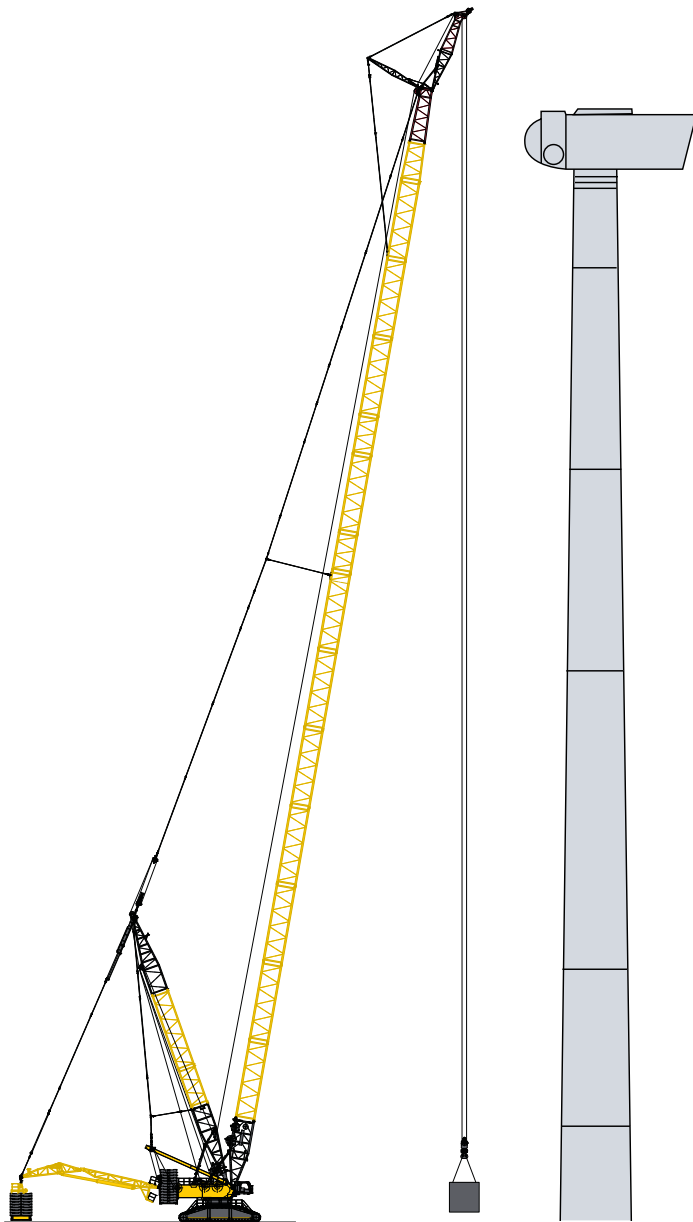
Konfiguration:	SL10DF2BV
Nennlast:	140,3 t
Rollenkopfhöhe:	184,4 m
Länge D:	42 m
Länge HA:	168 m
Länge F:	12 m
Seillänge W1 & W2:	1450 m
max. Strangzug W1/W2:	23,0 t

3.1 Montage/Demontage von Windkraftanlagen

Bei der Montage von Windkraftanlagen wird das Hubseil unter sehr hoher Last aufgewickelt. Werden dabei grundlegende Bedingungen nicht eingehalten, kann es schon während der Montage der Anlage zu erhöhtem Seilverschleiß kommen.

Auch beim Rückbau dieser Anlagen treten extreme, ungünstige Lastspiele auf, die die Lebensdauer des Hubseils deutlich verkürzen können

3.1.1 Die Problemstellungen



Montage

Vor Hubbeginn muss der Kran in der passenden Auslegerkonfiguration stehen und die Last ordnungsgemäß angeschlagen sein. Der Haken befindet sich dabei meist bodennah, das Hubseil ist weitgehend abgespult. Seillagen, die bei Lastaufnahme mit geringer oder ungleichmäßiger Vorspannung auf der Winde verbleiben, können bei der Montage von Windkraftanlagen zu erhöhtem Seilverschleiß führen.

→ Schlechte Vorspannung vor dem ersten Hub

Nach dem Hub schwerer Bauteile (z.B. Maschinenhaus) folgen oft leichtere Komponenten (z.B. Rotorblätter). Bei gleicher Einsicherung reichen diese Lasten teilweise nicht aus, um die erforderliche Vorspannung von 10 % in den unteren Seillagen sicherzustellen. Wird das Seil am Ende des Auftrags nur über das Hakenflaschengewicht aufgespult, etwa beim Absenken des leeren Hakens zum Abnehmen der Anschlagmittel, kann dies beim nächsten Hub zu schwerwiegenden Seilschäden führen.

→ Schlechte Vorspannung nach dem letzten Hub

Demontage

Bei der Demontage werden zuerst leichte Teile, wie zum Beispiel Rotorblätter, gehoben. Danach werden erst sehr schwere Komponenten, wie zum Beispiel der Generator, gehoben.

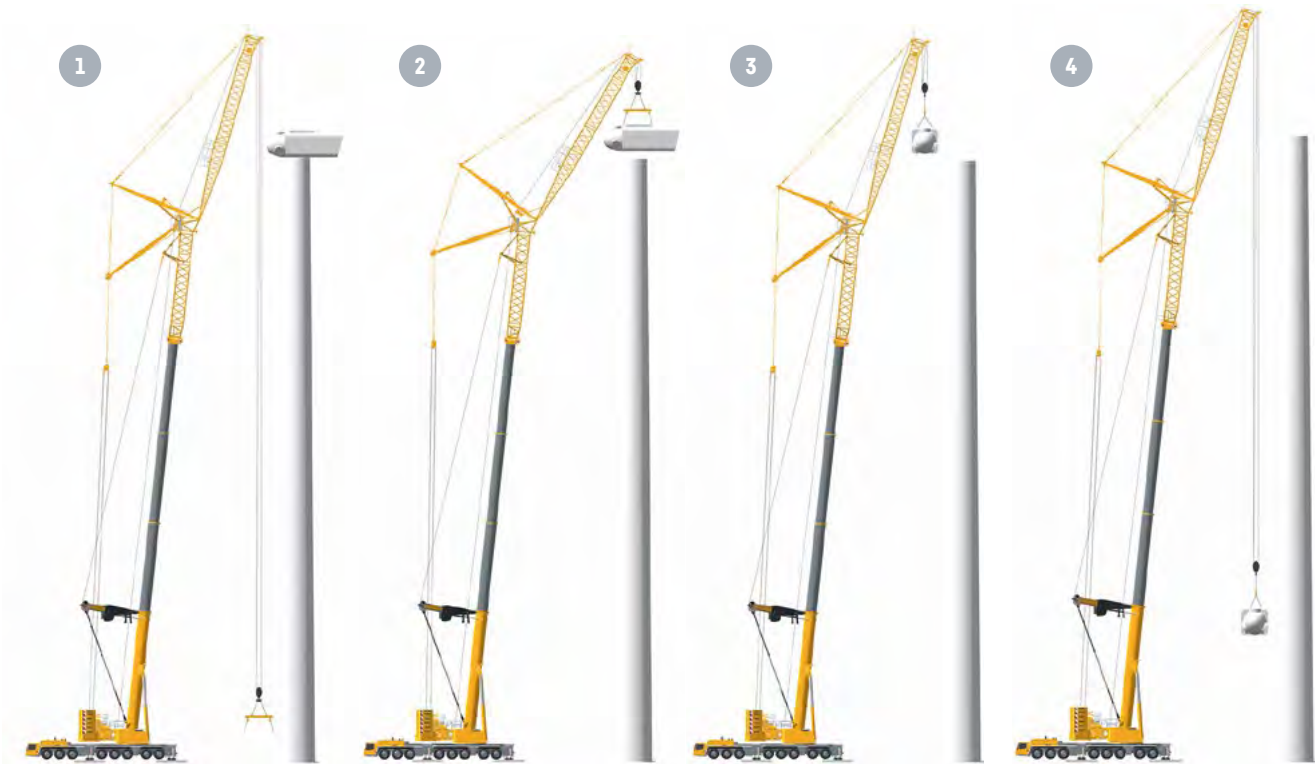
Daraus ergeben sich folgende Risiken:

- Leichte Hübe zu Beginn lockern die unteren Seillagen auf der Winde. Das passiert besonders dann, wenn überschüssiges Seil auf der Winde bleibt und nur aus den oberen Lagen gearbeitet wird (Vibrationen im System).
- Wird das Seil ohne Last aufgespult, um den Haken zur Anschlagstelle zu fahren, fehlt die nötige Vorspannung. Das Seil spult schlecht, die Querdrukstabilität nimmt erheblich ab.
- Wird anschließend eine schwere Last aufgenommen, wirkt der hohe Strangzug beim Absenken direkt auf die schlecht vorgespannten unteren Lagen.

Folgen:

- Das Seil der oberen Lage schneidet in die unteren Lagen ein
- Starker Seilverschleiß schon beim ersten Absenken
- Ruckartiges Lösen des Seils → schlechtes Fahrgefühl und Erschütterungen im ganzen Kran

Hier ist anhand des LTM 1650-8.1 ein solches suboptimales Vorgehen in 4 Schritten bildlich dargestellt:



Ergebnis:

Das Hubseil kann bereits nach wenigen Hieben ablegereif sein – mit hohen Kosten und Ausfallzeiten.

3.1.2 Schadensbilder

An Hubseilen können verschiedene Schäden auftreten. Von Verformungen und Drahtbrüchen bis hin zu Litzenbrüchen. Die Praxisbilder zeigen ein typisches Schadensbild im laufenden Betrieb an der Winde eines Teleskopkranes.

Ein ähnliches Problem kann bereits beim Aufspulen eines neuen Seils entstehen: Das Seil liegt auf der Haspel meist mit sehr geringer Spannung. Wird es anschließend mit Vorspannung auf die Winde aufgespult, kann sich das Seil auf der Haspel einschneiden.

Folge: Das neue Hubseil kann schon vor dem ersten Einsatz beschädigt und im schlimmsten Fall direkt ablegereif sein.



3.1.3 Maßnahmen

Im Folgenden werden Liebherr-krantypenübergreifende Hinweise aufgeführt.

3.1.3.1 Überscheren

Als Überscherung bezeichnen wir eine Einscherung des Hubseils in der Hakenflasche, die größer ist als die nötige Einscherung. Um die Einscherung zu bestimmen ist ein Verständnis des Vorgangs zur **Berechnung des Hakenflaschengewichts** essenziell! Diese ist im Kapitel 6 ausführlich erklärt.

Resultat bei Überscherung:

Der Strangzug wird reduziert. Dadurch sinkt der Querdruck auf die unteren Seillagen der Winde und das Risiko des Einschneidens wird deutlich verringert.

3.1.3.2 Verwendung von W1, W2 oder W1 || W2

Für die Montage und Demontage von Windkraftanlagen sind Mobil- und Raupenkrane der größeren Traglastklassen erforderlich. Diese sind zum großen Teil mit mehreren Hubwinden ausgestattet. Die **abwechselnde Verwendung** der Hubwinden lässt beide Komponenten **gleichmäßig verschleiben** und **verlängert** somit indirekt **das Seilleben einer einzelnen Hubwinde**.



Vergleichbar ist das mit den Reifen eines Autos:
Tauschen Sie die Vorder- und Hinterreifen Ihres Fahrzeugs, nutzen sich die Reifen gleichmäßiger ab und halten länger.

Mögliche Betriebsarten der Winde sind:

3.1.3.3 Zusatzgewichte Hakenflasche

An vielen Hakenflaschen von Liebherr Teleskop- und Gittermastkranen können zusätzliche Gewichte montiert werden.

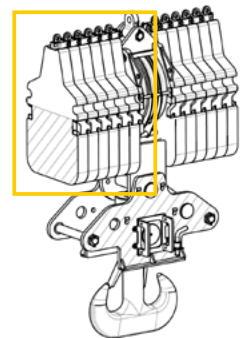
Praxisempfehlung für Anwendung in der Windkraft:

Montage Windkraftanlage:

Für den Last-Hub reduziert das Überscheren den Strangzug. Das Hakenflaschengewicht darf jedoch nie unter dem nach TLT/AAT/BAL erforderlichen Mindestgewicht liegen.

