

## Aus der Krantechnik: Ablegereife von Hubseilen / Seilbrüche bei Kranen

**Dietmar Kraus**  
Sachgebiet Hütten-, Walzwerksanlagen, Gießereien und  
Hebetechnik im Fachbereich Holz und Metall

3. Hüttensymposium der Berufsgenossenschaft Holz und Metall  
Bildungsstätte Schierke, 24.- 25.04.2018

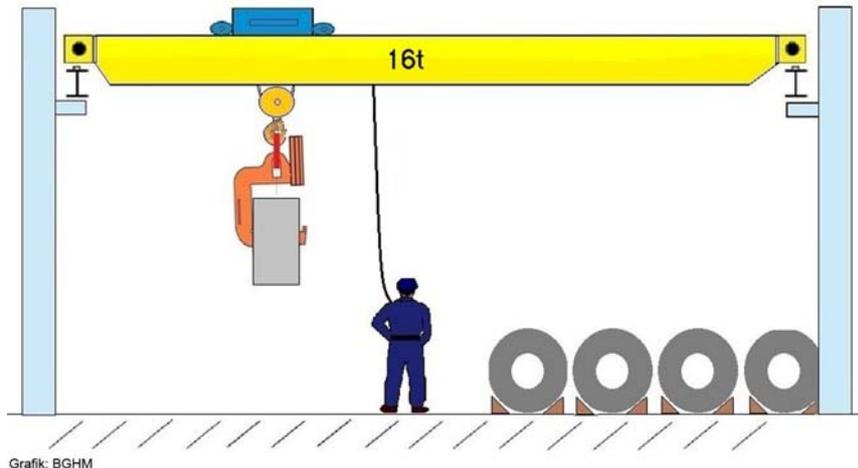
### Normen

Rechtlicher Hinweis:

Nachfolgend aufgeführte Tabellen oder Textauszüge aus Normen werden mit freundlicher Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e.V. wiedergegeben.

Maßgeblich für die Anwendung der DIN-Normen ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der **Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin** erhältlich ist.

## Beinahe-Unfall



Ablegereife von Hubseilen, D. Kraus (BGHM SG HWGH FBHM), 3. Hüttensymposium der BGHM, 24.-25.04.2018

3

## Situation

Ende Juni 2016 hat sich in einem Mitgliedsunternehmen in der Abteilung „Metall“ ein **Beinahe-Unfall** ereignet.

Die Ortsbesichtigung erfolgte durch die für den Betreiber zuständige Aufsichtsperson.

Bilder der Situation und technische Unterlagen wurden dem Sachgebiet vom Betreiber zur Verfügung gestellt.

Ablegereife von Hubseilen, D. Kraus (BGHM SG HWGH FBHM), 3. Hüttensymposium der BGHM, 24.-25.04.2018

4

## Beschreibung des Hergangs nach Angaben des Betreibers:

In der Abteilung „Metall“ werden per LKW Blechcoils mit einem Gewicht zwischen **8 und 12 t** angeliefert.

Dann werden diese Blechcoils mittels Kran und Lastaufnahmemittel (Tragfähigkeit: 14 t, **Eigengewicht 2,2 t**) auf dem Hallenboden gelagert.

Sie werden bei Bedarf wiederum zu den Blechverarbeitungsmaschinen transportiert.

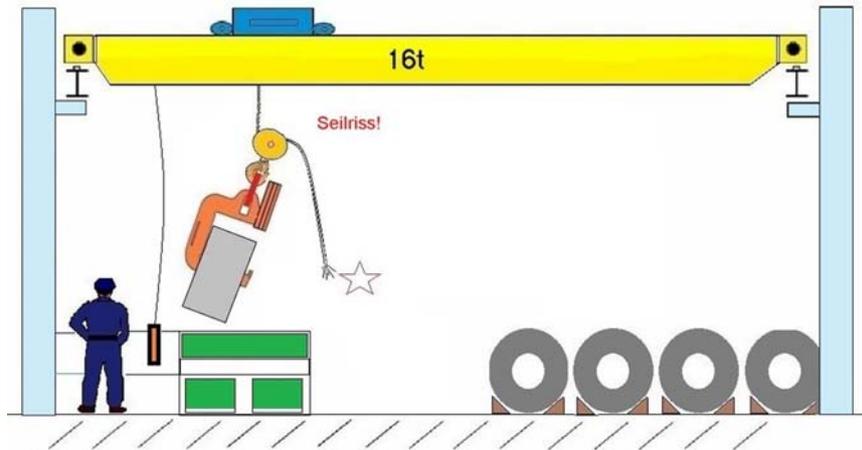
## Beschreibung des Hergangs nach Angaben des Betreibers:

An einer Maschine ging gerade ein Coil zu Ende, und ein neues sollte aufgespannt werden.

Ein Blechcoil mit einem Gewicht von **8,7 t** hing für einige Minuten in der Wartestellung in **ca. 2 m Höhe** in der Nähe der Aufspannstelle an der Maschine.

Der Mitarbeiter traf an der Maschine Vorbereitungen für die Aufnahme des neuen Coils, **als das Hubseil ohne jede Vorankündigung in der Nähe der Seiltrommel riss.**

