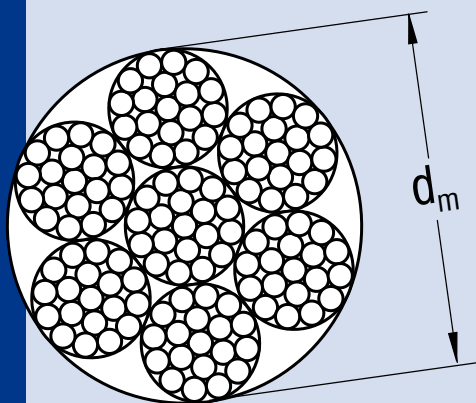




Instrukcja pomiaru średnicy liny
suwmiarką lin PFEIFER

PL

Manual for rope diameter
measurement with
PFEIFER rope caliper

EN

Anleitung zur Messung von
Seil-Durchmessern mit dem
PFEIFER-Seil-Messschieber

DE

05/2016



**PFEIFER TECHNIKA
LINOWA I DŹWIGOWA
SP. Z O.O.**

UL. WROCŁAWSKA 68
55-330 KRĘPICE K/WROCŁAWIA
TELEFON +48 71 39 80 760
FAKS +48 71 39 80 769
E-MAIL liny@pfeifer.pl
INTERNET www.pfeifer.pl

1. Dlaczego należy kontrolować średnicę liny?

Liny są produkowane z dużą tolerancją względem średnicy nominalnej. Na przykład, przy tolerancji średnicy wynoszącej + 2 % do 4 % rzeczywistej średnicy nowej liny z nominalną średnicą wynoszącą 20 mm lina posiada zakres tolerancji pomiędzy 20.4 mm a 20.8 mm.

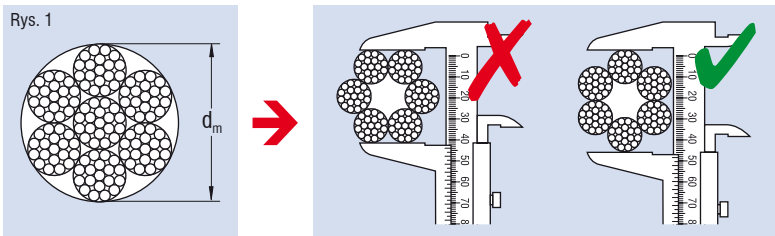
Rzeczywista średnica liny stalowej zmniejsza się podczas eksploatacji na skutek zużycia, procesu układania oraz innych czynników zewnętrznych. Pomiar średnicy jest ważnym wskaźnikiem aktualnego stanu zużycia liny. Aby oszacować wartość redukcji średnicy w liczbach, natychmiast po instalacji nowej liny należy wykonać pierwszy pomiar średnicy. Ta procedura została opisana w standardzie ISO 4309.

Wiele ważnych właściwości warunkujących poprawne działanie liny w urządzeniu jest zależnych od właściwej średnicy liny. W szczególności w wielowarstwowych bębnach linowych określenie ścisłego zakresu tolerancji jest konieczne dla prawidłowego wielowarstwowego nawoju.

2. Które parametry należy kontrolować?

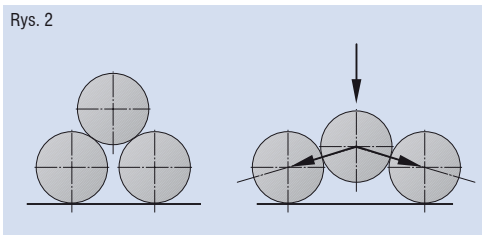
Aby określić rzeczywistą średnicę liny stalowej średnica dm z obwodu jest mierzona w kilku punktach. Najmniejsza i największa wartość punktu pomiarowego musi być zapisana. Rys. 1

Rys. 1



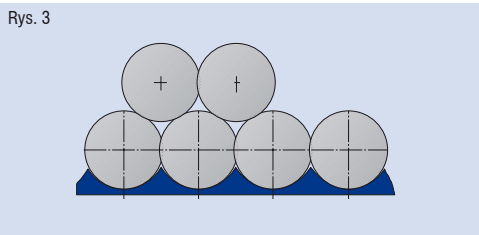
Pomiar obwodu liny

Rys. 2



Zbyt mała średnica liny:
Szczeliny pomiędzy uzwojeniami zbyt duże, górna warstwa wcina się w dolną warstwę

Rys. 3



Zbyt duża średnica liny:
Liny wciskają się między siebie

Porównanie najmniejszej i największej wartości pomiarowej pozwala kontrolującemu określić stan owalizacji liny np. odkształcenia. Średnia z najmniejszej i największej wartości jest usrednioną średnicą liny.

3. Jaki jest wpływ tego parametru?

Podczas pracy na kołach ciernych, rzeczywista średnica znajdująca się powyżej dopuszczalnego zakresu tolerancji prowadzi do blokowania się liny w rowku koła. Nacisk pomiędzy liną a rowkiem koła znacząco wzrasta, co prowadzi do przyspieszenia zewnętrznego zużycia się liny. Za cięcia lina jest nadmiernie owalizowana w rowku pod ciężarem. Lina będzie musiała zbyt wcześnie zostać zakwalifikowana do wymiany na skutek cykli przeginięcia.