Max. Einscherung und min. Hakenflaschengewicht!

→ durch diese Kombination wird das Seil minimal durch die Zugkraft der Last belastet.



Demontage Windkraftanlage:

Max. Einscherung und max. Hakenflaschengewicht!

→ Der Haken muss ohne Last bis zum Auslegerkopf gehoben werden. Durch die Verwendung des maximal möglichen Hakenflaschengewichts kann der Strangzug erhöht werden. Das Hubseil wird stärker aufgespult, die Querdruckstabilität verbessert sich.

Beispielrechnungen befinden sich im Anhang.

			
Einzelbetrieb W1			
Einzelbetrieb W2			
Parallelbetrieb W1 W2			



Ja



Nein

3.1.3.4 Seilvorspannung erneuern

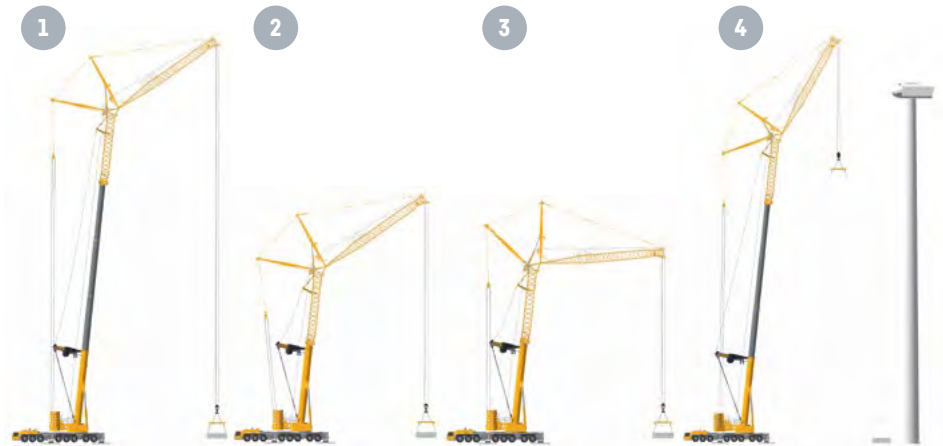
Zwischen zwei Hüben kann die Seilvorspannung entweder mit der Last oder mit zusätzlichen Gewichten erneuert werden. Das Hubseil kann durch Umteleskopieren bis in die untersten Seillagen abgespult und anschließend unter Last wieder sauber aufgespult werden.

Teleskopkran: LTM 1650-8.1 (Konfiguration T3YV2EN)

Bei Nutzung von **W2, n = 7** und einer max. teleskopierbaren Last von **12,6 t** wird das Hubseil mit ca. **15 % Strangzug** auf die Winde aufgespult.

Damit lassen sich **über 70 % des Hubseils mit ausreichender Vorspannung** aufspulen.

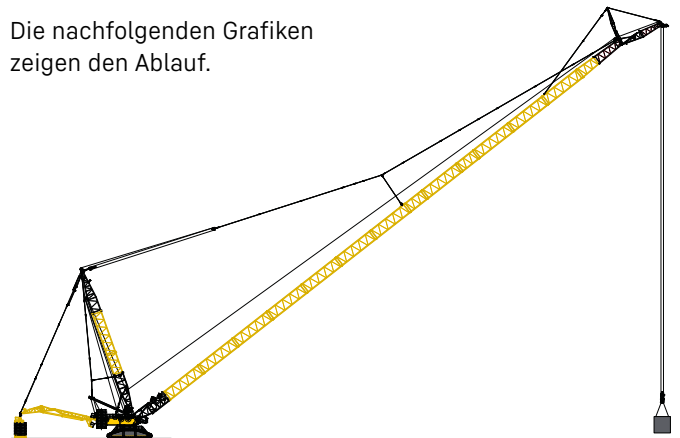
Die nebenstehende Grafik zeigt den beschriebenen Ablauf.



Gittermastkran:

Bei der Demontage von Windkraftanlagen kann für den ersten Hub (z.B. Rotorblätter) eine längere Auslegerkonfiguration als für den zweiten Hub (z.B. Generator) genutzt werden. Bei Gittermastkränen (z.B. LR 11000) muss nach der Rotorblatt-Demontage der Kran daher meist abgelegt, umgebaut und erneut aufgerichtet werden.

Die nachfolgenden Grafiken zeigen den Ablauf.



Vorgehensweise:

1. Vor dem ersten Hub müssen Sie den Haken maximal einscheren, sodass das Hubseil bis in die untersten Lagen abgespult werden kann. Die maximale Einscherung erhalten Sie durch Befolgen der im Kapitel **Mindesthakenflaschengewicht** beschriebenen Rechenschritte.

2. Beim Ablegen führen Sie einen Wartungshub durch → die untersten Seillagen werden fest aufgespult. Das würde bei Einzelbetrieb W1 oder W2 in 6-facher Einscherung mit der Konfiguration SL10DF2BV wie folgt aussehen:

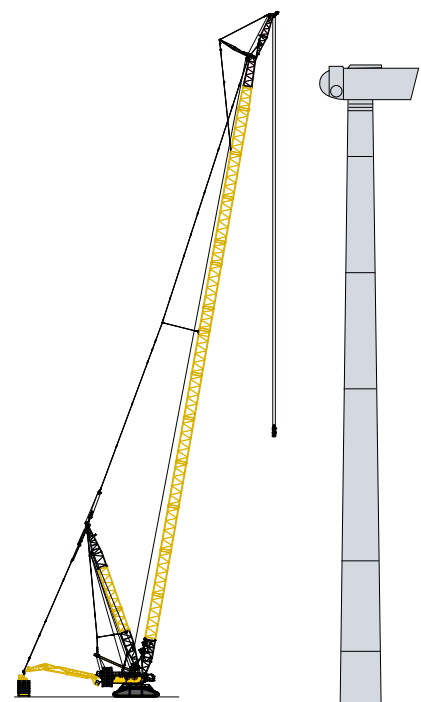
- **Schritt 1:** Mit 20 % Strangzug (ca. 32 t inkl. Hakenflasche) Hubseil aufspulen und bis zur 100 %-Abschaltung abwippen → ca. 350 m Hubseil aufgespult (3,5 Lagen).
- **Schritt 2:** Mit 10 % Strangzug (ca. 16 t inkl. Hakenflasche) weiter bis 100 % → ca. 470 m Seil aufgespult (4,5 Lagen).

3. Sie bauen den Kran um und richten ihn wieder auf.

4. Dabei dürfen Sie an den Hubwinden **nur so viel Seil wie nötig abspulen**, damit die unteren Lagen gespannt bleiben.

Vorteil:

Die fest aufgespulten unteren Seillagen verbessern die **Querdruckstabilität** und sorgen für einen **verschleißärmeren zweiten Hub** (z.B. Generator).



3.2 Wippspitzen-Montage: Verstellflasche holen beim LTM

Weitere Hubseilbeschädigungen können bei der Montage der Wippspitze eines Liebherr-Mobilkrans entstehen. Während der Montage der Verstellflasche wird die Hubwinde als Hilfswinde verwendet um das Verstellseil abzuspulen. Dadurch können hohe Zugkräfte auf das Seil der Hubwinde einwirken. Konstruktionsbedingt können diese Kräfte bei bestimmten Montageschritten verschleißfördernd auf das Hubseil wirken. Deshalb müssen, je nach Gerät, bestimmte Dinge beachtet werden **um die Belastung möglichst gering zu halten**.

3.2.1 LTM 1750-9.1: Vorgehensweise mit Winde 1



Die genaue Vorgehensweise ist ausführlich in der BAL Kapitel 5.04 Wippbare Gitterspitze – TN in Unterkapitel 5.8 Obere Verstellflasche holen in insgesamt vier Teilschritten beschrieben.

Das Seil der Winde 1 wird nur gering belastet, wenn Sie die Schritte und Distanzen exakt einhalten. Insbesondere die Zielwerte Y.

Das Video ergänzt die Thematik. Hierzu einfach den QR-Code mit einem mobilen Endgerät scannen und abspielen.

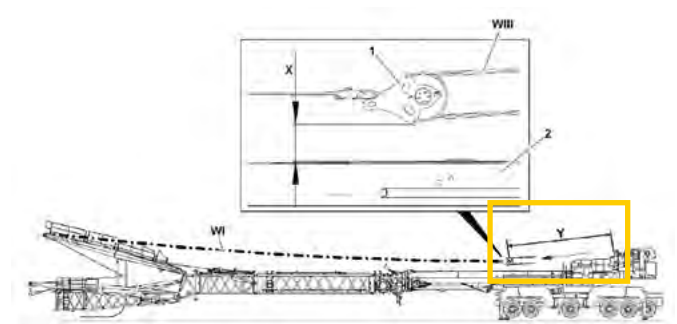
Montage/Demontage der wippbaren Gitterspitze beim LTM 1750-9.1



<https://go.liebherr.com/qa4427>

Betriebsart: TN; TNH; TYVEN; TYVENH; TYV2EN; TYV2ENH, TYV23EN; TYV23ENH		
Länge wippbare Gitterspitze	Erforderliche Mindesteinsicherung	Zielwert Y
N 21 m bis N 24,5 m	4	2 m
N 28 m bis N 31,5 m	2	4 m

Zielwerte NA-Bock 2 aufrichten



3.2.2 LTM 1750-9.1: Vorgehensweise mit Winde 2

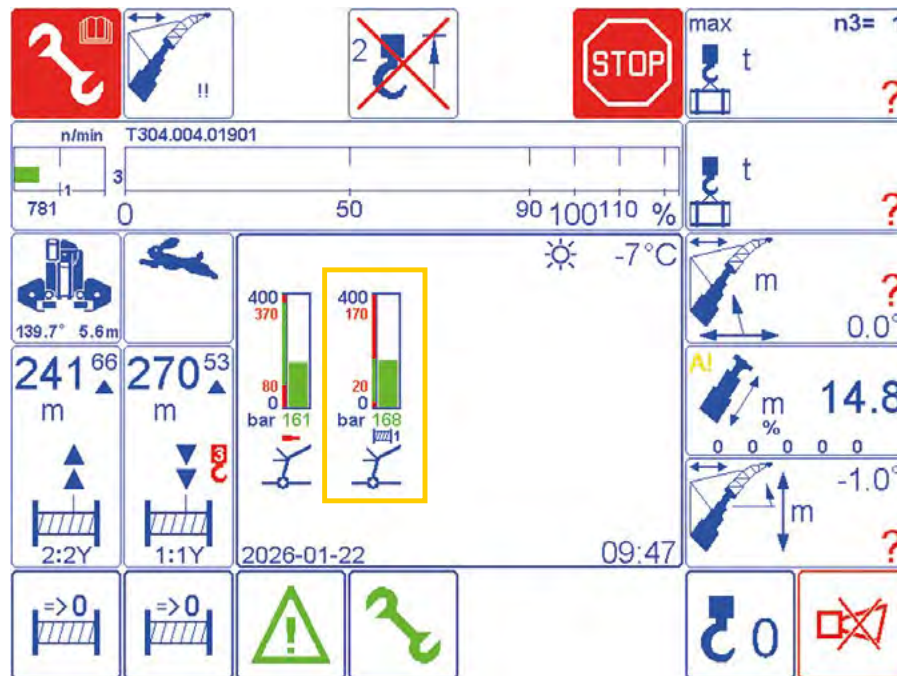
Die Montage der N-Verstellflasche kann auch mit der Winde 2 erfolgen. Der Montagevorgang ist ähnlich wie bei anderen LTM: Stellen Sie den NA-Bock 2 auf 90° und halten

den NA-Bock 1 leicht in der Luft, während das Seil der Winde 2 aufspult und gleichzeitig das Seil der Winde 3 absput. Die Zielwerte Z bleiben dabei gleich.