## Hergang

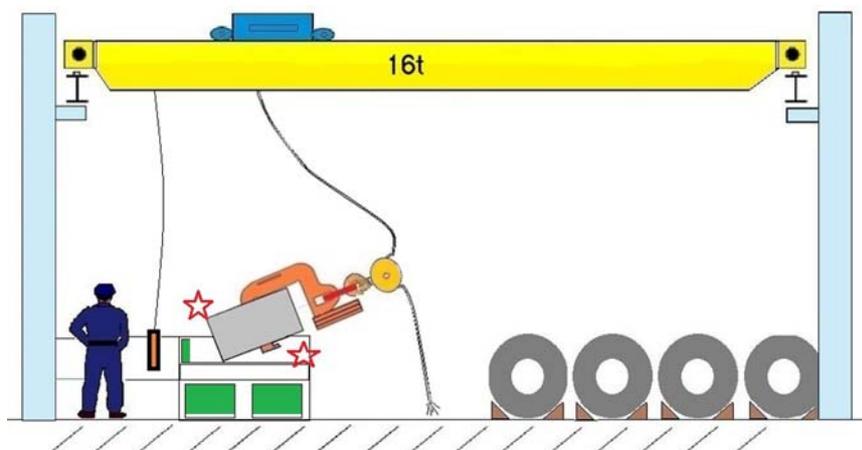


Grafik: BGHM

Ablegereife von Hubseilen, D. Kraus (BGHM SG HWGH FBHM), 3. Hüttensymposium der BGHM, 24.-25.04.2018

7

## Hergang



Grafik: BGHM

Ablegereife von Hubseilen, D. Kraus (BGHM SG HWGH FBHM), 3. Hüttensymposium der BGHM, 24.-25.04.2018

8

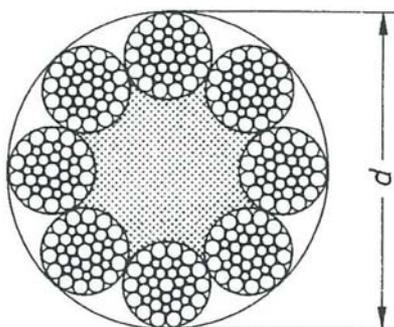
## Beschreibung des Hergangs nach Angaben des Betreibers:

Das Coil, das hydraulische Lastaufnahmemittel und das Hubseil schnellten nach unten zu Boden. Nach Angaben des Betreibers war der Aufprall weithin zu hören, die Erschütterung des Krans war bis in einige Entfernung spürbar.

Die letzte Kranprüfung hatte nach Angaben des Betreibers ca. 4 Monate davor stattgefunden.

Das Hubseil war am 02.09.2014 zuletzt gewechselt worden.

## Hubseil nach DIN 3067:1972-03 (zurückgezogen)



Quelle: DIN 3067, wiedergegeben mit Erlaubnis des DIN, Deutsches Institut für Normung e.V.

**Seil 20 DIN 3067– SE – bk 1770**  
(Maße in mm)

Seillänge im Anwendungsfall: 50,5 m

Anforderungen an das Rundlitzenseil nach DIN 3067:1972-03:

## Rundlitzenseil 8 x 36 SES Warrington-Seale

<b>Bezeichnung des Rundlitzenseiles:</b>	<b>8 x 36 SES Warrington-Seale</b>	
Seil-Nenndurchmesser:	20 mm	
mit Stahleinlage:	SE	
Oberfläche der Einzeldrähte:	blank (bk)	
Nennfestigkeit:	1770 N/mm <sup>2</sup>	
Kreuzschlag:	rechts (sZ)	
Litzenkonstruktion:	1+7+(7+7) + 14	(entspr. 36)
Längengewicht:	1,74 kg/m	
Rechnerische Bruchkraft:	327 kN (bei 1770 N/mm <sup>2</sup> )	
Mindestbruchkraft:	289 kN (bei 1770 N/mm <sup>2</sup> )	

## Original-Hubseil nach Angaben des Hubwerksherstellers

Hubseil:	20x180 nach DIN 15020	
Auftragsnummer:	20667600 (nach Seilbescheinigung vom 14.3.76)	
Fabrik-Nr.:	788337 (nach Seilbescheinigung vom 14.3.76)	
Rundlitzenseil		
Länge des Drahtseils:	50,5 m	
Durchmesser:	20 mm	

## Original-Hubseil nach Angaben des Hubwerksherstellers

Anzahl der Litzen:	8+1 Stahlseele
Anzahl der Drähte pro Litze:	36
Anzahl der Einzeldrähte:	344
Querschnitt sämtlicher Drähte:	184,5 mm <sup>2</sup>
Festigkeit:	180 kg/mm <sup>2</sup>
rechnerische Gesamtbruchkraft:	33200 kg
Machart:	Seale Warrington 8 x 36 (1+7+7+7+14) = 288 Drähte 1 Stahlseele

## Gebrochenes Hubseil (Seilherstellerangaben)

EG-Konformitätserklärung nach Anhang I der Richtlinie 2006/42/EG:	liegt vor
Anwendung einer Europäischen Norm:	EN 12385
<b>Konstruktion:</b>	<b>P825</b>
Nenndurchmesser:	20 mm
Länge:	50,5m

## Gebrochenes Hubseil (Herstellerangaben)

Kennzeichnung nach 4.4.3 EN 12385-4:

Anzahl der Außenlitzen:	keine Angaben
Anzahl der Drähte in jeder Außenlitze:	keine Angaben
Bezeichnung der Einlage:	keine Angaben

Kennzeichnung nach 4.4.3 EN 12385-4:

Oberflächenausführung des Drahtes:	bl (nach Norm wäre dies „U“)
------------------------------------	------------------------------

## Gebrochenes Hubseil (Herstellerangaben)

Anzahl – Art der Einlagen:	se
Nennfestigkeit:	1770 N/mm <sup>2</sup>
Schlagart:	sZ
Rechnerische Bruchfestigkeit des Seiles:	keine Angaben
Mindestbruchkraft des Seiles:	288 kp
Längengewicht:	„178 ower 100m“ (vermutlich: 1,78 kg pro Meter?)

## Zur Dokumentation (EG-Konformitätserklärung) des Hubseils

### Prüfung der Ablegereife im Betrieb

Wenn die Kennzeichnung des Hubseils vom Seilhersteller nicht nach DIN EN 12385-4 normgerecht ausgeführt wird, erschwert dies die Zuordnung der Seilkategorie-Nummer (**RCN, Rope Category Number**) nach DIN ISO 4309:2013-06.