W nawoju wielowarstwowym, wszelkie odchylenia od zakresu tolerancji mogą powodować problemy z jakością nawijania. W przypadku zbyt małej średnicy liny, szczeliny pomiędzy pojedynczymi uzwojeniami będą się powiększały, co może prowadzić do problemów z nawijaniem, oraz wcinaniem pojedynczych uzwojeń w spodnią warstwę. Rys. 2

W przypadku za dużej średnicy lina próbuje za wcześnie wznosić się do następnej nawijanej warstwy, co może również powodować poważne problemy. Rys. 3

4. W jaki sposób należy wykonywać pomiary?

Z reguły średnica liny musi być mierzona kiedy lina nie jest obciążona. Zaleca się ustawienie narzędzia pomiarowego, w sposób, który umożliwi pomiar średnicy nad kilkoma zewnętrznymi spłotkami. Bardzo praktyczne jest zastosowanie suwmiarki lub sprawdzianów gwintowych z szerokimi szczękami. Rys. 4 Przed pomiarem należy wyzerować narzędzie pomiarowe, a następnie przyłożyć do liny z lekkim naciskiem. Obracając narzędzie wokół liny, mierzymy i zapisujemy minimalną i maksymalną średnicę liny.

Aby określić zmianę średnicy pod obciążeniem liny, średnica może być mierzona przy różnej sile rozciągającej. Każda przyłożona siła rozciągająca musi być również zarejestrowana.

Średnica nowej liny jest z reguły mierzona kiedy lina nie jest obciążona. Pomiar odbywa się w dwóch punktach pomiarowych, które znajdują się od siebie w odległości przynajmniej 1 m i 2 m od końca liny. Przy każdym punkcie pomiarowym minimalna i maksymalna średnica muszą być określone oddzielnie.

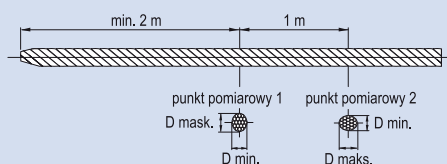
Średnica nowej liny jest z reguły mierzona kiedy lina nie jest obciążona. Pomiar odbywa się w dwóch punktach pomiarowych, które znajdują się od siebie w odległości przynajmniej 1 m i 2 m od końca liny. Przy każdym punkcie pomiarowym minimalna i maksymalna średnica muszą być określone oddzielnie. Punkty pomiarowe na linach używanych są wybierane zgodnie z wymaganiami.

Rys. 4



Pomiar średnicy przy mocy elektronicznej suwmiarki z szerokimi szczękami

Rys. 5



Punkty pomiarowe dla mierzenia średnicy w przypadku nowej liny

Przeważnie, wartości średnicy są mierzone w różnych częściach liny, np. w obszarze nawoju na bębnie, w układzie olinowania oraz blisko zakończenia liny. W przypadku wykrycia zużycia liny, pomiar musi zostać dokonany w szczególności na zużyтым odcinku.

Aby zidentyfikować typowe zużycie lub w przypadku problemów z nawijaniem wielowarstwowym na żurawiu samojezdnym lub wieżowym, ważne jest aby mierzyć średnicę w strefach poprzecznych oraz równoległych w każdej warstwie nawoju.

5. Kiedy należy dokonywać pomiarów?

W przypadku nowych lin średnica liny jest mierzona po instalacji, przed pierwszym obciążeniem

- kontrola czy określona wartość jest utrzymywana
- określenie średnicy referencyjnej dla późniejszego oszacowania redukcji średnicy

W przypadku liny używanej, pomiar średnicy jest wykonywany

- w regularnych odstępach czasu, w zależności od stanu i potrzeb
- w trakcie regularnych kontroli zgodnie ze standardami ISO 4309, przez osobę kompetentną
- w wyniku nieoczekiwanych zdarzeń
 - przeciążenie
 - uszkodzenie liny
 - awarie, np. problem z prawidłowym nawojem, wcinanie się liny

6. Przy jakiej wartości średnicy liny, lina musi zostać wymieniona?

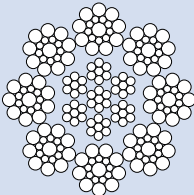
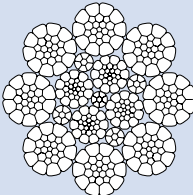
Aby określić konieczność wymiany liny na skutek równomiernego zmniejszenia średnicy zgodnie ze standardami ISO 4309, wartość procentowa zmniejszenia się średnicy jest określana za pomocą równania

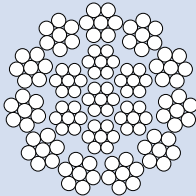
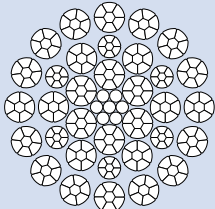
$$\Delta d = \frac{d_{ref} + d_m}{d} \cdot 100 \%$$

gdzie Δd – równomierne zmniejszenie średnicy
 d_{ref} – średnica referencyjna mierzona po instalacji, przed pierwszym obciążeniem; jeśli ta wartość jest niedostępna, pomiar średnicy może być wykonany blisko zakończenia liny
 d_m – zmierzona średnica
 d – nominalna średnica