3.2.3 Andere LTM: Druckanzeige während Montage

Für den LTM 1400-6.1, LTM 1450-8.1 sowie LTM 1650-8.1 existiert für dieselbe Thematik der Winde 1 **eine andere Lösung**. In Form einer digitalen Anzeige wird der aktuelle Lastdruck der Winde 1 im LICCON-Monitor dargestellt. Der Druck sollte sich im grünen Bereich befinden. Hierbei muss Folgendes beachtet werden:



3.2.4 Verständnisfragen

1. Welchen Zweck erfüllt der Liebherr Crane Finder?

- ☐ Er berechnet automatisch die Lebensdauer des Seils.
- ☐ Er ermittelt schnell den geeigneten Kran inklusive optimaler Konfiguration.
- ☐ Er ersetzt die Einsatzplanung durch den Kranfahrer.
- ☐ Er dient ausschließlich zur Dokumentation abgeschlossener Hübe.

2. Warum ist eine ausreichende Seilvorspannung vor dem ersten Hub besonders wichtig?

- ☐ Um die Hubgeschwindigkeit zu erhöhen.
- ☐ Um erhöhten Seilverschleiß bereits bei der Montage zu vermeiden.
- ☐ Um den Ausleger kürzer fahren zu können.
- ☐ Um die Traglast des Krans zu erhöhen.

3. Welches Risiko entsteht, wenn das Hubseil nur mit dem Gewicht der Hakenflasche aufgespult wird?

- ☐ Der Strangzug steigt zu stark an.
- ☐ Die unteren Seillagen erhalten keine ausreichende Vorspannung.
- ☐ Das Spulverhalten ist nicht optimal.
- ☐ Die Einsicherung verändert sich automatisch.

4. Was kann die Folge mangelhafter Seilvorspannung beim Absenken von schweren Lasten sein?

- ☐ Drahtbrüche durch Reibung.
- ☐ Ruckartiges Lösen des Seils und Erschütterungen im Kran.
- ☐ Seilschäden durch schlechte Querdruckstabilität.
- ☐ Überstunden für das Bedienpersonal.



4. Verstellseile in der Windkraft

Nicht nur Hubseile sind bei bestimmten Einsätzen hohen Belastungen ausgesetzt. Auch Verstellseile unterliegen bei unsachgemäßer Handhabung starkem Verschleiß. Insbesondere im Bereich der Gittermastkrane.

4.1 Problemstellung: Aufrichten/Ablegen als kritischer Punkt

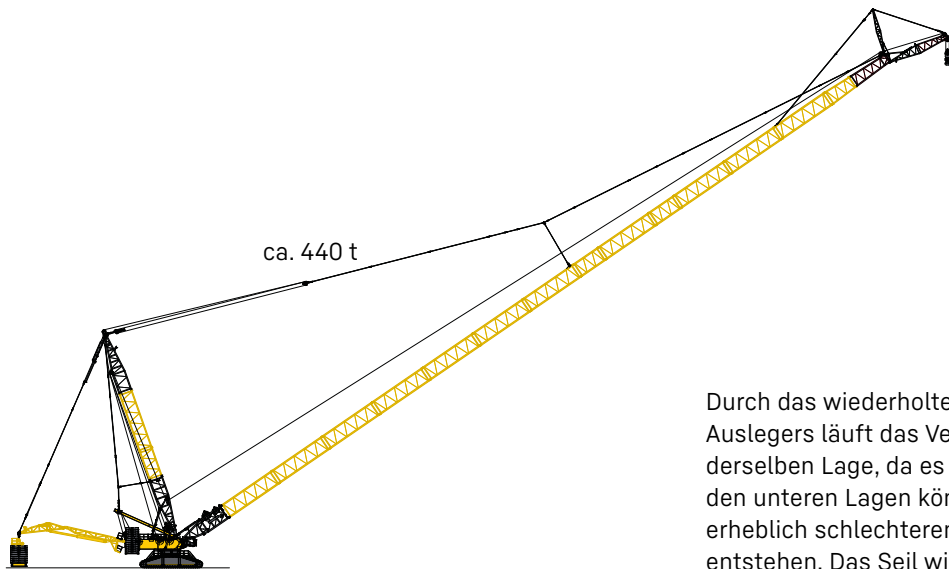
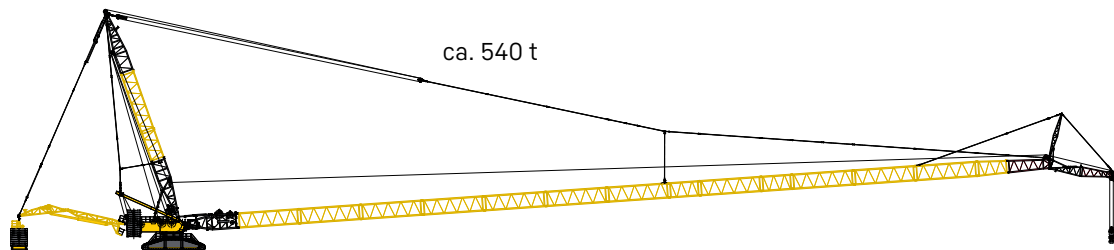
Am Beispiel des LR 11000 in der Konfiguration **SL10DF2BV** gehen wir davon aus, dass der Kran überwiegend im Windkraftbereich bei gleichbleibender Auslegerlänge betrieben wird.

Die größten Zugkräfte auf das Verstellseil des Hauptauslegers (Winde 3) entstehen **beim Aufrichten und Ablegen des Krans**. Je horizontaler der Hauptausleger in diesen Phasen steht, desto höher sind die wirkenden Kräfte. Dies zeigt sich deutlich in der Kraftanzeige **F1** und **F3** in Kombination mit dem Schwebeballast.

Beispiel:

Bei einer Änderung des Hauptauslegerwinkels **von 4° auf 34,4° sinkt die Kraft F3 von ca. 540 t auf ca. 440 t** – eine Reduzierung um über 100 t.

Gleichzeitig wird das Verstellseil um ca. 226 Meter aufgespult, also **von Lage 4 Wicklung 8 zu Lage 6 Wicklung 2**. Die größte unvorteilhafte Krafteinwirkung erfährt folglich die 3. und 4. Lage.



Durch das wiederholte Aufrichten und Ablegen des Auslegers läuft das Verstellseil der Winde 3 immer auf derselben Lage, da es nie vollständig abgespult wird. In den unteren Lagen können dabei lose Wicklungen mit erheblich schlechteren **Querdruckstabilitätseigenschaften** entstehen. Das Seil wird anfälliger für Schäden.

4.2 Schadensbilder

Der Verlust von Querdruckstabilität zeigt sich anhand von **Verformungen** des Seils an den Kreuzungsbereichen der Mehrlagenwicklung. Je nach Schweregrad kann dies zur Ablegereife des Seils führen. Typischerweise sind immer dieselben Windungen auf denselben Lagen betroffen.



4.3 Maßnahmen

Die Lebensdauer des Verstellseils kann durch gezielte Maßnahmen verlängert werden:

- Ein Gittermastkran ist mit seiner umfangreichen Ausrüstung für viele unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten konstruiert. Das macht ihn zu einer flexiblen Maschine. Durch eine möglichst variable Nutzung des Geräts wird auch das Seil in unterschiedlichen Längen genutzt und ist verschiedenen Belastungen ausgesetzt. Das reduziert einseitige Beanspruchung und somit frühzeitigen Ausfall. Anstatt beispielsweise beim LR 11000 ausschließlich mit einer Länge der Konfiguration SL10DF2BV zu arbeiten, können stattdessen für verschiedene Hübe unterschiedliche Längen dieser Konfiguration verwendet werden. Hier werden Bauteile, u.a. das Seil, anders belastet und verschleßen nicht ausschließlich an derselben Stelle:
- Zeigt das Verstellseil an den Kreuzungsbereichen der Mehrlagenwicklung Verschleiß bzw. Abplattungen, kann durch **Kürzung des Seils** der abgenutzte Teil in die weniger beanspruchten Parallelbereiche der Wicklung befördert werden. Dieser Vorgang ist im Kapitel 2.2.3 ausführlich beschrieben.
- Durch den Einsatz **kürzerer Stangen in der S-Verstellung** kann beim **LR 11000 in der Konfiguration SL10DF2BV** die Lebensdauer verlängert werden. Insbesondere in Bezug auf **Querdruckstabilität und Drall**.



Fahren Sie mit einem Auto immer nur eine Rechtskurve, wird das linke Radlager als erstes kaputt gehen.

- Ein wichtiger Faktor ist die Erhöhung der Querdruckstabilität. Durch die Erneuerung der **Seilvorspannung** kann diese erhalten werden. Im Kapitel 2.2.2 ist die Vorgehensweise für das Verstellseil beschrieben.

Beim Aufbau moderner Windkraftanlagen werden heute **deutlich mehr Anlagen in kürzerer Zeit** mit einem Kran montiert. Dadurch werden die Seile intensiver genutzt und verschleßen zeitlich gesehen schneller.

Auch wenn das Seil früher länger gehalten hat, erreicht es heute in kürzerer Zeit die gleiche oder sogar eine höhere Anzahl an Betriebsstunden.

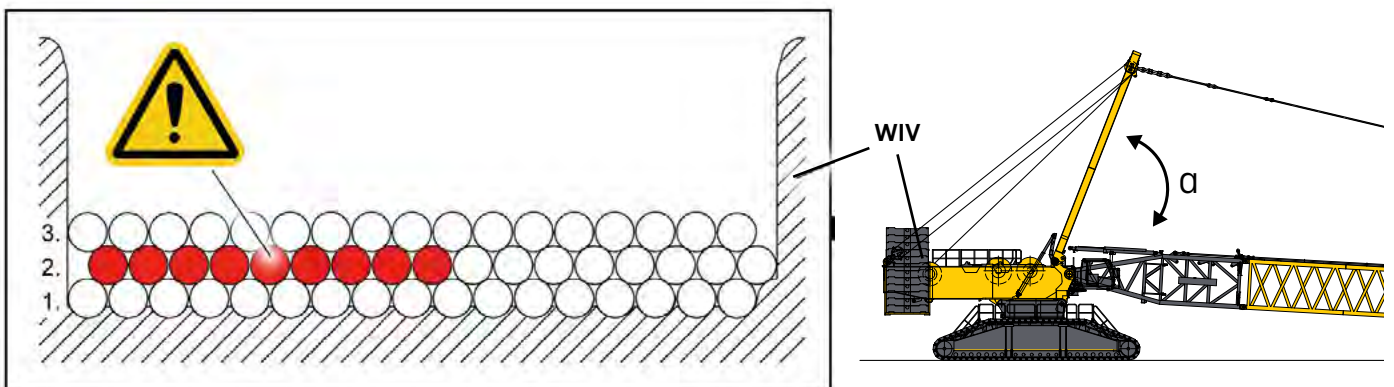
Fahren Sie mit Ihrem Auto dauerhaft 250 km/h auf der Autobahn, riskieren Sie einen frühzeitigen Motorschaden.



4.4 Abplattungen an Winde 4 (W IV)

An Winde 4 können bei hohen Strangzügen betriebsbedingt Abplattungen in der zweiten Seillage entstehen. Zum Beispiel durch das häufige Aufrichten und Ablegen langer Hauptausleger.