Beispiele der Seilkategorie-Nummer sind in Anhang G (informativ) „Beispiele für Seilquerschnitte und entsprechende Seilkategorie-Nummer (RCN)“ zu finden.

## Zur Dokumentation (EG-Konformitätserklärung) des Hubseils

### Prüfung der Ablegereife im Betrieb

Die Bewertung der Ablegereife (z.B. die Ermittlung der Anzahl der sichtbaren Drahtbrüche) durch den Sachkundigen gemäß § 26 der Unfallverhütungsvorschrift „Kranen“ DGUV Vorschrift 25 wird dadurch erschwert bzw. ist unmöglich.

## dazu Ziffer 6.2.2 DIN ISO 4309:2013-06: Anwendung der Tabellen 3 und 4 und Seilkategorie-Nummer

*„Ist das Seil ein **einlagiges oder parallel verseiltes Seil** wie in Anhang G gezeigt, wird die entsprechende Seilkategorie-Nummer (RCN, Rope Category Number) angewandt und die Ablegewerte von Tabelle 3 für Drahtbrüche über eine Länge von  $6d$  und  $30d$  werden abgelesen. Ist die **Machart nicht in Anhang G aufgeführt, wird die Gesamtzahl der lasttragenden Drähte im Seil bestimmt** (durch Addition aller Drähte in den Litzen der Außenlage, ausgenommen Fülldrähte) und die Ablegewerte in Tabelle 3 für Drahtbrüche über eine Länge von  $6d$  und  $30d$  für die jeweiligen Bedingungen werden abgelesen.*

(...)

Quelle: DIN ISO 4309:2013-06, wiedergegeben mit Erlaubnis des DIN, Deutsches Institut für Normung e.V.

Ablegereife von Hubseilen, D. Kraus (BGHM SG HWGH FBHM), 3. Hüttensymposium der BGHM, 24.-25.04.2018

19

## dazu Ziffer 6.2.2 DIN ISO 4309:2013-06: Anwendung der Tabellen 3 und 4 und Seilkategorie-Nummer

(...)

*Ist das Seil ein **drehungsarmes Seil** wie in Anhang G dargestellt, wird die entsprechende RCN angewandt und die Werte in Tabelle 4 für Drahtbrüche über eine Länge von  $6d$  und  $30dd$  abgelesen. Ist die **Machart nicht in Anhang G aufgeführt, wird die Anzahl der Außenlitzen und die Gesamtzahl von lasttragenden Drähten in der äußeren Litzenlage im Seil bestimmt** (durch Addition aller Drähte in der äußeren Litzenlage mit Ausnahme aller Fülldrähte) und die Ablegewerte in Tabelle 4 für Drahtbrüche über eine Länge von  $6d$  und  $30d$  für die jeweiligen Bedingungen abgelesen.“*

Quelle: DIN ISO 4309:2013-06, wiedergegeben mit Erlaubnis des DIN, Deutsches Institut für Normung e.V.

Ablegereife von Hubseilen, D. Kraus (BGHM SG HWGH FBHM), 3. Hüttensymposium der BGHM, 24.-25.04.2018

20

## Zur Dokumentation (EG-Konformitätserklärung) des Hubseils

### Prüfung der Ablegereife im Betrieb

Die dafür erforderliche **Gesamtzahl der lasttragenden Drähte** im Seil gibt der Seilhersteller ebenso nicht an, lediglich die Bezeichnung „**P825 S**“ gibt er in seiner Bruchfestigkeitsbescheinigung an.

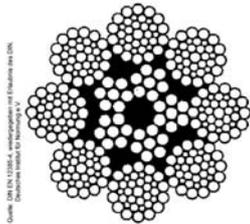
## Hubseilbezeichnung heute

Nach Kenntnis des Sachgebietes würde das Hubseil, wenn es heute neu aufgelegt würde, folgende Bezeichnung haben:

EG-Konformitätserklärung nach Anhang I der Richtlinie 2006/42/EG  
In Übereinstimmung mit EN 12385 Teil 4 „Drahtseile aus Stahldraht – Sicherheit – Teil 4: Litzenseile für allgemeine Hebezwecke“

Rundlitzenseil:

## Hubseilbezeichnung heute



**8 x 36 WS**  
**IWRC nach DIN EN 12385-4:2008-06**

### Warrington-Seale mit Stahleinlage

Drahtseil 20 mm - 8x36 SES, blank  
 1770 n/mm<sup>2</sup>, Kreuzschlag rechtsgängig sZ  
 Länge 50,5 m  
 Mindestbruchkraft 282 kN

Anzahl Litzen:	8
Anzahl Außenlitzen:	8
Litzenlagen:	1
Litze:	1-7-7+7-14
Anzahl der Außendrähte gesamt:	112
Anzahl der Außendrähte je Litze:	12

## Angaben zum Kran (wurden dem Kranprüfbuch entnommen)

### Zweitträger-Brückenkran

Interne Bezeichnung:	Nr.2
Tragfähigkeit:	16 t
Baujahr:	1976
Typ:	2 Ka 16
Einstufung:	H3 nach DIN 15018 <b>B?</b> nach DIN 15018 (keine Angaben)
Spannweite:	18,3m

## Angaben zum Kran (wurden dem Kranprüfbuch entnommen)

Zweischienenkatze:	Serienhebezeug
Tragfähigkeit:	16 t
Hubhöhe bei 2/1:	20 m
Hubhöhe bei 4/1:	10 m
Feinhub mechanisch:	1:10
Seilscherung:	4/1

## Angaben zum Kran (wurden dem Kranprüfbuch entnommen)

### Geschwindigkeiten des Kranes

Hubgeschwindigkeit:	0,6 / 6 m / min.
Katzfahrtgeschwindigkeit:	5,0 / 20 m / min.
Kranfahrtgeschwindigkeit:	15 / 60 m / min.