Dla określenia wskaźnika zagrożenia, w zależności od równomiernej redukcji średnicy, zastosowanie mają standardy ISO 4309- przykładowe przekroje poprzeczne liny zostały pokazane poniżej

Liny odkrętne, jednowarstwowe z rdzeniem włókiennym						
Liny z 5-8 zewnętrznymi splotkami						
Przykłady przekrojów metalicznych lin:						
6x36WS FC			6x19S FC			
Wskaźnik zagrożenia						
0 %	20 %	40 %	60 %	80 %	100 % wymiana	
przy równomiernym zmniejszeniu średnicy o						
Δd < 6 %	6 % $\leq \Delta d$ < 7 %	7 % $\leq \Delta d$ < 8 %	8 % $\leq \Delta d$ < 9 %	9 % $\leq \Delta d$ < 10 %	Δd $\geq 10 \%$	

Liny odkrętne, jednowarstwowe z rdzeniem stalowym lub liny podwójnie równoległe						
Liny z 5 do 10 zewnętrznymi splotkami						
Przykłady przekrojów metalicznych lin:						
						
8x19S IWRC			8x26WS(K) PWRC			
Wskaźnik zagrożenia						
0 %	20 %	40 %	60 %	80 %	100 % wymiana	
przy równomiernym zmniejszeniu średnicy o						
Δd < 3,5 %	3,5 % $\leq \Delta d$ < 4,5 %	4,5 % $\leq \Delta d$ < 5,5 %	5,5 % $\leq \Delta d$ < 6,5 %	6,5 % $\leq \Delta d$ < 7,5 %	Δd $\geq 7,5 \%$	

Liny odporne na rotację i liny nieodkrętnie						
Liny z 11 i więcej splotkami						
Przykłady przekrojów poprzecznych lin:						
						
18x7			34x7(K) WSC			
wskaźnik zagrożenia						
0 %	20 %	40 %	60 %	80 %	100 % wymiana	
przy równomiernym zmniejszeniu średnicy o						
Δd < 1 %	1 % $\leq \Delta d$ < 2 %	2 % $\leq \Delta d$ < 3 %	3 % $\leq \Delta d$ < 4 %	4 % $\leq \Delta d$ < 5 %	Δd $\geq 5 \%$	

Bez wiedzy dotyczącej przekroju poprzecznego lin, klasyfikacja do tych trzech kategorii może być w większości przypadków dokonana za pomocą liczby zewnętrznych splotek. Jeśli w przypadku lin odkrętnych nie wiadomo czy rdzeń jest włókienny czy stalowy, należy założyć, że jest stalowy. Liny z rdzeniem z włókna są rzadziej używane w zastosowaniach dźwigowych, a przyjmowanie wartości dla lin odkrętnych z rdzeniem stalowym jest w takim przypadku bezpieczniejsze.

Jeżeli występuje miejscowa redukcja średnicy liny spowodowana np. uszkodzeniem rdzenia liny, należy ją bezwzględnie zakwalifikować do wymiany.

W przypadku problemów z nawojem wielowarstwowym, spowodowanych redukcją średnicy, może powstać konieczność wymiany liny w wyniku niewystarczającej wielkości średnicy, zanim zostanie ona zakwalifikowana do wymiany zgodnie z wytycznymi ISO 4309

7. Przykład dokumentowania pomiaru średnicy

Żuraw:	Dopuszczalna średnica liny, w zależności od zastosowania					
Sprawdzono przez:	$d_{\min}$	%	mm	$d_{\max}$	%	mm
Nr ident. żurawia	Średnica liny, lina nowa, punkt pomiarowy 1					
Data, lokalizacja	$d_{\min, 1}$	%	mm	$d_{\max, 1}$	%	mm
Nominalna średnica liny d:	mm					
Konstrukcja liny:	Średnica liny, lina nowa, punkt pomiarowy 2					
☐ odkrętna, rdzeń z włókna	$d_{\min, 2}$	%	mm	$d_{\max, 2}$	%	mm
☐ odkrętna, rdzeń stalowy	Średnia wartość					
☐ odporna na rotację	$d_m = (d_{\min, 1} + d_{\max, 1} + d_{\min, 2} + d_{\max, 2})/4$					mm
	Referencyjna średnica liny, mierzona po instalacji przed pierwszym obciążeniem d_{ref}					mm

Pomiar nr	podczas pracy po		godzinach pracy	
Blisko zakończenia liny odległość m	d_{min} mm	d_{max} mm	$d_m = \frac{d_{min} + d_{max}}{2}$ mm	

W napędzie linowym

Ocena według ISO 4309

Odległość do zakończenia [m]	$d_{\min}$ [mm]	$d_{\max}$ [mm]	$d_m = \frac{d_{\min} + d_{\max}}{2}$ [mm]	Redukcja średnicy [%]	Współczynnik zagrożenia [%]	Dalsze uszkodzenia liny		Całkowity współczynnik zagrożenia [%]
							Współczynnik zagrożenia [%]	