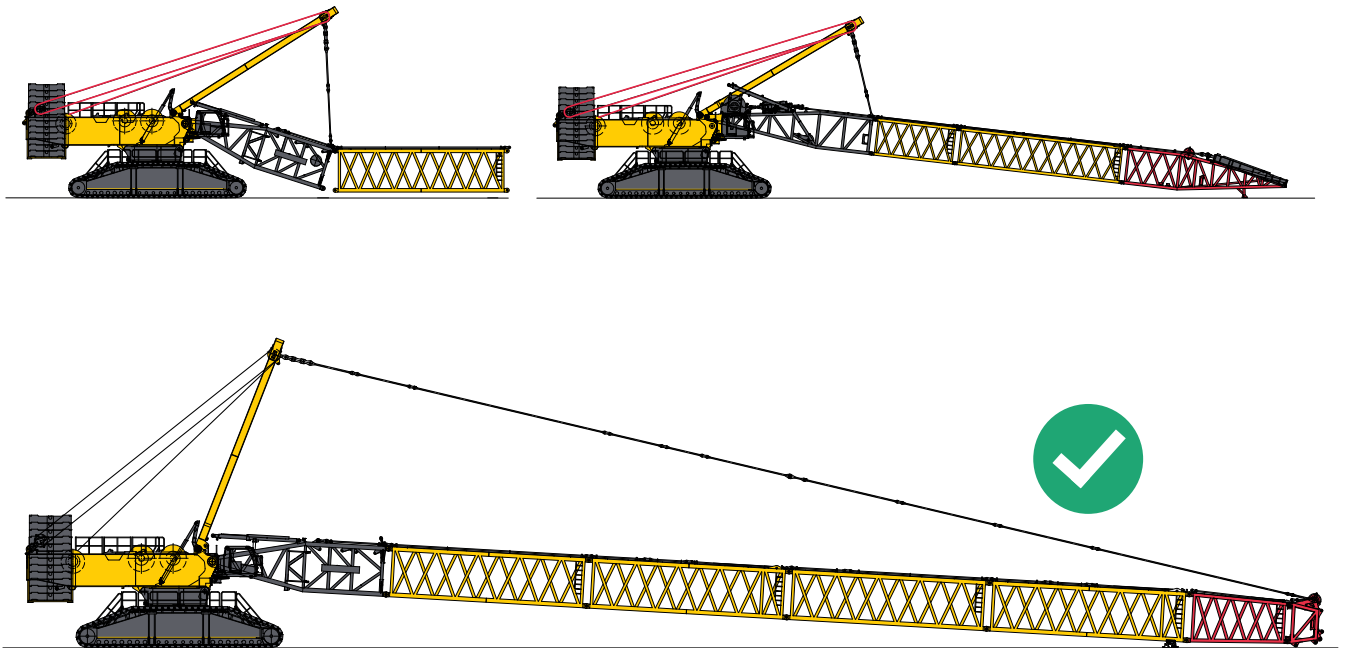
Diese Abplattungen sind zunächst normal, solange keine oder nur wenige Drahtbrüche vorliegen.



Abplattungen über **20 %** führen nicht automatisch zur Abergereife, wenn der betroffene Seilbereich bei jedem Aufrichtevorgang von einer befähigten Person geprüft wird. Wichtig ist außerdem, dass der abgeplattete Seilabschnitt bei hohen Strangzügen vollständig auf der Windentrommel bleibt und der festgelegte minimale **Winkel α** nicht unterschritten wird. Unter Beachtung dieser Kriterien darf das Seil der Winde 4 mit Abplattungen weiterverwendet werden.

Nur gemäß BAL Kapitel 8.04/Unterkapitel 27.4 und nur unter den dort genannten Bedingungen zulässig. Keine eigenständige Bewertung durch Bedienpersonal.





4.5 Verständnisfragen

1. Warum ist das Aufrichten und Ablegen des Hauptauslegers bei Gittermastkranen besonders beanspruchend für das Verstellseil?

- ☐ Die Seillänge nimmt dabei stark zu.
- ☐ In diesen Phasen wirken die höchsten Zugkräfte auf das Verstellseil.
- ☐ Untere Seillagen sind enormen Querdrücken ausgesetzt.
- ☐ Der Schwebeballast wird entlastet.

2. Welche Folge hat der Verlust der Querdruckstabilität beim Verstellseil?

- ☐ Erhöhung der Traglast.
- ☐ Verformungen des Seils in den Kreuzungsbereichen der Mehrlagenwicklung.
- ☐ Automatische Reduzierung des Strangzugs.
- ☐ Gleichmäßiger Seilverschleiß über die gesamte Länge.

3. Unter welchen Bedingungen dürfen Abplattungen an Winde 4 (WIV) weiter akzeptiert werden?

- ☐ Wenn keine Schmierung mehr vorhanden ist.
- ☐ Die Abplattungen sind größer als 20 % und werden nicht geprüft.
- ☐ Es erfolgen regelmäßige Kontrollen und der minimale Winkel α wird eingehalten.
- ☐ Das Seil wird ausschließlich im Leerlauf betrieben.



5. Die 10 Gebote des seilschonenden Arbeitens



Um die Lebensdauer von Hubseilen oder Verstellseilen zu maximieren, sind einige grundlegende Prinzipien zu beachten. Bei konsequenter und sachgerechter Einhaltung lässt sich die Haltbarkeit des Seils deutlich verlängern:

- 1. Spule das Seil mit mindestens 10% Strangzug auf**
Dadurch wird das Einschneiden des Seils verhindert, die Querdruckstabilität verbessert und Spulprobleme reduziert. Das Seil liegt stramm in allen Wickellagen auf der Winde. Verschleiß entsteht so fast ausschließlich an den Kreuzungsbereichen, sofern der restliche Seiltrieb in Ordnung ist.
- 2. Führe regelmäßig Wartungshübe für das Seil durch**
Ein Wartungshub beschreibt das komplette Abspulen und anschließende Aufspulen unter Vorspannung von mindestens 10% des Strangzugs des Seils auf der Winde. Die Wartungshübe können je nach Kran und Seillänge in unterschiedlichen Konfigurationen durchgeführt werden.
- 3. Nutze möglichst die gesamte Seillänge auf der Winde**
Wenn möglich, sollte die Last in den unteren Seillagen aufgenommen werden. Dies lässt sich durch einen längeren Hauptausleger oder das Überscheren der Hakenflasche sowie einer angepassten Seillänge erreichen.
- 4. Fahre unterschiedliche Konfigurationen/Einscherungen**
Deshalb sollte der Kran möglichst variabel genutzt werden. Etwa durch den Wechsel der Einscherung, die Nutzung der Winde 2 anstatt Winde 1 bzw. W1 || W2 oder einer geänderten Krankonfiguration (längerer oder kürzerer Ausleger).
- 5. Verwende Zusatzgewichte am Haken zur Erhöhung des Strangzugs**
Wenn die Nennlast es erlaubt, führen Zusatzgewichte an der Hakenflasche zu einem besseren Spulbild und erhöhter Querdruckstabilität beim Heben mit leerem Haken.
- 6. Kürze das Seil rechtzeitig und setze es nach**
Wenn die stark durch Verschleiß belasteten Kreuzungsbereiche zwischen den Lagen versetzt werden, kann das Seil unter Umständen eine signifikante Verlängerung der Lebensdauer erfahren.
- 7. Warte und prüfe regelmäßig den gesamten Seiltrieb**
Der Seiltrieb verläuft von der Winde über das Seil, über die Seil- und Tragerollen von Kran und Haken bis zur Seilendverbindung. Alle Komponenten sind daher regelmäßig zu warten und zu prüfen.
- 8. Nutze Maximale Einscherung und minimales Hakenflaschengewicht bei Montage einer Windkraftanlage**
Idealerweise kann der Ausleger zum Abbau des Krans ohne weiteres Spulen der Hubwinde abgelegt werden, sodass das Hubseil mit hohem Strangzug aufgespult bleibt.
- 9. Nutze Maximale Einscherung und maximales Hakenflaschengewicht bei Demontage einer Windkraftanlage**
Die Hakenflasche muss ohne Last zum Auslegerkopf gehoben werden. Damit sich der Strangzug vergrößert, sollte die verbleibende Traglast durch Zusatzgewichte an der Hakenflasche genutzt werden.
- 10. Verwende niemals einen Drallfänger in Verbindung mit einem Verstellseil**
Dies kann zu gefährlichen Situationen und Unfällen führen.

Diese Grundsätze sind entscheidend, um die Lebensdauer des Seils zu maximieren und wirtschaftliche Schäden zu vermeiden.



6. Anhang

6.1 Berechnung Mindesthakenflaschengewicht

Für die anhand des CraneFinders bestimmten Krankonfigurationen sind folgende Gewichte und Höhen relevant:

	Teleskopmobilkran	Gittermastkran
Nabenhöhe WKA	80 m	166 m
Last netto	60 t	125 t

Vor jedem Hub muss die hierfür erforderliche Hubseileinsicherung und das optimale Gewicht der Hakenflasche ermittelt werden. Da unterschiedliche Gewichtskombinationen für Hakenflaschen möglich sind, die wiederum das Spulverhalten und die Lebensdauer von Hubseilen beeinflussen, muss die grundlegende Vorgehensweise klar sein. Nachfolgend wird schrittweise erläutert, wie Sie die Hubseileinsicherung und das Hakenflaschengewicht ermitteln müssen.



Die folgende Beschreibung stellt nur eine grobe Übersicht und Hilfestellung dar. Bei der Durchführung der Arbeiten ist zwingend die BAL zu beachten!

1

Zu Beginn muss Folgendes gegeben sein:
→ die Gesamtauslegerlänge **L**
→ das Gesamtgewicht

Siehe TLT Kapitel 40.90

2

Ermittlung der **Mindesteinsicherung $n_{\min}$** und **Mindestgewichte Hakenflasche** anhand Kriterien/Vorgaben:
1. um die **Last zu heben**:
→ maximaler Strangzug
2. aus **statischen Gründen**:
→ zur Verhinderung von unkontrollierbaren Bewegungen des Auslegersystems nach hinten in steilen Auslegerstellungen
3. für **sichere Lastwiegung**:
→ um korrekte Lastwiegung der LMB zu gewährleisten
4. für den **Parallelbetrieb**:
→ korrekte Funktionsweise des Parallelbetriebs

Siehe TLT Kapitel 40.90

3

Maximale Einsicherung für das Auslegersystem
→ $n_{\max}$
sicherstellen, dass die **Hakenflasche den Boden erreicht**.

Wähle die perfekte Einsicherung
→ **je mehr eingesichert, desto besser!**

4

Hakenflaschengewicht berechnen mit der gewählten Einsicherung
→ **$G = L \cdot M \cdot n \cdot F$**

Siehe TLT Kapitel 40.35

Die vier genannten Punkte sind auf den nachfolgenden Seiten sowohl für den Teleskopmobilkran als auch für den Gittermastkran detailliert beschrieben.

6.1.1 LR 11000: SL10DF2BV

Als Beispielkran wird der LR 11000 mit der Konfiguration SL10DF2BV 168 m Hauptausleger + 12m F2-Spitze verwendet. Die zu hebende Last hat ca. 125 t bei einer Hubhöhe von 166 m.

In der mitgelieferten Traglasttabelle ist eine detaillierte Vorgehensweise unter Kapitel 40.35 Hakenflaschen und Lasthaken sowie in Kapitel 40.45 Ermittlung von Hubseileinsicherung und Hakenflasche erläutert.

6.1.1.1 Auslegerlänge und Bruttogewicht

1

Die Auslegerlänge sollte durch die Hubhöhe der Last bekannt sein.

Das Bruttogewicht ergibt sich aus:

- Gewicht der zu hebenden Last
- Gewicht der Lastaufnahmemittel (Haken)
- Gewicht der Anschlagmittel

Das Gesamtgewicht wird auf 135 t – 140 t geschätzt.

6.1.1.2 Mindesteinsicherungen Hubseil und systembedingtes Mindesthakenflaschengewicht

2

Bei der Einsicherung eines Hubseils in einen Haken wird das Flaschenzugprinzip angewendet. Das ist das Prinzip der Kraftverteilung über mehrere Seilstränge. Das Seil wird dabei abwechselnd über Rollen am Auslegerkopf und am Haken geführt. Jeder Seilstrang, der den Haken trägt, übernimmt einen Teil der Last. So verringert sich entsprechend die erforderliche Zugkraft der Winde.

Ist der Haken beispielsweise vierfach eingesichert, muss die Winde nur etwa ein Viertel der eigentlichen Kraft aufbringen. Als Ausgleich dafür muss die Winde eine vierfache Seillänge einziehen, um die Last anzuheben. Je öfters gesichert, desto mehr Last kann die Hubwinde heben. Zu Beginn der Traglasttabelle sind die Maximallasten je nach Einsicherung tabellarisch aufgelistet. In den einzelnen Traglasttabellen wird in Abhängigkeit der Krankonfiguration eine **Hubseileinsicherung** empfohlen.