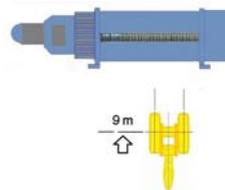
## Drei Lastfälle sind vom Betreiber angegeben worden:

1. Entladung der Coils vom LKW (Einlagerung)
2. Verarbeitung von 20 Coils pro Tag (Gewicht bis zu 12 t)
3. Transport von Blechtafeln

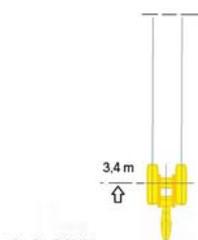
Traglast Kran:	16 t
Totlast:	2,2 t
Jahr:	250 Tage
Schätzung:	$f = 1,2$

## Hakenstellung des Kranes

Höchste Hakenstellung



Tiefste Hakenstellung



Grafik: BGHM

## Abschätzung der theoretischen Nutzungsdauer (SWP): Lastkollektivfaktor

$$k_m = (\beta_1 + \gamma)^3 \cdot t_1 + (\beta_2 + \gamma)^3 \cdot t_2 + \dots$$

$$\beta = \frac{\text{Teillast}}{\text{Tragfähigkeit}}$$

$$\gamma = \frac{\text{Totlast}}{\text{Tragfähigkeit}}$$

$$t_i = \frac{\text{Laufzeit mit Teil- und Totlast}}{\text{Gesamtlaufzeit}}$$

## Lastkollektivfaktor: Werte

LF1:	$\beta_1$	= 12 t / 16 t	= 0,75
	$\gamma_1$	= 2,2 t / 16 t	= 0,138
	$t_1$	= 1,33 min / 3 min	= 0,43
LF2:	$\beta_2$	= 12 t / 16 t	= 0,75
	$\gamma_2$	= 2,2t / 16 t	= 0,138
	$t_2$	= 0,66 min / 3 min	= 0,2
LF3:	$\beta_3$	= 3 t / 16 t	= 0,1875
	$\gamma_3$	= 2,2 t / 16 t	= 0,138
	$t_3$	= 1 min / 3 min	= 0,33

### Lastkollektivfaktor:

$$k_m = (\beta_1 + \gamma)^3 \cdot t_1 + (\beta_2 + \gamma)^3 \cdot t_2 + (\beta_3 + \gamma)^3 \cdot t_3$$

$$k_m = (0,75 + 0,1374)^3 \cdot 0,43 + (0,75 + 0,1374)^3 \cdot 0,2 + (0,1875 + 0,1374)^3 \cdot 0,33$$

$$k_m = 0,44$$

### Laufzeit pro Jahr:

$$T_{\text{Spiel}} = (T_1 + T_2 + T_3) = 3 \text{ min}$$

$$T = 3/60 \cdot 20 \cdot 250 = 250 \text{ h/Jahr}$$

### Tatsächliche Nutzung S pro Jahr

$$S = 0,44 \cdot 250 \text{ h} \cdot 1,2 = 132 \text{ h}$$

D = 800 h (Angabe des Herstellers)

$$S / D = 132 \text{ h} / 800 \text{ h} = 0,165$$

Die theoretische Nutzungsdauer des Hubwerkes beträgt gesamt:

$$D / S = 800 \text{ h} / 132 \text{ h/Jahr} = \mathbf{6 \text{ Jahre}}$$

## Einstufung von Hubwerken

### FEM 9.755

#### Maßnahmen zur Erreichung sicherer Betriebsperioden von motorisch angetriebenen Serienhubwerken – Tabelle 1: Theoretische Nutzungsdauer D (h)

	Triebwerkgruppen	1Dm M1	1Cm M2	1Bm M3	1Am M4	2m M5	3m M6	4m M7	5m M8
Zeile	Lastkollektivfaktor / Faktor des Belastungsspektrums	Theoretische Nutzung D (h)							
1	leicht 1/L1 $K = 0,5$ ( $K_{m1} = 0,125 = 0,5^3$ )	800	1600	3200	6300	12500	25000	50000	100000
2	mittel 2/L2 $0,5 < K < 0,63$ ( $K_{m2} = 0,25 = 0,63^3$ )	400	800	1600	3200	6300	12500	25000	50000
3	schwer 3/L3 $0,63 < K < 0,8$ ( $K_{m3} = 0,5 = 0,8^3$ )	200	400	800	1600	3200	6300	12500	25000
4	sehr schwer 4/L4 $0,8 < K < 1$ ( $K_{m4} = 1 = 1,0^3$ )	100	200	400	800	1600	3200	6300	12500

## SWP-Beurteilung

Die theoretische Nutzungsdauer wurde im Jahre 2015 als „erreicht“ festgestellt.

Diese Berechnung betrachtete den Zeitabschnitt **11/1975 bis 08/2015**, also fast **40 Jahre**. **Die tatsächliche Nutzung wurde mit 16.616 h beschrieben.**

Das Hubwerk hat nur eine theoretische Nutzungsdauer von max. **800 h**, die Berechnung ist daher für das Sachgebiet **nicht nachvollziehbar**.

Das Sachgebiet geht davon aus, dass das Hubwerk im Jahre 2015 aufgrund der o.g. Nutzungsdauerberechnung generalüberholt wurde.

## SWP-Beurteilung

Aus der Sicht des Sachgebietes ist ein Hubwerk in der Auslegung (Eingruppierung in **Triebwerksgruppe 1Am (800 h)**) entsprechend FEM 9.511) für den beschriebenen Einsatzfall nicht ausreichend.

Die Mindest-Eingruppierung wäre aus unserer Sicht  $132\text{h} \cdot 10 \text{ Jahre} = 1320 \text{ h}$ , dies entspricht der **Triebwerksgruppe 2m** ( $D = 1600 \text{ h}$ ).