Na bębnie linowym jednowarstwowym

Ocena według ISO 4309

Uzwojenia od punktu mocowania	$d_{\min}$ [mm]	$d_{\max}$ [mm]	$d_m = \frac{d_{\min} + d_{\max}}{2}$ [mm]	Redukcja średnicy [%]	Współczynnik zagrożenia [%]	Dalsze uszkodzenia liny		Całkowity współczynnik zagrożenia [%]
						Rodzaj	Współczynnik zagrożenia [%]	

Żuraw:	Dopuszczalna średnica liny, w zależności od zastosowania				
Sprawdzone przez:	$d_{\min}$	%	mm	$d_{\max}$	% mm
Nr ident. Żurawia:	Średnica liny, lina nowa punkt pomiarowy 1				
Data, lokalizacja	$d_{\min, 1}$	%	mm	$d_{\max, 1}$	% mm
Nominalna średnica liny d:	mm			Średnica liny, lina nowa punkt pomiarowy 2	
Konstrukcja liny:	$d_{\min, 2}$	%	mm	$d_{\max, 2}$	% mm
☐ odkrętna, rdzeń włókienny	Średnia wartość				
☐ odkrętna, rdzeń stalowy	$d_m = (d_{\min, 1} + d_{\max, 1} + d_{\min, 2} + d_{\max, 2})/4$				mm
☐ odporna na rotację	Referencyjna średnica liny, mierzona po instalacji przed pierwszym obciążeniem d_{ref}				
					mm

Pomiar nr podczas pracy po godzinach pracy			
Blisko zakończenia odległość m	$d_{\min}$ mm	$d_{\max}$ mm	$d_m = \frac{d_{\min} + d_{\max}}{2}$ mm

W wielowarstwowych systemach nawijania

[illegible]

Instrukcja pomiaru średnicy liny
suwmiarką lin PFEIFER

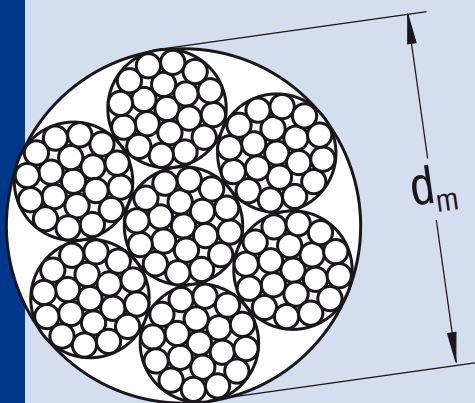
PL

**Manual for rope diameter
measurement with
PFEIFER rope caliper**

EN

Anleitung zur Messung von
Seil-Durchmessern mit dem
PFEIFER-Seil-Messschieber

DE



05/2016



**PFEIFER
SEIL- UND HEBETECHNIK
GMBH**

DR.-KARL-LENZ-STRASSE 66
DE-87700 MEMMINGEN
TELEPHONE +49 (0) 83 31-937-522
TELEFAX +49 (0) 83 31-937-518
E-MAIL technik-gbseile@pfeifer.de
INTERNET www.wirerope.info

1. Why does the rope diameter need to be checked?

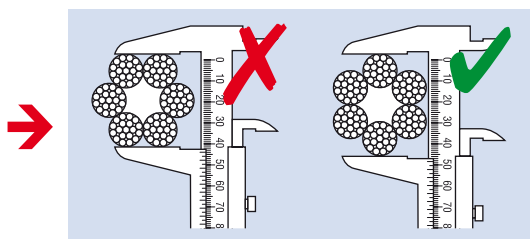
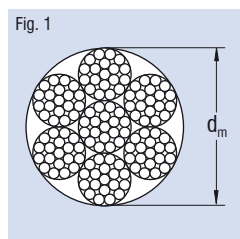
Ropes are produced with an excess tolerance to the nominal diameter. As an example, at a diameter tolerance of + 2 % to 4 % the actual diameter of a new rope with a nominal diameter of 20 mm has a range within 20.4 mm and 20.8 mm.

The actual diameter of a wire rope decreases during operation due to wear, settlement processes and other external influences. The diameter measurement is an important indicator for the actual state of wear of the rope. In order to evaluate the diameter reduction in numbers, immediately after installation of the new rope, the first diameter measurement has to be done. This procedure is described in the ISO 4309 standard.

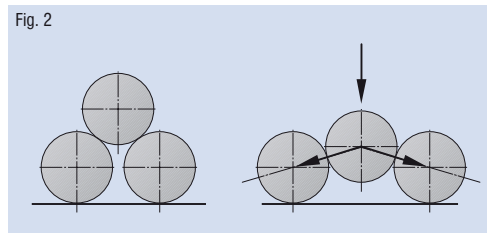
Many important characteristics for a proper operation of the rope within the application depend on the correct rope diameter. Especially in multi-layer rope drums a tight tolerance range is mandatory for functional multi-layer spooling.

2. Which parameters have to be checked?

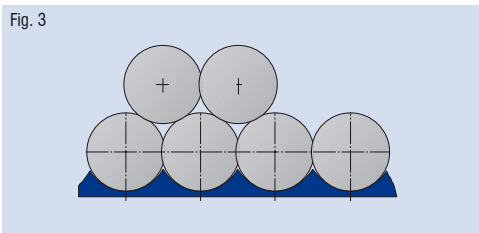
To determine the actual diameter of a wire rope the diameter d_m of the perimeter is measured at several points. The smallest and the largest value at a measurement point have to be listed, Fig. 1.