EST1, F = 230.0 kN, d = 32.0 mm

	EN 13000	ASME B30.5
1x	23.2	21.1
2x	46.2	42.2
3x	68.9	63.3
4x	91.5	84.4
5x	113.8	105.5
6x	135.8	126.6
7x	157.7	147.7
8x	179.3	168.8
9x	200.7	189.9
10x	221.9	211.0
11x	242.9	232.1
12x	263.7	253.2
13x	284.3	274.3
14x	304.7	295.4
15x	324.8	316.5
16x	344.8	337.6
17x	364.5	358.7
18x	384.1	379.8
19x	403.5	400.9
20x	422.7	422.0
21x	441.6	443.1
22x	460.4	464.2
23x	479.0	485.3
24x	497.5	506.4
25x	515.7	527.5

LR 11000 T235.056.00317 EN 13000
SL10DF2BV: SL10-168m D-42m F2-12m 10°BV



501

	140.0	140.0	140.0	140.0	140.1	140.1	140.1
24.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.1	140.1	140.1
26.0	139.2	139.2	139.2	139.3	139.3	139.3	139.3
28.0	138.5	138.6	138.6	138.6	138.6	138.7	138.7
30.0	137.8	137.9	137.9	137.9	137.9	138.0	138.0
32.0	137.0	137.1	137.1	137.1	137.1	137.1	137.2
34.0	136.2	136.4	136.4	136.4	136.4	136.4	136.5
36.0	135.4	135.5	135.6	135.6	135.6	135.6	135.7
38.0	134.7	134.8	134.9	134.9	134.9	134.9	135.1
40.0	133.9	134.0	134.1	134.1	134.1	134.2	134.3
44.0	131.5	132.6	132.5	132.6	132.6	132.7	132.8
48.0	129.4	131.2	131.2	131.1	131.2	131.2	131.4
52.0	107.6	122.4	124.9	129.4	129.7	129.8	130.0
56.0	94.8	109.2	115.4	126.6	128.1	128.1	128.4
60.0	83.4	97.0	103.9	116.5	125.0	125.0	125.2
64.0	73.4	86.3	92.9	104.9	121.9	121.8	122.0
68.0	64.2	76.5	82.7	94.1	114.0	113.8	113.9
72.0	56.1	67.8	73.8	84.7	105.2	116.1	116.3
76.0	48.5	59.7	65.4	75.8	96.1	110.3	113.4
80.0	41.6	52.3	57.8	67.7	87.3	103.3	110.3
84.0	35.3	45.6	50.8	60.3	79.3	95.7	106.5
88.0	29.3	39.2	44.2	53.2	71.5	87.4	101.4
92.0	24.2	33.7	38.4	47.2	64.8	80.1	95.4
96.0	19.3	28.3	32.8	41.3	58.2	73.2	87.8
100.0	15.9	24.1	28.3	36.3	52.6	67.1	81.3
104.0	12.6	20.1	23.9	31.4	47.2	61.4	75.1
108.0	9.2	16.1	19.6	26.6	41.8	55.6	68.9
112.0	6.2	12.7	15.9	22.5	36.8	50.4	63.1
116.0		9.8	13.0	19.1	32.5	45.8	58.1
120.0			9.9	15.6	28.1	41.1	53.0
124.0			7.2	12.7	24.5	37.0	48.4
128.0				10.0	21.2	33.2	44.1
132.0				7.3	18.0	29.5	39.3
136.0					15.0	26.0	33.2
140.0					12.3	22.7	28.2
144.0					9.7	19.4	20.1
146.0					8.4	17.4	17.8

Die genannte Hubseileinsicherung n=7x ist erforderlich, um den maximal möglichen Traglastwert dieser Tabelle heben zu können.

In diesem Fall 140,1 t.



Die maximalen Seilzüge dürfen nicht überschritten werden. Entsprechend ist aus „Tabelle Hubseileinsicherung“ (EST) die Mindesteinsicherung (n_{min}) des Hubseils in Abhängigkeit der zu hebenden Traglast zu wählen (siehe Traglasttabellenbuch Kapitel 40.90) Im Beispiel müsste bei Einzelbetrieb mindestens **7-fach** eingesichert werden, um eine maximale Last von **157,7 t** heben zu können.

Bei Parallelbetrieb könnte die Einsicherung 3x2 ausreichend sein. Dieser Wert muss in den nachfolgenden Schritten rechnerisch verifiziert werden. In der Traglasttabelle wird diese Hubseileinsicherung passend zur maximalen Traglast der Auslegerkonfiguration genannt. In diesem Fall sind n=7x für 140,1 t nötig.

Die weiteren Grenzkriterien für die Mindesteinsicherung des Hubseils und die Mindestgewichte der Hakenflasche sind zwingend einzuhalten. Sie stellen sicher, dass der Kran in allen Betriebszuständen stabil und sicher arbeitet. Statische Gründe verlangen eine bestimmte Mindestanzahl an Seilsträngen und ein ausreichendes Hakenflaschengewicht, damit das Auslegersystem ausreichend in Lastrichtung gezogen wird und stabil steht. Dies ist insbesondere bei steilen Winkeln der Fall.

Folgende Kriterien gelten für den LR 11000 mit der ausgewählten Konfiguration:

Ausleger SL10	am F2-Ausleger		Winkelbereich des Hauptausleger	
	Mindesteinsicherung Hubseil	Mindesthakenengewicht Hakenflasche	von	bis
168 m	6	4,7 t	30°	87°

Ein weiteres Kriterium ist die **sichere Lastwiegung der LICCON-Überlastsicherung**. Damit die LMB-Lastwiegung genau arbeitet, um die tatsächliche Last eindeutig zu bestimmen, sind Mindesteinsicherungen festgelegt. Sowohl im Einzelbetrieb als auch beim Einsatz zweier Hubwinden. Für unsere Konfiguration ist in den Tabellen keine Vorgabe angegeben. Daher wird mit dem nächsten Schritt fortgefahren.

Der **Parallelbetrieb** spielt eine zentrale Rolle. Beim gleichzeitigen Betrieb von Winde 1 und Winde 2 muss ein sauberer Parallellauf gewährleistet sein. Eine zu geringe Einsicherung würde zu einer unpräzisen Steuerung und somit zu einer Schiefstellung der Hakenflasche führen. Deshalb sind im Parallelbetrieb grundsätzlich **2x5 Seilstränge** vorgeschrieben – nur an der festen Gitterspitze F2 sind **2x3 Stränge** ausreichend. Diese Mindestwerte verhindern eine Fehlstellung der Flasche und sichern die gleichmäßige Belastung beider Winden.

Zusammenfassend gelten folgende Werte: $n_{\min} = 2 \times 3$ sowie $G_{\min} = 4,7t$

6.1.1.3 Maximale Einsicherung ($n_{\max}$)

Um die maximale Einsicherung zu ermitteln, muss die Krankonstruktion beachtet werden.

Die entscheidende Frage ist:

Wie viel Seil können Sie im Haken einsichern, sodass die Hakenflasche in der steilsten Stellung des Auslegers trotzdem den Boden erreichen kann?

Diese Formel gilt für alle Teleskop- und Gittermastkrane. Die Seillänge kann dem Datenblatt entnommen werden. Aufgrund des Seilverlaufs der Hubwinde muss beim Gittermastkran die Länge des Derrickauslegers doppelt beachtet werden. Als Beispiel wird hier die Konfiguration SL10DF2BV herangezogen.

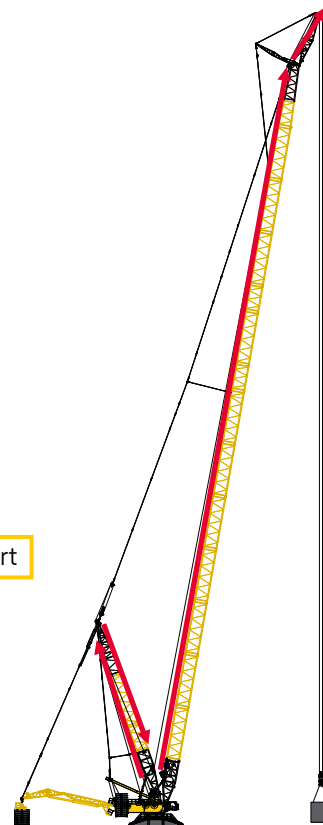
Anhand folgender Formel wird die Maximaleinsicherung berechnet:

$$n_{\max} = \frac{\text{Seillänge} - \text{Gesamtauslegerlänge} - (2 \times \text{Derricklänge})}{\text{Rollenkopfhöhe}}$$

$$n_{\max} = \frac{1450 \text{ m} - 180 \text{ m} - (2 \times 42 \text{ m})}{184,4 \text{ m}}$$

$$n_{\max} = 6,432 = 6$$

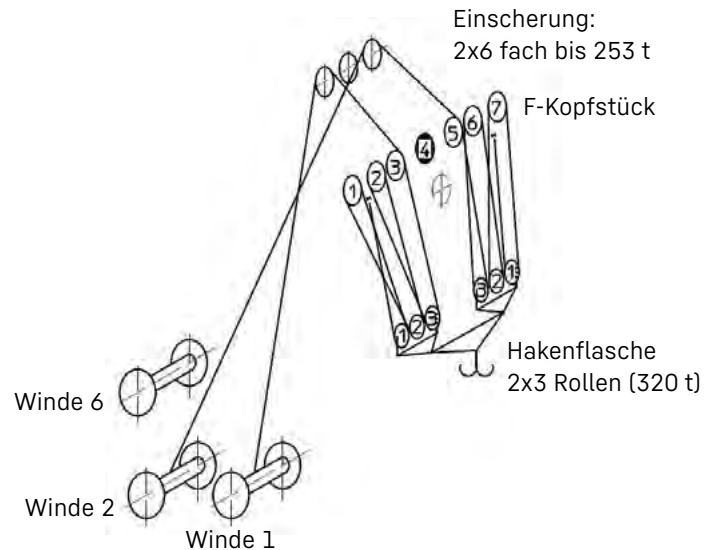
Wenn Derrick montiert



Im Einzelhakenbetrieb ist das Seil der Winde 1 bzw. 2 mit maximal 6-facher Einscherung lang genug, um mit der Hakenflasche den Boden zu erreichen.
Im Doppelhakenbetrieb werden maximal 2x6 Einscherungen verwendet. Der Haken ist dafür ausgelegt, daher ist diese Konfiguration zulässig.
Die Information ist im Einscherplan enthalten (mitgelieferte Dokumentation).

Zusammenfassend: $n_{\max} = 2 \times 6$

Das hier errechnete Ergebnis ergibt die sogenannte maximale **Überscherung**. Eine seilschonende Arbeitsweise bedeutet, den Strangzug beim Lasthub bewusst zu reduzieren. Das gelingt durch Überscheren. Je geringer der Strangzug, desto besser für die Lebensdauer des Seils.



Fahren Sie mit dem Auto und einem schweren Anhänger am Berg an, erhöht sich die Belastung der Kupplung erheblich im Vergleich zum Auto ohne Anhänger.

Beispiel:

Beim LR 11000 mit einer Hublast von ca. 135 t – 140 t (inkl. Haken und Anschlagmittel) würde in der Konfiguration SL10DF2BV mit Doppelhakenbetrieb (W1 || W2) eine Einscherung von $n_{\min} = 2 \times 3$ theoretisch ausreichen, um die Last zu heben. Allerdings liegt dann der Strangzug fast bei 100 % der Maximallast.

Durch maximales Überscheren kann der Strangzug auf etwa die Hälfte des maximalen Strangzugs reduziert werden. Das Resultat: weniger Querdruck auf der Mehrlagenwinde, geringere Wahrscheinlichkeit des Einschneidens in den unteren Lagen.

Einscherung	Maximale Traglast (EN 13000)	Prozentualer Strangzug bei 137,5 t Last
2x3	137,9 t	99,7 %
2x4	182,9 t	75,2 %
2x5	227,5 t	60,4 %
2x6	271,7 t	50,6 %

Wir wählen für unsere Konfiguration die **Einscherung 2x4** (Strangzugreduzierung auf 75%). Somit bleibt das Gesamtgewicht des Hakens inklusive Last sicher innerhalb der Traglasttabelle. Im nachfolgenden Rechenschritt wird das verifiziert.

6.1.1.4 Mindesthakenflaschengewicht berechnen

In der TLT Kapitel 40.35 Hakenflaschen und Lasthaken wird schrittweise anhand der folgenden Formel berechnet:

Formel

$$G = L \times M \times n \times F$$

Formel zur Berechnung des minimal erforderlichen Hakenflaschengewichts für einen funktionierenden Seiltrieb bei der gewählten Einscherung

Kurzzeichen	Bezeichnung	Einheit
G	Minimal erforderliches Hakenflaschengewicht	kg
L	Gesamtauslegerlänge	m
M	Seilgewicht	kg/m
n	Einscherung	-
F	Faktor	-

Erklärung der Variablen zur Berechnung des minimal erforderlichen Hakenflaschengewichts.