Betrachtet man die Gesamtlaufzeit ( $2018 - 1975 = 43 \text{ Jahre}$ ), so ergibt sich eine Triebwerksgruppe von ( $43 \cdot 132 \text{ h} = 5.676 \text{ h}$ ), dies entspricht einer **Triebwerksgruppe von 4m** ( $D = 6300 \text{ h}$ ).

## Ausführung des Hubwerkes

Die **Seilrollendurchmesser** haben eine direkte Auswirkung auf die Lebensdauer der Hubseile. Die Seilrollen des o.g. Hubwerkes haben einen Durchmesser von 355 mm. Diese sind normgerecht nach DIN 15020 Teil 1 vom Hersteller gewählt.

Die Durchmesser der Seiltrommel und der Seilrollen sind jedoch auch von der Triebwerksgruppe abhängig.

Erhöht man die Triebwerksgruppe bei gleichbleibender Tragfähigkeit des Hubwerkes (hier: 16 t), erhöhen sich auch zugleich die o.g. Rollendurchmesser.

## Ausführung des Hubwerkes

Hubseile sind nicht dauerhaft ausgelegt, sie haben nur begrenzte Lebensdauer. Hubseile sind im Allgemeinen aufgrund ihrer parallel geschalteten Elemente eigentlich, trotz vorhandener Drahtbrüche, als sichere Bauteile anzusehen. Sie bilden quasi einen sicheren Verbund.

Negativ sind z. B. ungünstige **Ablenkwinkel** (Geometrie des Seiltriebes) und ungünstige Verhältnisse von **Seilrollendurchmesser zu Seildurchmesser** ( $D/d$ ). Zu vermeiden ist auch das Durchlaufen von zu vielen Seilrollen, da diese Biegewechsel verursachen.

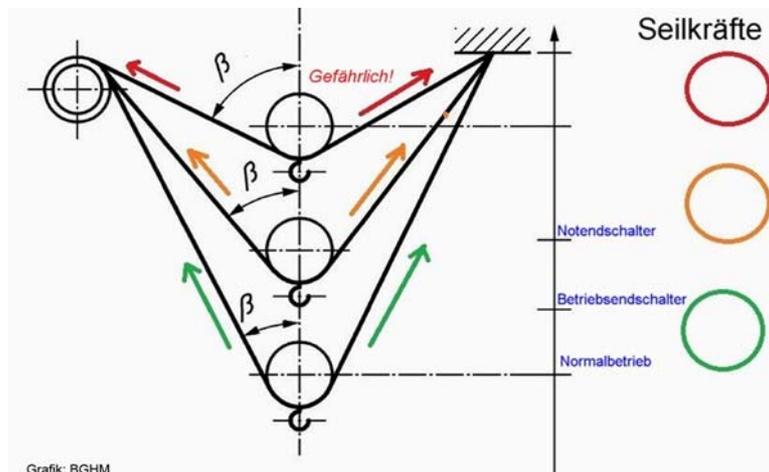
## Ausführung des Hubwerkes

Die Eigenschaften des Seils ändern sich im Laufe der Einsatzzeit. Es kann zum Bruchkraftabfall infolge der **Reduzierung des Metallquerschnittes durch Abrieb** kommen, aber auch zu Strukturänderungen des Seils. Die Lage der Bruchstelle liegt bei dem untersuchten Seilbruch im Bereich der durch die Biegewechsel am meisten beanspruchten Seillänge.

Maßgebend für die Lebensdauer sind die **Arbeitsspiele**, die **Geometrie** des Seiltriebes (z. B. Abstände und Seildurchmesser), die **Anzahl der Hubspiele** (Biegung und Gegenbiegung), **die Seilbiegelänge und die Länge des meistbeanspruchten Seilstückes (hier: zwischen 10 m und 22 m vom Seilendpunkt gemessen)**.

Zusatzbeanspruchungen (z. B. Fahrbewegungen in höchster Hakenstellung) können sich ebenfalls negativ auswirken.

## Ausführung des Hubwerkes



Grafik: BGHM

Ablegereife von Hubseilen, D. Kraus (BGHM SG HWGH FBHM), 3. Hüttensymposium der BGHM, 24.-25.04.2018

39

## Ausführung des Hubwerkes

Wichtige Faktoren sind dabei z. B. die Last, der damit verbundene Anteil der Hubspiele, **Seilkraftfaktoren und die wechselnde erhöhte Seilkraft**. Seilkraftfaktoren und wechselnde Seilkräfte wurden hier nicht weiter untersucht.

Ein weiterer maßgebender Faktor ist das **Verhältnis von Seilrollendurchmesser zu Seildurchmesser (D/d)**. Das Verhältnis (355 mm / 20 mm) ist am untersuchten Kran der Faktor 18.

Dies entspricht der Triebwerksgruppe 1Am nach DIN 15020 Teil 1. Für die **Triebwerksgruppe 2m** (1600 Stunden) wäre bereits eine Seilrolle mit **Durchmesser 400 mm** erforderlich.

Ablegereife von Hubseilen, D. Kraus (BGHM SG HWGH FBHM), 3. Hüttensymposium der BGHM, 24.-25.04.2018

40

## Ausführung des Hubwerkes

Der Verlauf der **Drahtbruchzunahme** ist von diesem  $D/d$ -Verhältnis abhängig. Die maximale Drahtbruchzahl bis kurz vor dem Seilbruch nimmt im Allgemeinen mit wachsendem Durchmesser Verhältnis  $D/d$  zu.

Bei großem Durchmesser Verhältnis beginnt die Drahtbruchentwicklung sehr früh (bei z. B. 10-20 %) der Lebensdauer. Das bedeutet, dass dann ca. 80 % der Seillebensdauer noch gegeben sind.