Measurement of the rope perimeter



Rope diameter too small:
Gaps between windings too big, upper layer cuts into bottom layer



Rope diameter too large:
Ropes are squeezed against each others

The comparison of the smallest and largest measured value allows the inspector to determine the state of ovalization of the rope, ie the cable deformation. The average of the smallest and largest value is the average rope diameter.

3. What is the impact of this parameter?

When running over sheaves, an actual diameter above the allowable tolerance leads to clamping of the rope in the sheave groove, the pressure between the rope and sheave groove is increased so much, that the development of outer wear will be accelerated. A too thin rope is excessively ovalized in the groove under load, the rope will have to be discarded due to bending cycles too early.

In multi-layer spooling, any deviations from the tolerance range can cause problems in the quality of spooling. In case of a too small rope diameter, the gaps between the individual windings will increase which can lead to spooling problems up to cutting in of individual windings, Fig. 2.

In case the rope diameter is too large, the rope tends to climb to the next spooling layer too early which can also create serious spooling problems Fig. 3.

4. How to measure?

The rope diameter has to be measured generally with the unloaded rope. It is recommended to position the measuring tool in a way that the rope diameter is measured over several outer strands. The use of callipers or screw gauges with wide jaws has been found to be very practical, Fig. 4. The measuring tool has to be zeroed before the measurement, then is applied on the rope with light pressure. Rotating the measuring tool around the rope the minimum and maximum rope diameter is measured and recorded.

To determine the change in diameter under load, the rope diameter can also be measured under different tension loads. Each applied tension load also has to be recorded.

The diameter of new ropes is generally measured when the rope is unloaded. The measurement is performed at two measuring points that are 1 m apart and at least 2 m distant to the rope end. At each measurement point the minimum and maximum diameter has to be determined independently of the position to each other.

The measurement points on used ropes are selected according to the requirement. Typically, the diameter values are measured in different parts of the rope, e.g. in the winding area on the drum, in the reeving and near the end connection. If rope wear is detected, especially the affected areas have to be measured. In order to identify typical usage or in case of existing spooling

problems on mobile or tower cranes with multi-layer spooling, it is important to measure the diameter in crossover and parallel zones in each winding layer.

5. When to measure?

On new ropes the rope diameter is measured after installation prior to the first loading

- check if the specified value is maintained
- determination of the reference diameter for a later evaluation of the diameter decrease

On the used rope, the measurement of the diameter is made

- at regular intervals, depending on condition and need
- in the course of regular inspections in accordance with ISO 4309, by a competent person
- due to unexpected events
 - overload
 - rope damage
 - malfunctions, e.g. spooling problems, cutting in.

6. At what rope diameter does the rope has to be replaced?

To determine the discard due to a high diameter decrease in accordance with ISO 4309 the percentage of uniform diameter decrease is determined by the equation:

$$\Delta d = \frac{d_{\text{ref}} + d_{\text{m}}}{d} \cdot 100 \%$$

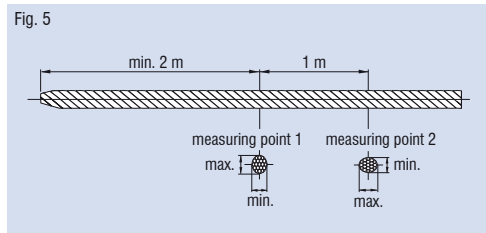
with Δd uniform decrease in diameter
 d_{ref} reference diameter, measured after installation prior to the first loading; if this value is not available, the rope diameter can be measured close to the end connection
 d_{m} measured diameter
 d nominal diameter

Fig. 4



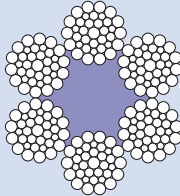
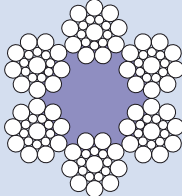
Diameter measurement using a digital caliper with wide jaws

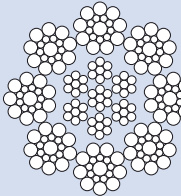
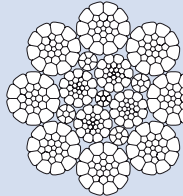
Fig. 5

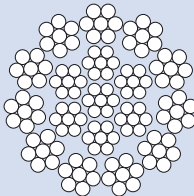
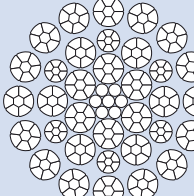


Measuring points for the diameter measurement of new ropes

For the severity rating depending on the uniform decrease in diameter applies ISO 4309 – exemplary rope cross-sections are given below:

non rotation resistant ropes, single layer with fibre core ropes with 5 to 8 outer strands					
examples for rope cross-sections:					
					
6x36WS FC			6x19S FC		
severity rating					
0 %	20 %	40 %	60 %	80 %	100 % discard
at uniform decrease in diameter of					
Δd < 6 %	$\leq \Delta d$ < 7 %	$\leq \Delta d$ < 8 %	$\leq \Delta d$ < 9 %	$\leq \Delta d$ < 10 %	Δd $\geq 10 \%$

non rotation resistant ropes, single layer with wire core or double parallel ropes ropes with 5 to 10 outer strands					
examples for rope cross-sections:					
					