Die Gesamtauslegerlänge **L** und die Einscherung **n** sind bekannt. Das Seilgewicht **M** wird in diesem Kapitel der Tabelle entnommen.

Mit dem Faktor 1,1 berechnet Liebherr eine zusätzliche Sicherheit von 10% in das Hakengewicht mit ein.

Eingesetzt in die Formel ergibt sich folgende Rechnung:

$$G = 180 \text{ m} \times 5,09 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 2 \times 4 \times 1,39 \times 1,1$$

$$G = 11.207 \text{ kg}$$

Doppelhakenflasche 320/160 DM (SWL 320 t)

Beim Gittermastkran ist das maximal zulässige Hakenflaschengewicht durch die Aufrichte- und Ablegekriterien begrenzt (siehe AAT).

Beim LR 11000 liegen wir im genannten Beispiel bereits an der Grenze dieser Tabellen. **Eine Erhöhung des Hakenflaschengewichts vor dem Aufrichten ist daher nicht zulässig.**

Folgende Möglichkeiten schlagen wir vor:

1. Haken nachführen: Während des Aufrichtens wird der Haken durch Hilfsgeräte nachgeführt, sodass der Ausleger nur das zulässige Hakengewicht von max. 5,8 t hält. Sobald die Traglasttabelle gilt, kann das volle Hakengewicht aufgenommen werden (siehe Betriebsanleitung und AAT auf der nachfolgenden Seite).

2. Zusatzgewichte später montieren: Der Haken wird zunächst ohne Zusatzgewichte aufgerichtet. Nach Erreichen der zulässigen Traglast werden die Zusatzgewichte montiert.

Wichtig: Durch die leichte Hakenflasche ist während des Aufrichtens unbedingt auf Schlappseilbildung an W1/W2 zu achten!

Die maximale Traglast des Auslegers beträgt 140,1 t. Somit entsprechen 125 t Last + 12 t Haken mit insgesamt 137 t bereits annähernd der Traglastgrenze.

Bei einer höheren Einscherung von $n = 2 \times 6$ würde das Hakenflaschengewicht auf 17,4 t steigen und der Kran wäre überlastet. Daher bleibt die Einscherung bei $n = 2 \times 4$.

Als letzten Schritt muss eine Hakenflasche ausgewählt werden. Verfügbare Doppelhakenflaschen sind in der TLT in Kapitel 40.35.30 Hakenflaschen für Parallelbetrieb erläutert. Die Doppelhakenflasche 320 DM scheint hierfür mit einer max. Traglast von 315,4 t und einem Eigengewicht von 4,7 t optimal. Um die mindestens erforderlichen 11,2 t zu erhalten, können mehrere **Zusatzgewichte** à 1 t an die 320 DM montiert werden:

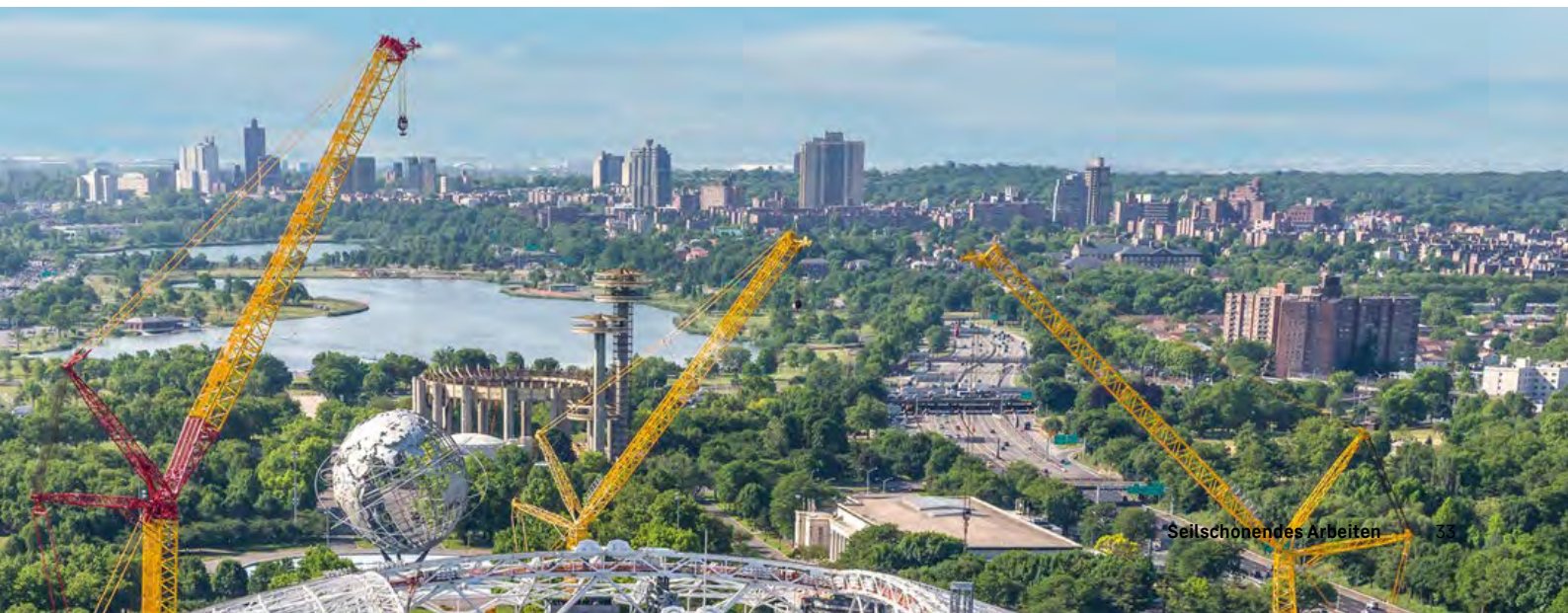
Traglast	Seilrollen	Max.Einscherung	Eigengewicht ohne Zusatzgewicht
315.4 t	2 x 3	2 x 7	4.7 t

Hakenflasche mit angebauten Zusatzgewichten	Eigengewicht
2 Zusatzgewichte	6.7 t
4 Zusatzgewichte	8.7 t
6 Zusatzgewichte	10.7 t
8 Zusatzgewichte	12.7 t
10 Zusatzgewichte	14.7 t
12 Zusatzgewichte	16.7 t ¹⁾

1) Maximal zulässiges Eigengewicht der Hakenflasche

Abschließend ein tabellarischer Vergleich aller Werte

	Einscherung n	Hakenflaschengewicht G
Kapitel 6.1.1.2	2 x 3	4,7 t
Kapitel 6.1.1.3	2 x 4	
Kapitel 6.1.1.4		11,2 t
finale Werte:	2 x 4	12,7 t



SL10DF2BV – Betrieb, Drehbühnenballast 210t/Zentralballast 90 t
SL10F25: F-Anschlusskopf

aat_235_056_00001_00_002
 Blatt: 42 von 42

Auf Raupen 9.6 m x 9.2 m x 2.0 m
 Geländeneigung: maximal 0.3°
 ohne mechanische Unterstützung

System: S 3228.50/40/25/20/15
D 2825.25/20
F 2318.10

Windgeschwindigkeiten:

max. 9.0 m/s: für alle Auslegerlängen und Windrichtung 360°.

max. 12.8 m/s: für Auslegerlängen unter 140 m und Windrichtung 360°. Bei einer Gesamtauslegerlänge ab 140 m (in der Tabelle grau hinterlegt) ist das Aufrichten/Ablegen nur bei Wind von vorne oder hinten auf den Ausleger zulässig. Der zulässige Anströmwinkelbereich beträgt ±25°.

SL10DF2BV DR 13 m DBR 30 m				Zulässiges Gewicht der Hakenflasche (t) am F2-Ausleger									
				Für Derrickballast (t)									
				bei Derrickradius (DR) 13 m/Derrickballastradius (DBR) 30 m									
Hauptauslegerlänge (m)	SL10-162	F2 (m)		0	50	100	150	200	250	300	350	400	450
			12	–	–	–	–	–	–	–	–	8.1	13
			15	–	–	–	–	–	–	–	–	6.9	11
			18	–	–	–	–	–	–	–	–	6.3	11
			21	–	–	–	–	–	–	–	–	5.1	10
			24	–	–	–	–	–	–	–	–	4.3	9.6
			27	–	–	–	–	–	–	–	–	3.2	8.4
			30	–	–	–	–	–	–	–	–	2.8	8.1
			33	–	–	–	–	–	–	–	–	–	6.9
			36	–	–	–	–	–	–	–	–	–	6
			39	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5
Hauptauslegerlänge (m)	SL10-168	F2 (m)	12	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5.8
			15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5.1
			18	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4.5
			21	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3.3
			24	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2.8
			127	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
			30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
			33	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
			36	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
			39	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

- Hakenflaschengewicht bis 20 t zulässig
- Aufrichten nicht zulässig

6.1.2 LTM 1650-8.1: T3YV2EN

6.1.2.1 Auslegerlänge und Gesamtgewicht

1

Als Beispielkran wird der **LTM 1650-8.1** mit der Konfiguration **T3YV2EN** mit 92/92/92 und N=24,5 m verwendet. Die zu hebende Netto-Last sind 60 t bei einer Nabenhöhe von **80 m**.

Wir überschlagen eine Bruttolast von ca. **63 t**.

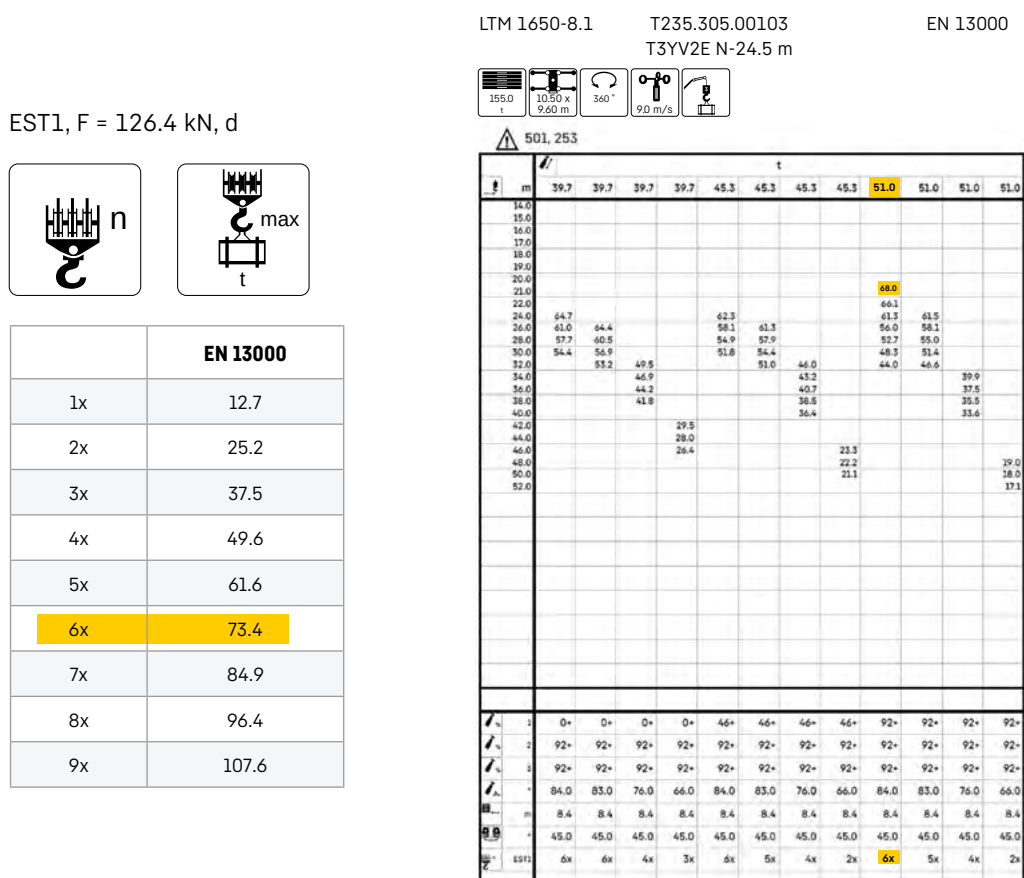
In der mitgelieferten Traglasttabelle ist eine detaillierte Vorgehensweise unter Kapitel 40.35 Hakenflaschen und Lasthaken erläutert.