**Dagegen setzt bei kleinem Durchmesser Verhältnis  $D/d$  die Drahtbruchentwicklung erst kurz vor dem Seilbruch ein.**

## Ausführung des Hubwerkes

**Das Sachgebiet empfiehlt hier den Austausch des Kranhubwerkes mit gleichzeitiger Erhöhung der Triebwerksgruppe und gleichzeitiger Untersuchung des gesamten Krans bezüglich der Beanspruchungsgruppe nach DIN 15018.**

**Der Seiltrieb und das Durchmesser Verhältnis sollten dabei optimiert werden.**

## Überwachung der Seile im Betrieb

Wichtige Hinweise zur Wartung, Instandhaltung, Inspektion und Ablage von Hubseilen sind in der Betriebsanleitung des Herstellers und in der DIN ISO 4309:2013-06 beschrieben. Bei älteren Kranen sind Hinweise in der DIN 15020-2:1987-04 zu finden.

Als ein wichtiges Ablege-Kriterium wird die zulässige **Drahtbruchzahl** in den o.g. Normen beschrieben. Angegeben werden die zulässigen Drahtbrüche auf die Messtrecke von  $6xd$  und  $30xd$  ( $d$  = Seildurchmesser in mm).

## Überwachung der Seile im Betrieb

Bekannt sein müssen dafür aber u.a. die Anzahl der tragenden Drähte in den Außenlitzen des Drahtseils, die Triebwerksgruppe, und die Schlagart des Seils (Kreuzschlag / Gleichschlag).

Nach DIN ISO 4309:2013-06 ist auch die **Seilkategoriezahl RCN** (nach Anhang G DIN ISO 4309) gefordert.

## Überwachung der Seile im Betrieb

Die Überwachung der Hubseile ist problematisch, wenn die außen sichtbaren Drahtbrüche **nicht repräsentativ** für die im Inneren vorhandenen Drahtbrüche sind. Innere Drahtbrüche können vom Sachkundigen gemäß § 26 Unfallverhütungsvorschrift „Kranen“ DGUV Vorschrift 52 nicht rechtzeitig erkannt werden.

Sind Drahtbrüche auf der Außenseite erkennbar, können der „Seilkern“, die „Herzlitze“ und der Kunststoffzwischenmantel längst zerstört sein (Verlust der Seilsicherheit).

## Überwachung der Seile im Betrieb

Drahtbrüche von Außendrähten, die nicht auf den Litzenkuppen, sondern an den Berührungsstellen zweier benachbarter Drähte oder sogar an den Litzenunterseiten auftreten, sind sehr schwer zu erkennen.

Diese Drahtbrüche wurden bei der Untersuchung in der Prüfstelle HSM vorgefunden.

**Es wurden Drahtbrüche in großer Anzahl im Inneren des Seilgefüges festgestellt. Darüber hinaus wurde aber auch starker Verschleiß an den tragenden Außenlitzen festgestellt.**

## Überwachung der Seile im Betrieb

Die ausschließliche Bewertung der Ablegereife der Hubseile des Kranes nach vorhandenen Drahtbrüchen und den Vergleich mit der zulässigen Drahtbruchzahl nach DIN 15020-2:1987-04 oder DIN ISO 4309:2013-06 (Schweregradeinstufung) sieht das Sachgebiet in diesem Fall als nicht geeignet an.

**Bei diesem Hubwerk ist die nicht sichtbare innere Drahtbruchentwicklung maßgebend.**

Die Standzeit des Hubseiles muss aus der Sicht des Sachgebietes in Jahren (hier: max. 3 Jahre als Empfehlung) festgelegt werden.

## Überwachung der Seile im Betrieb

Die **Drahtbruchfestigkeit** des gebrochenen Hubseiles wurde vom Sachgebiet im Prüflabor überprüft.

Das gerissene Hubseil wurde dem Sachgebiet HWGH vom Betreiber zur Prüfung und Ursachenermittlung zur Verfügung gestellt.

Die Untersuchung wurde am 05.05.2017 im Prüflabor der Prüf- und Zertifizierungsstelle Hebezeuge, Sicherheitskomponenten und Maschinen (HSM) der BG Holz und Metall (BGHM) in Düsseldorf durchgeführt.

## Untersuchung des Hubseils



Prüfvorrichtung

## Untersuchung des Hubseils

### Zugversuch

Ergebnisse:

<u>Draht-</u> <u>durch-</u> <u>messer</u>	Fläche	Bruchkraft	Erreichte Festigkeit	Geforderte Festigkeit	Bemerkung
D mm	A mm <sup>2</sup>	FH N	RH N/mm <sup>2</sup>	R0 N/mm <sup>2</sup>	
1	0,7854	1500	1900	1770	107%
1	0,7854	1500	1900	1770	107%
1	0,7854	1500	1900	1770	107%
1	0,7854	1350	1718	1770	97% Draht wies eine verschleiß- bedingte Querschnitts- reduzierung auf

## Untersuchung des Hubseils

### Auswertung:

Die geforderte Drahtbruchfestigkeit wurde an 4 Drähten erreicht bzw. überschritten.

1 Draht erreichte die geforderte **Bruchfestigkeit** nicht. Dieser Draht wies jedoch einen sichtbaren Verschleiß (Ellipsenform) auf der Drahtoberfläche auf.

Das untersuchte Hubseil besitzt die vom Seilhersteller bescheinigte Nennfestigkeit von 1770 N/mm<sup>2</sup>.