8x19S IWRC			8x26WS(K) PWRC		
severity rating					
0 %	20 %	40 %	60 %	80 %	100 % discard
at uniform decrease in diameter of					
Δd < 3,5 %	$\leq \Delta d$ < 4,5 %	$\leq \Delta d$ < 5,5 %	$\leq \Delta d$ < 6,5 %	$\leq \Delta d$ < 7,5 %	Δd $\geq 7,5$ %

rotation resistant and high performance rotation resistant ropes ropes with 11 and more outer strands					
examples for rope cross-sections:					
					
18x7			34x7(K) WSC		
severity rating					
0 %	20 %	40 %	60 %	80 %	100 % discard
at uniform decrease in diameter of					
Δd < 1 %	$\leq \Delta d$ < 2 %	$\leq \Delta d$ < 3 %	$\leq \Delta d$ < 4 %	$\leq \Delta d$ < 5 %	Δd ≥ 5 %

Without knowledge of the cable cross-section, the classification into the regarding of these three categories can be made in most cases through the number of outer strands. If in case of non rotation resistant ropes it is unknown if a fiber or steel core is present, a steel core should be assumed. Ropes with fiber core are rarely used in crane applications and using the values for non rotation resistant ropes with steel core keep you on the safe side.

If there is a local decrease in rope diameter caused e. g. by a damage of rope core is detected, the rope has to be discarded in any case.

In case of spooling problems in multi-layer windings caused by decrease in rope diameter, it can be necessary to replace the rope due to the insufficient rope diameter before reaching the discard acc. to ISO 4309.

7. Example for the documentation of diameter measurement

crane:	acceptable rope diameter, depending on application					
checked by:	$d_{\min}$	%	mm	$d_{\max}$	%	mm
crane ident. no:	rope diameter new rope, measuring point 1					
date, location:	$d_{\min, 1}$	%	mm	$d_{\max, 1}$	%	mm
nominal rope diameter d:	rope diameter new rope, measuring point 2					
rope construction:	$d_{\min, 2}$	%	mm	$d_{\max, 2}$	%	mm
☐ non rotation resistant, fibre core	average value					
☐ non rotation resistant, steel core	$d_m = (d_{\min, 1} + d_{\max, 1} + d_{\min, 2} + d_{\max, 2})/4$					
☐ rotation resistant	reference rope diameter, measured after installation prior to first loading d_{ref}					
	mm					

measurement no.	in operation after	operation hours		
close to end connection distance m	$d_{\min}$ mm	$d_{\max}$ mm	$d_m = \frac{d_{\min} + d_{\max}}{2}$	mm

in rope drive

evaluation acc. ISO 4309

distance to end connection [m]	$d_{\min}$ [mm]	$d_{\max}$ [mm]	$d_m = \frac{d_{\min} + d_{\max}}{2}$ [mm]	diameter reduction [%]	severity rating [%]	further rope damages		total severity rating [%]
						type	severity rating [%]	

on single layer rope drum

evaluation acc. ISO 4309

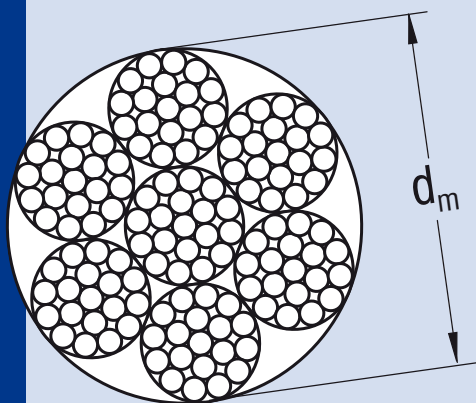
windings from fixing point	$d_{\min}$ [mm]	$d_{\max}$ [mm]	$d_m = \frac{d_{\min} + d_{\max}}{2}$ [mm]	diameter reduction [%]	severity rating [%]	further rope damages		total severity rating [%]
						type	severity rating [%]	

crane:	acceptable rope diameter, depending on application				
checked by:	$d_{\min}$	%	mm	$d_{\max}$	% mm
crane ident. no:	rope diameter new rope, measuring point 1				
date, location:	$d_{\min, 1}$	%	mm	$d_{\max, 1}$	% mm
nominal rope diameter d:	rope diameter new rope, measuring point 2				
mm	$d_{\min, 2}$	%	mm	$d_{\max, 2}$	% mm
rope construction:	average value				
☐ non rotation resistant, fibre core	$d_m = (d_{\min, 1} + d_{\max, 1} + d_{\min, 2} + d_{\max, 2})/4$				mm
☐ non rotation resistant, steel core	reference rope diameter, measured after installation prior to first loading d_{ref}				
☐ rotation resistant					
					mm

measurement no.	in operation after	operation hours	
close to end connection distance m	$d_{\min}$ mm	$d_{\max}$ mm	$d_m = \frac{d_{\min} + d_{\max}}{2}$ mm

in multi-layer spooling systems

[illegible]