Die folgende Beschreibung stellt nur eine grobe Übersicht und Hilfestellung dar. Bei der Durchführung der Arbeiten ist zwingend die BAL zu beachten!

6.1.2.2 Mindesteinsicherungen Hubseil und systembedingtes Mindeshakenflaschengewicht

2



Als Hubseileinsicherung wird hier n = 6 angegeben. Theoretisch würde n = 5 für die Last ausreichend sein, allerdings muss das Gewicht der Hakenflasche sowie der Anschlagmittel zum Gesamtgewicht gerechnet werden. Dies würde die Traglast bei n = 5 übersteigen.

Auch bei Teleskopkranen gelten Mindest-Vorgaben, die eingehalten werden müssen.



In der TLT Kapitel 40.40 befinden sich hierfür Tabellen für entsprechende Betriebsarten. Da wir als Nadel N- 24,5m verwenden, ist keine Tabelle für uns gültig. Es sind somit keine Vorgaben für die Hakenauswahl gesetzt.

Ausleger	Länge der wippbaren Gitterspitze	Mindesteinsicherung Hubseil	Mindestgewicht Hakenflasche
T3	N- 21.0 m	2	1.0 t
T3YVE	N- 21.0 m	2	2.0 t
T3YV2E	N- 21.0 m	2	2.0 t

6.1.2.3 Maximale Einscherung ($n_{\max}$)

Die maximale mögliche Hakeneinscherung wird so festgelegt, dass die Hakenflasche selbst in der steilsten Auslegerstellung den Boden erreicht. Die erforderliche Seillänge ist der Betriebsanleitung zu entnehmen. Da das Seil der Winde 1 voraussichtlich zu kurz ist, sollten Sie das längere Seil der Winde 2 verwenden.

$$n_{\max} = \frac{\text{Seillänge} - \text{Gesamtauslegerlänge}}{\text{Rollenkopfhöhe}}$$

$$n_{\max} = \frac{800 \text{ m} - (51 \text{ m} + 16 \text{ m} + 24,5 \text{ m})}{91,2 \text{ m}}$$

$$n_{\max} = 7,77$$

Für diesen Lasthub gilt $n_{\max} = 7$.

Damit müssen die übrigen Randbedingungen in der TLT noch geklärt werden. Diese sind in der TLT in Kapitel 40.35 Hakenflaschen und Lasthaken beschrieben.

ACHTUNG

Seilschäden aufgrund zu geringem Gewicht der Hakenflasche!

Ist für die Betriebsart keine systembedingte Mindesteinscherung des Hubseils erforderlich:

► Hakenflasche abhängig vom Gewicht der zu hebenden Last minimal einscheren.

Werden Lasten in großen Höhen aufgenommen:

► Wenn möglich, eine höhere Einscherung vornehmen.

Wird eine höhere Einscherung vorgenommen:

► Hakenflaschengewicht erhöhen.

Wenn Hakenflaschengewicht zu gering:

► Schwerere Hakenflasche wählen oder Hakenflaschengewicht mit Zusatzgewichten oder Umbausätzen erhöhen.



Hinweis

Folgende Hinweise beachten:

Zur Verschleißreduzierung des Hubseils:

► Wenn die zur Verfügung stehende Seillänge und das maximal zulässige Hakenflaschengewicht es zulassen, eine höhere Einscherung vornehmen. Insbesondere dann, wenn Lasten in großer Höhe aufgenommen werden.

Da das Hubseilgewicht in den Traglasttabellen bei minimaler Einscherung und bei minimalem Radius nur bis zur Aufstandsfläche des Kranes berücksichtigt ist:

► Bei höherer Einscherung oder beim Absenken der Hakenflasche unter die Kranaufstandsfläche muss das zusätzliche Hubseilgewicht von der maximalen Traglast abgezogen werden.



Hinweis

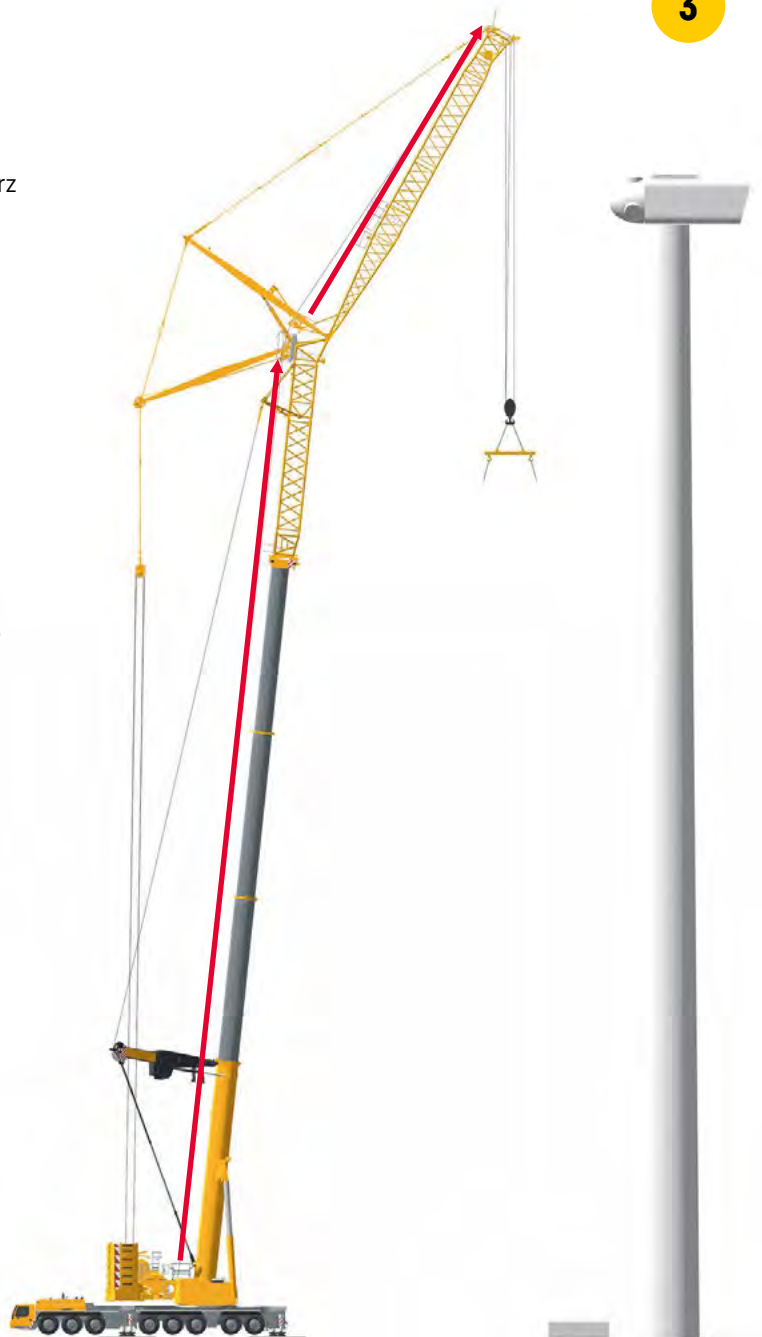
Zulässige Hakenflaschengewichte für Aufrichten und Ablegen des Auslegersystems beachten.

Wenn durch Eigengewichtserhöhung der Hakenflasche das zulässige Hakenflaschengewicht für Auf- und Ablegen des Auslegersystems überschritten wird, kann das Auslegersystem nicht mit diesem Hakenflaschengewicht aufgerichtet und abgelegt werden.

► Zulässige Hakenflaschengewichte für Aufrichten und Ablegen in den Auf- und Ablegetabellen beachten.

Wenn zulässiges Hakenflaschengewicht für Aufrichten und Ablegen überschritten wird:

► Zusatzgewichte für Aufrichten und Ablegen des Auslegersystems demontieren.



6.1.2.4 Mindesthakenflaschengewicht berechnen

In der TLT in Kapitel 40.35 Hakenflaschen und Lasthaken befindet sich ebenfalls die Formel zur Berechnung des Mindesthakenflaschengewicht.

Formel

$$G = L \times M \times n \times F$$

Die Gesamtlänge $L = 91,5 \text{ m}$ und die Einscherung $n = 7$ sind angegeben. Seilgewicht M und Faktor F sind den entsprechenden Tabellen des Kapitels zu entnehmen.

Die Sicherheit von 10% muss beachtet werden. Daraus ergibt sich folgende Rechnung:

$$G = 91,5 \text{ m} \times 3,09 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 7 \times 1,46 \times 1,1$$

$$G = 3.180 \text{ kg}$$

Im Anschluss wird die Hakenflasche aus der TLT Kapitel 40.35.10 Hakenflasche für Einzelbetrieb ausgewählt. (s. Folgeseite)

Hakenflasche 100 DM (SWL 100.0 t)

Traglast	Seilrollen	Max.Einsicherung	Eigengewicht mit Zusatzgewicht
84.9 t	3	7	3.000 t

Wie bereits im vorherigen Kapitel erwähnt, können an jede Hakenflasche von Liebherr Zusatzgewichte montiert werden. Insgesamt mehrere Tonnen. Diese sind wichtig, um das berechnete Mindestgewicht der Hakenflasche zu erreichen, aber auch um durch den erhöhten Strangzug das Spulverhalten des Hubseils zu verbessern.

Für den soeben beschriebenen Hub ergibt die Berechnung ein erforderliches Hakenflaschengewicht von **3.180 kg**. Es können bis zu **12 Zusatzgewichte** montiert werden, sodass insgesamt **6.500 kg** zur Verfügung stehen. Bei einer maximalen Traglast von 68 t laut TL und einer Nettolast von 60 t bleiben rund 8 t für Anschlagmittel und Hakenflasche.

Folgende Tabelle veranschaulicht den positiven Effekt:

Zusatzgewichte	Hakenflaschen-gewicht	Strangzug leerer Haken	Prozentuale Verbesserung des Strangzugs
2 x 500 kg 2 x 375 kg	3,250 t	464 kg	0 %
4 x 500 kg	3,500 t	500 kg	8 %
8 x 500 kg	5,500 t	786 kg	69 %
10 x 500 kg	6,500 t	929 kg	101 %

T3YV2EN - abgewinkelt Aufrichten Breite Stützbasis (100 %) 10.5 m * 9.6 m Teleskopausleger T-16.7 (0/0/0) Außenradius des Gegengewichts: 6.4 m						Geländeneigung bis -3° (Gefälle) Mindesteinsicherung Hubseil beachten Mindestgewicht Hakenflasche beachten Ab N-38.5 m automatisiert aufrichtbar							
Wippbare Gitterspitze		Zulässige Windgeschwindigkeit in (m/s)											
		Gegengewicht am Oberwagen in (t) mit Außenradius in (m)											
N-...(m)	HKFL (t) ⁻¹	175	165	155	145	135	125	115	105	95	85	75	
21.0	4.0	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	
24.5	3.5	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	
28.0	3.5	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	
31.5	3.0	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	
35.0	3.0	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	
38.5	3.0	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	
42.0	3.0	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	
45.5	3.0	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	
49.0	3.0	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	
52.5	-	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	
56.0	-	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	
59.5	-	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	
63.0	-	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	
66.5	-	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	
70.0	-	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	
73.5	-	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	
77.0	-	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	
80.5	-	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	
84.0	-	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	
87.5	-	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	
91.0	-	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	

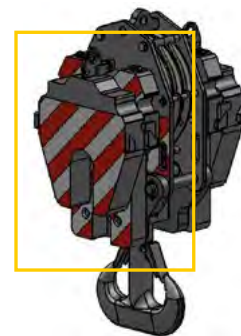
Hakenflasche Eigengewicht	1,500 t
Hakenflasche mit angebauten Zusatzgewichten	Eigengewicht
4 Zusatzgewichte (4 x 375 kg)	3,000 t
4 Zusatzgewichte (2 x 500 kg und 2 x 375 kg)	3,250 t
4 Zusatzgewichte (4 x 500 kg)	3,500 t
6 Zusatzgewichte (6 x 375 kg)	3,750 t
6 Zusatzgewichte (2 x 500 kg und 4 x 375 kg)	4,000 t
6 Zusatzgewichte (4 x 500 kg und 2 x 375 kg)	4,250 t
6 Zusatzgewichte (6 x 500 kg)	4,500 t
8 Zusatzgewichte (2 x 500 kg und 6 x 375 kg)	4,750 t
8 Zusatzgewichte (4 x 500 kg und 4 x 375 kg)	5,000 t
8 Zusatzgewichte (6 x 500 kg und 2 x 375 kg)	5,250 t
8 Zusatzgewichte (8 x 500 kg)	5,500 t
10 Zusatzgewichte (4 x 500 kg und 6 x 375 kg)	5,750 t
10 Zusatzgewichte (6 x 500 kg und 4 x 375 kg)	6,000 t
10 Zusatzgewichte (8 x 500 kg und 2 x 375 kg)	6,250 t
10 Zusatzgewichte (10 x 500 kg)	6,500 t ¹⁾
12 Zusatzgewichte (4 x 500 kg und 8 x 375 kg)	6,500 t ¹⁾

1) Maximal zulässiges Eigengewicht der Hakenflasche

Als letzten Schritt müssen die in der AAT aufgeführten Grenzkriterien zum Aufrichten und Ablegen beachtet werden. Beim Aufrichten des Auslegers darf das Hakenflaschengewicht **maximal 3,5 t** betragen.