## Prüflabor: Untersuchung Seilbruch



Bild 1:  
Seilstück herausgetrennt  
(2,5 m von der Bruchstelle entfernt)

## Prüflabor: Untersuchung Seilbruch



Bild 2:  
Keine Drahtbrüche an den tragenden  
Außenlitzen erkennbar

## Prüflabor: Untersuchung Seilbruch



Bild 3:  
Querschnittsfläche / Seilaufbau

## Prüflabor: Untersuchung Seilbruch



Bild 4:  
Eine der acht Außenlitzen herausgelöst

## Prüflabor: Untersuchung Seilbruch



Bild 5:  
Kunststoffeinlage, Einzeldrähte,  
Fülldrähte

## Prüflabor: Untersuchung Seilbruch



Bild 6:  
Sicht auf Kunststoffeinlage

## Prüflabor: Untersuchung Seilbruch

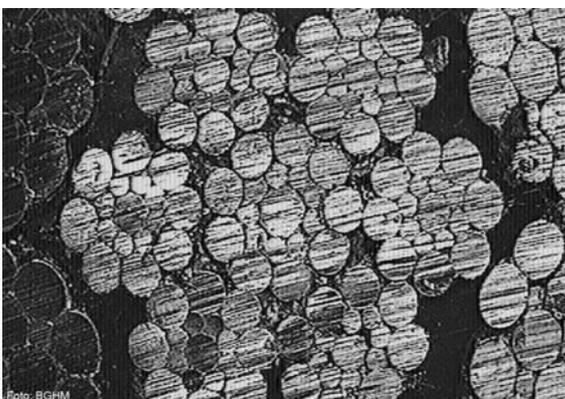


Bild 7:  
Innenlitzen / Querschnittsfläche /  
Seilaufbau (vergrößert)

## Prüflabor: Untersuchung Seilbruch

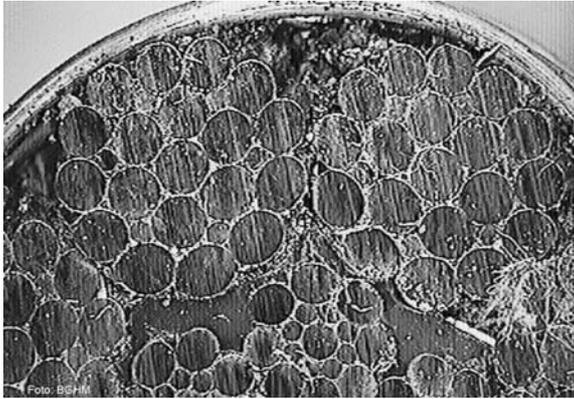


Bild 8:  
Querschnittsfläche / Seilaufbau  
(vergrößert)

## Prüflabor: Untersuchung Seilbruch

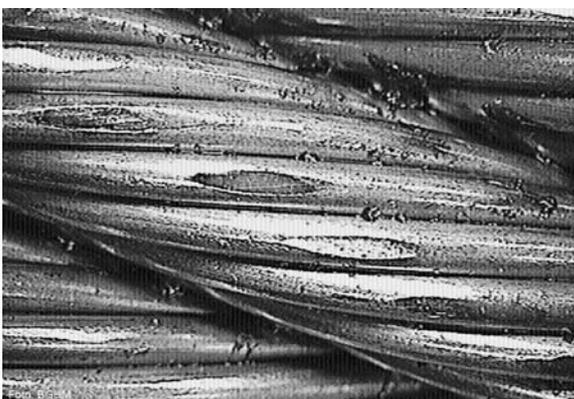


Bild 9:  
Kontaktstellen Außenlitzen / Innenlitzen

## Prüflabor: Untersuchung Seilbruch

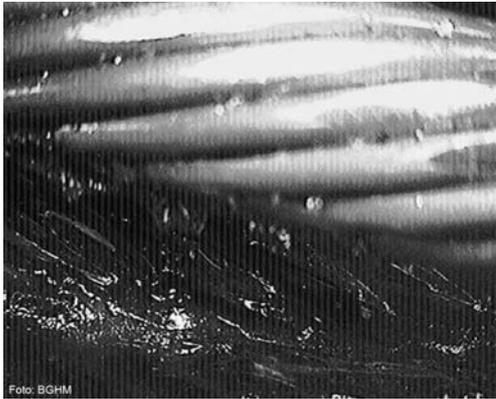


Bild 10:  
Kontaktstellen Außenlitzen / Innenlitzen

## Prüflabor: Untersuchung Seilbruch

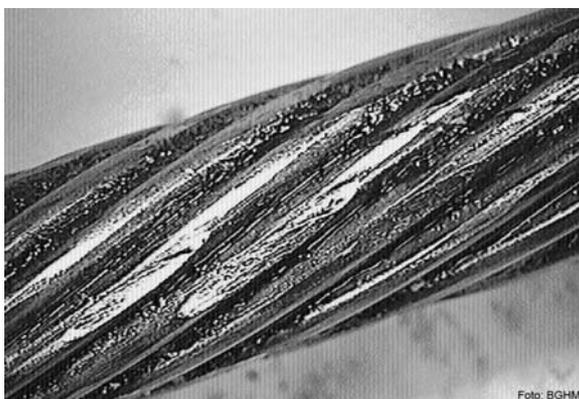


Bild 11:  
Äußerlich nicht sichtbarer Verschleiß  
im Seil (Außenlitzen innen)

## Prüflabor: Untersuchung Seilbruch



Bild 12:  
Äußerlich nicht sichtbarer Verschleiß  
im Seil (Außenlitzen innen)