Instrukcja pomiaru średnicy liny
suwmiarką lin PFEIFER

PL

Manual for rope diameter
measurement with
PFEIFER rope caliper

EN

Anleitung zur Messung von
Seil-Durchmessern mit dem
PFEIFER-Seil-Messschieber

DE

05/2016



**PFEIFER
SEIL- UND HEBETECHNIK
GMBH**

DR.-KARL-LENZ-STRASSE 66
DE-87700 MEMMINGEN
TELEFON +49 (0) 83 31-937-522
TELEFAX +49 (0) 83 31-937-518
E-MAIL technik-gbseile@pfeifer.de
INTERNET www.seil.info

1. Warum muss der Seildurchmesser geprüft werden?

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

Der Ist-Durchmesser eines Drahtseils ändert sich im Betrieb durch Verschleiß, Setzungsvorgänge und andere äußere Einflüsse. Die Durchmesser messung kann deshalb Aufschluss über den Verschleißzustand des Seils geben. Um die Abnahme des Ist-Durchmessers, die sogenannte Durchmesserreduzierung, zahlenmäßig ausdrücken zu können, muss unmittelbar nach dem Auflegen des neuen Seils die erste Durchmesser messung erfolgen. Diese Vorgehensweise ist in ISO 4309 beschrieben.

Vom korrekten Durchmesser hängen wesentliche Eigenschaften für den Einsatz des Seils in der Anlage ab. Insbesondere für die mehrlagige Bewicklung von Seiltrommeln ist die Einhaltung des engen Toleranzbereichs für die ordnungsgemäße Funktion in der Mehrlagenwicklung unabdingbar.

2. Welche Parameter sind zu prüfen?

Zur Ermittlung des Ist-Durchmessers eines Drahtseils wird der Durchmesser d_m des Umkreises an mehreren Stellen gemessen, wobei jeweils der kleinste und der größte Wert an einer Messstelle notiert wird, Abb. 1.

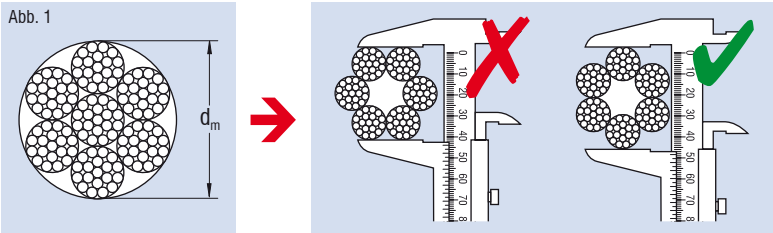
Kleinster und größter gemessener Wert erlauben eine Aussage über die Ovalisierung des Seils, d. h. die Seilverformung. Der Mittelwert aus kleinstem und größtem Wert ergibt den mittleren Seildurchmesser.

3. Welchen Einfluss haben diese Parameter?

Beim Lauf über Seilscheiben kann ein Ist-Durchmesser oberhalb der zulässigen Toleranz zu einer Klemmung des Seils in der Seilrille führen, die Pressung zwischen Seil und Seilrille nimmt somit deutlich zu, es kommt zu verstärktem äußeren Verschleiß. Ein zu dünnes Seil wird in der Rille unter Last übermäßig ovalisiert, das Seil wird durch die Biegewechsel vorzeitig ermüden.

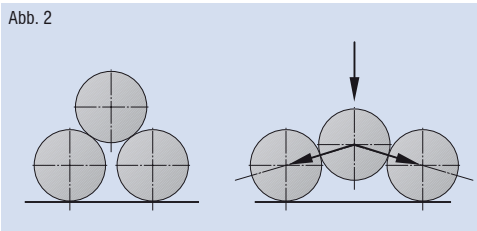
In der Mehrlagenwicklung sind bei Abweichungen vom Toleranzbereich Störungen in der Wickelqualität zu erwarten. Bei zu dünnem Seil vergrößern sich die Lücken zwischen den einzelnen Windungen, was zu Spulstörungen bis zum Einschneiden einzelner Seilstränge führen kann, Abb. 2. Durch zu großen Seildurchmesser kommt es zum vorzeitigen Aufsteigen des Seils in die nächst höhere Lage und hierdurch ebenso zu schweren Spulfehlern, Abb. 3.

Abb. 1



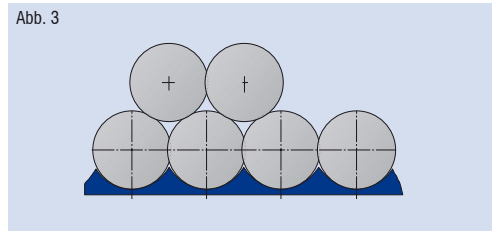
Messung des Umkreis-Durchmessers

Abb. 2



Seildurchmesser zu klein:
Spalte zwischen den Seilen zu groß und somit große Spreizwirkung

Abb. 3



Seildurchmesser zu groß:
Seile werden zusammengepresst

4. Wie wird geprüft?

Der Seildurchmesser wird grundsätzlich im unbelasteten Zustand gemessen. Hierzu ist es empfehlenswert, das Messwerkzeug grundsätzlich so anzusetzen, dass über mehrere Außenlitzten hinweg gemessen werden kann. Der Einsatz von Messschiebern oder Messbügeln mit breiten Backen hat sich dabei als sehr praktikabel erwiesen, Abb. 4. Das Messwerkzeug wird vor der Messung auf Null gesetzt, anschließend mit leichtem Druck an das Seil angelegt und durch Drehen um den Seilumfang minimaler und maximaler Seildurchmesser abgelesen und notiert.