Erst nach dem Aufrichten kann das Gewicht auf **6,5 t** erhöht werden.

Vor dem Ablegen des Auslegers muss das Gewicht wieder auf **maximal 3,5 t reduziert** werden.



Abschließend ein tabellarischer Vergleich aller Werte

	Einsicherung n	Hakenflaschengewicht G
Kapitel 6.1.2.2	6	2,0 t
Kapitel 6.1.2.3	7	
Kapitel 6.1.2.4		3,18 t
finale Werte:	7	6,5 t

(*1 Maximal aufrichtbares Hakenflaschengewicht

(*2 Wippbare Gitterspitze nicht aufrichtbar

6.2 Vergleichstabelle Dokumentation aktuelle und neue Form

Im Rahmen einer Umstrukturierung der Dokumentation können bei einigen Mobil- und Raupenkränen sämtliche ausgelieferten Dokumente neu strukturiert und überarbeitet sein. Kapitel sind neu aufgeteilt oder in andere Dokumente verlagert worden.

Die folgende Tabelle zeigt die für die Broschüre relevanten Kapitel der aktuellen Version und die entsprechenden Kapitel der neuen Version im Vergleich:

Kapitel im Schulungsdokument	Seite	Krandokumentation aktuelle Form	Krandokumentation neue Form
2.1.1 Regelmäßige Prüfungen nach ISO 4309	12	Buch: Kran-BAL Kapitel: 8.04 Prüfung der Kranseile	Buch: Wartung und Prüfung Kapitel: Prüfung; Abschnitt: Hubseile oder Seile prüfen
2.1.3 Verschleiß der Rollen	13	Buch: Kran-BAL Kapitel: 8.01 Wiederkehrende Prüfungen Abschnitt: Prüfung der Rollen	Buch: Wartung und Prüfung Kapitel: Wartung, Wartungspersonal Abschnitt: Seilrollen
2.2.1 Drall lösen	15	Buch: Kran-BAL Kapitel: 7.05 oder 7.05.50 Wartung Abschnitt: Äußerst drehungsarmes Hubseil ausdrehen	Buch: Wartung und Prüfung Kapitel: Wartung, Wartungspersonal Abschnitt: Seil entdrallen
2.2.3 Seil kürzen und nachsetzen	17	Buch: Kran-BAL Kapitel: 7.05 oder 7.05.50 Wartung Abschnitt: Seil kürzen	Buch: Wartung und Prüfung Kapitel: Wartung, Wartungspersonal Abschnitt: Seil kürzen
3.2 Nadelmontage LTM 1750 – Winde 1	23	Buch: Kran-BAL Kapitel: 5.04 Wippbare Gitterspitze-TN Abschnitt: Montage wippbare Gitterspitze	Buch: Kran-BAL Kapitel: Montagebetrieb Abschnitt: noch nicht vorhanden
4.4 Abplattungen	26	Buch: Kran-BAL Kapitel: 8.04 Prüfung der Kranseile Abschnitt: Betriebsbedingte Abplattungen an den Seilen auf Winde 4	Buch: Wartung und Prüfung Kapitel: Prüfung Abschnitt: Noch nicht vorhanden
6.1 Anhang Berechnung Mindesthakenflaschengewicht	29-37	Buch: Traglasttabellenbuch oder Verwendung der Traglasttabellen Kapitel: 40.30, 40.35, 40.40, 40.45, 40.90	Buch: Verwendung der Traglasttabellen Kapitel: 7, 8 und 9
6.1 Anhang Berechnung Mindesthakenflaschengewicht	29-37	Buch: Aufrichte- und Ablegetabellen	Buch: Aufrichte- und Ablegetabellen

7. Lösungen

1.3.1

1. Woraus besteht der Grundaufbau eines Stahlseils?

- ☒ Drähte werden zu Litzen verseilt, welche anschließend gemeinsam verseilt werden.

3. Wann ist der Einsatz eines Drallfängers (Wirbels) sinnvoll bzw. erforderlich?

- ☒ Nicht empfohlen aber bei drehungsarmen Seilen erlaubt.
- ☒ Wenn möglich ohne Drallfänger/Wirbel arbeiten.

2. Wann entsteht eine ungleichmäßige Durchmesserreduzierung?

- ☒ Durch punktuelle Reibung, zum Beispiel an Bordwänden oder anderen Seilen.

4. Was ist das Ziel der Seilschmierung?

- ☒ Verringerung von Verschleiß und Korrosion

5. Welche Eigenschaften eines Stahlseils passen zu welcher Definition?

Korrosion/Schmierung = Beschreibt den Schutz des Seils vor Abrieb und Rost durch ausreichende Schmierung.

Drehverhalten = Beschreibt, wie stark sich ein Seil unter Zugbelastung eigenständig aufdrehen möchte.

Biegewechselfestigkeit = Widerstand des Seils gegen Verschleiß durch wiederholtes Umlenken und Biegen.

Querdruckstabilität = Fähigkeit des Seils, vertikale Druckkräfte ohne Verformung zu widerstehen.

1.4.3

1. Warum werden mehrlagige Seiltrommeln mit Sonderverrillung verwendet?

- ☒ Um große Seillängen auf wenig Raum aufzunehmen.

2. Was ist das Ziel der Sonderverrillung einer Winde?

- ☒ Paralleles Spulbild mit definierten Kreuzungsbereichen.
- ☒ Ermöglicht das Nachsetzen des Seils und somit eine Verlängerung der Lebensdauer des Seils.

2.1.6

1. Welche Aussage zu Seilrollen ist korrekt?

- ☒ Eingelaufene Rollen führen schnell zu Drahtbrüchen.

3. Welche Angaben sind bei einer Meldung über einen möglichen Seilschaden wichtig?

- ☒ Fotos der Seilrollen.
- ☒ Fotos der Schadstelle, Position am Seil und Seriennummer des Seils.
- ☒ Aktueller Betriebszustand des Krans (LICCON-Krancode)

2. Was führt typischerweise zu Negativprofilen an Seilrollen?

- ☒ Zu großer Ablenkwinkel beim Einlauf des Seils.
- ☒ Intensive Nutzung; Verschleiß über die Jahre.

2.2.4

1. Warum kann sich ein Seil auf einer Mehrlagenwinde lockern?

- ☒ Aufgrund Vibrationen und geringem Strangzug.

3. Welche Schritte sind wichtig beim Erneuern der Seilvorspannung?

- ☒ Das Seil möglichst bis zu den Sicherheitswindungen abspulen.
- ☒ Das Seil mit mind. 10% Strangzug aufspulen (besser 15% oder mehr).

3.2.4

1. Welchen Zweck erfüllt der Liebherr Crane Finder?

- ☒ Er ermittelt schnell den geeigneten Kran inklusive optimaler Konfiguration.

3. Welches Risiko entsteht, wenn das Hubseil nur mit dem Gewicht der Hakenflasche aufgespult wird?

- ☒ Die unteren Seillagen erhalten keine ausreichende Vorspannung.
- ☒ Das Spulverhalten ist nicht optimal.

4.5

1. Warum ist das Aufrichten und Ablegen des Hauptauslegers bei Gittermastkränen besonders beanspruchend für das Verstellseil?

- ☒ In diesen Phasen wirken die höchsten Zugkräfte auf das Verstellseil.
- ☒ Untere Seillagen sind enormen Querdrücken ausgesetzt.

3. Unter welchen Bedingungen dürfen Abplattungen an Winde 4 (WIV) weiter akzeptiert werden?

- ☒ Es erfolgen regelmäßige Kontrollen und der minimale Winkel α wird eingehalten.

2. Was bewirkt das Kürzen und Nachsetzen eines Hubseils?

- ☒ Der verschlissene Bereich wird in den Parallelbereich verlagert.
- ☒ Die Lebensdauer des Seils kann sich um das doppelte verlängern.

4. Welche Punkte helfen gegen Drall im Seil?

- ☒ Gleichmäßig wechselnde Krankonfigurationen.
- ☒ Einhaltung der Einscherpläne.
- ☒ Verwendung neuer Seilrollen.

2. Warum ist eine ausreichende Seilvorspannung vor dem ersten Hub besonders wichtig?

- ☒ Um erhöhten Seilverschleiß bereits bei der Montage zu vermeiden.

4. Was kann die Folge mangelhafter Seilvorspannung beim Absenken von schweren Lasten sein?

- ☒ Drahtbrüche durch Reibung.
- ☒ Ruckartiges Lösen des Seils und Erschütterungen im Kran.
- ☒ Seilschäden durch schlechte Querdruckstabilität.
- ☒ Überstunden für das Bedienpersonal.

2. Welche Folge hat der Verlust der Querdruckstabilität beim Verstellseil?

- ☒ Verformungen des Seils in den Kreuzungsbereichen der Mehrlagenwicklung.

[illegible]

[illegible]

MyLiebherr

Ihr einfacher Zugang in die digitale Liebherr-Servicewelt ist unser MyLiebherr-Portal.

Profitieren Sie sofort von umfangreichen Service- und Zusatzleistungen für Ihre Mobil- und Raupenkrane.

Our MyLiebherr portal is the easy way for you to access Liebherr's digital service world.

Take advantage of extensive basic and additional services for your mobile and crawler cranes.

Avec notre portail MyLiebherr, accédez facilement à l'univers numérique du service de Liebherr.

Bénéficiez dès maintenant d'un service global et de prestations complémentaires pour vos grues mobiles et sur chenilles.

Il vostro accesso semplice al mondo dell'assistenza Liebherr digitale è il nostro portale MyLiebherr.

Approfittate subito dei numerosi servizi e prestazioni aggiuntive per le vostre gru mobili e cingolate.

Su acceso al universo de servicios de Liebherr digital es muy fácil con el portal MyLiebherr.

Disfrute de un servicio completo y de servicios adicionales para sus grúas móviles y sobre orugas.

Портал MyLiebherr – простой доступ к цифровому миру сервиса Liebherr. Пользуйтесь преимуществами широкого спектра сервисных и дополнительных услуг для мобильных и гусеничных подъемных кранов уже сейчас.



One portal, all services
MyLiebherr



Planning

Crane Finder



Operations

Performance



Planning

Crane Planner 2.0



Operations

Documents



Maintenance

Spare Parts Catalogue



Planning

LICCON Work Planner



Training

Digital Training Courses



Maintenance

Parts Shop

Änderungen vorbehalten • Subject to modification • Sous réserve de modifications • Con riserva di modifiche • Salvo modificaciones • Возможны изменения

Liebherr-Werk Ehingen GmbH • Postfach 1361 • 89582 Ehingen, Germany
Phone +49 73 91 5 02-0 • www.liebherr.com

MyLiebherr



Printed in Germany (1)
lwe-p465-07-2026