## Prüflabor: Untersuchung Seilbruch



Bild 13:  
Bruchflächen (Ermüdungsbruch)  
Innenlitzen

## Prüflabor: Untersuchung Seilbruch



Bild 14:  
Bruchflächen (Ermüdungsbruch)  
Innenlitzen

## Prüflabor: Untersuchung Seilbruch



Bild 15:  
Bruchflächen (Ermüdungsbruch)  
Innenlitzen

## Prüflabor: Untersuchung Seilbruch

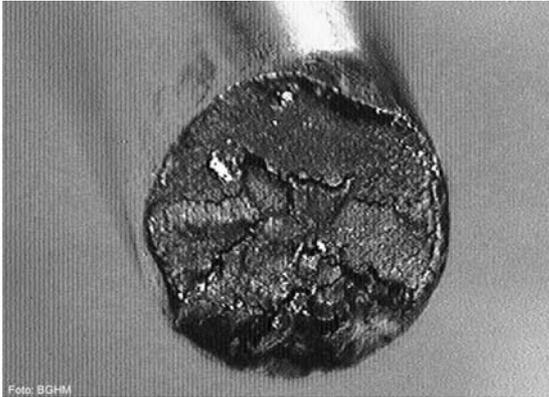


Bild 16:  
Bruchflächen (Ermüdungsbruch)  
Innenlitzen

## Prüflabor: Untersuchung Seilbruch

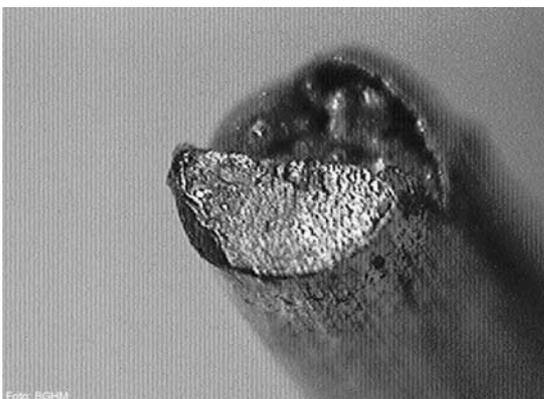


Bild 17:  
Bruchflächen (Ermüdungsbruch)  
Innenlitzen

## Prüflabor: Untersuchung Seilbruch

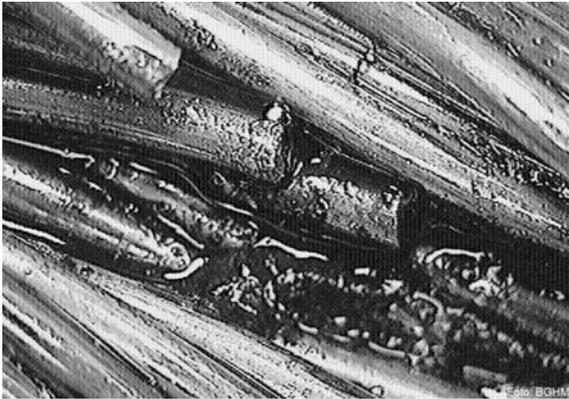


Bild 18:  
Bruchflächen (Ermüdungsbruch)  
Innenlitzen

## Prüflabor: Untersuchung Seilbruch

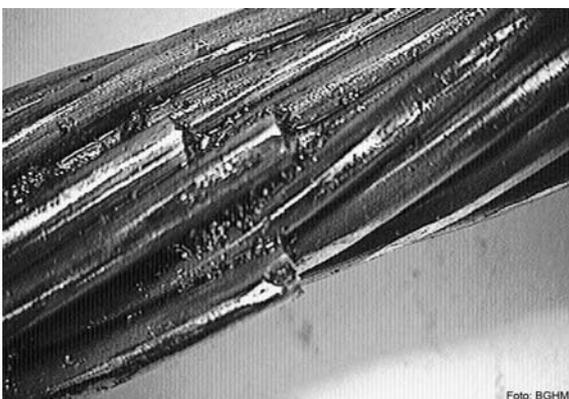


Bild 19:  
Bruchflächen (Ermüdungsbruch)  
Innenlitzen

## Prüflabor: Untersuchung Seilbruch

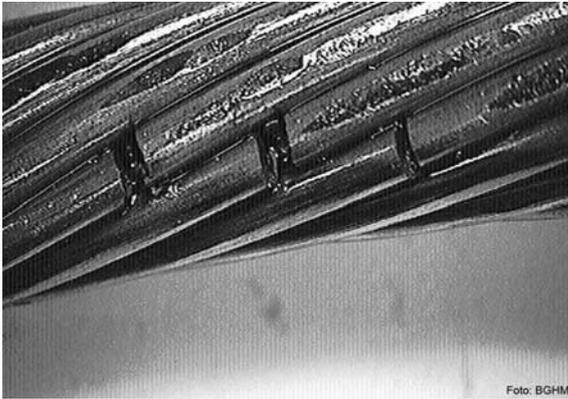


Bild 20:  
Bruchflächen (Ermüdungsbruch)  
Innenlitzen

Foto: BGHM

## Prüflabor: Untersuchung Seilbruch

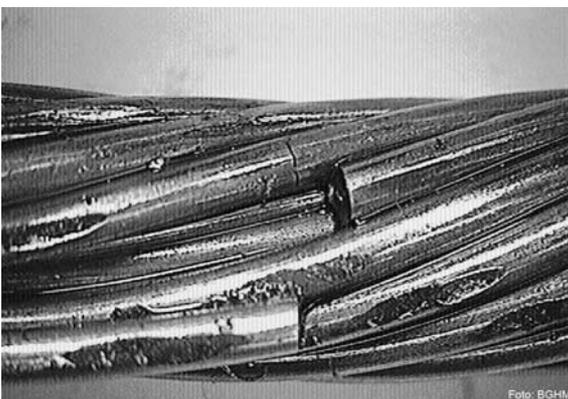


Bild 21:  
Verschleiß und Bruchflächen  
(Ermüdungsbruch) Außenlitze innen

Foto: BGHM

## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dietmar Kraus  
Leiter des Themenfeldes Krane, Winden, Elektrozüge

Berufsgenossenschaft Holz und Metall  
Kreuzstraße 45  
40210 Düsseldorf

für die  
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV)  
Fachbereich Holz und Metall  
Sachgebiet Hütten-, Walzwerksanlagen, Gießereien  
und Hebetchnik  
Telefon: +49 211 8224-16826  
E-Mail: [Dietmar.Kraus@bghm.de](mailto:Dietmar.Kraus@bghm.de)



Foto: Stahl-Zentrum / thyssenkrupp Steel Europe AG