Zur Ermittlung der Durchmesseränderung unter Last kann der Seildurchmesser zusätzlich bei unterschiedlichen Seilzugkräften gemessen werden. Der jeweils anstehende Seilzug ist dabei mit zu notieren.

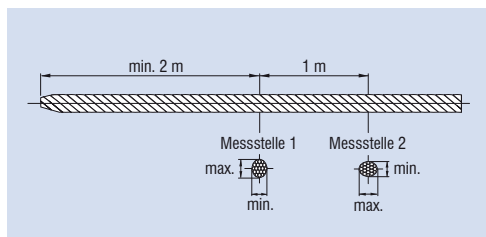
Der Durchmesser beim Neuseil wird im unbelasteten Zustand gemessen. Die Messung erfolgt an zwei Messstellen, die 1 m auseinander liegen und mindestens 2 m vom Seilende entfernt sein müssen. An jeder Messstelle ist jeweils der minimale und maximale Durchmesser unabhängig der Lage zueinander zu messen.

Die Messstellen am gebrauchten Seil werden je nach Erfordernis gewählt. Üblicherweise werden die Durchmesserwerte in verschiedenen Seilzonen gemessen, z. B. im Bereich der Wicklung auf der Trommel, in der Einsicherung und nahe der Endverbindung. Liegt Seilverschleiß vor, ist speziell in den betroffenen Bereichen zu messen. Insbesondere bei

Abb. 4



Durchmesser messung mittels Messschieber mit breiten Backen



Messstellen zur Durchmesser messung am Neuseil

Mobil- oder Turmdrehkrane ist es zur Feststellung des Nutzungsverhaltens oder bei bestehenden Spulstörungen wichtig, in den Steigungs- und Parallelzonen jeder Wickellage zu messen.

5. Wann wird geprüft?

Am Neuseil wird der Seildurchmesser nach dem Auflegen vor der ersten Belastung gemessen zur

- Prüfung, ob der vorgegebene Wert erfüllt ist,
- Ermittlung des Referenzdurchmessers für die spätere Beurteilung der Durchmesserabnahme.

Am gebrauchten Seil erfolgt die Messung des Durchmessers

- in regelmäßigen Abständen, je nach Zustand und Erfordernis,
- im Zuge der regelmäßigen Prüfungen gemäß ISO 4309 durch eine fachkundige Person,
- nach unvorhergesehenen Ereignissen:
 - Überlast
 - Seilbeschädigung
 - Betriebsstörungen, z. B. Spulstörungen, Einschneiden.

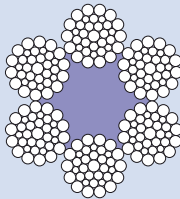
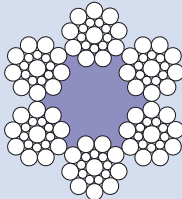
6. Bei welchem Seildurchmesser muss das Seil ausgetauscht werden?

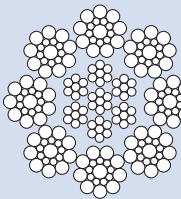
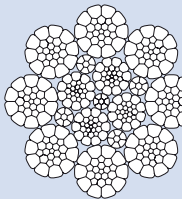
Zur Bestimmung der Ablegereife aufgrund einer zu hohen Durchmesserabnahme wird gemäß ISO 4309 der Prozentwert der gleichförmigen Durchmesserabnahme bestimmt nach der Gleichung:

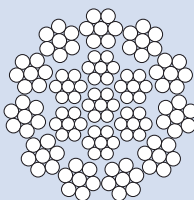
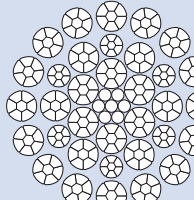
$$\Delta d = \frac{d_{\text{ref}} + d_m}{d} \cdot 100 \%$$

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

Für den Schweregrad der Ablegereife in Abhängigkeit von der Durchmesserabnahme gilt gemäß ISO 4309 – Seilquerschnitte sind beispielhaft aufgeführt:

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

nicht drehungsfreie Seile, einlagig mit Stahleinlage oder doppelt parallele Seile Seile mit 5 bis 10 Außenlitzen						
Beispiele für Seilquerschnitte:						
						
8x19S IWRC			8x26WS(K) PWRC			
Schweregrad der Ablegereife						
0 %	20 %	40 %	60 %	80 %	100 % ablegereif	
bei einer Durchmesserabnahme von						
Δd < 3,5 %	$\leq \Delta d$ < 4,5 %	$\leq \Delta d$ < 5,5 %	$\leq \Delta d$ < 6,5 %	$\leq \Delta d$ < 7,5 %	Δd $\geq 7,5$ %	

drehungsarme und äußerst drehungsarme Seile						
Seile mit 11 und mehr Außenlitzen						
Beispiele für Seilquerschnitte:						
						
18x7			34x7(K) WSC			
Schweregrad der Ablegereife						
0 %	20 %	40 %	60 %	80 %	100 % ablegereif	
bei einer Durchmesserabnahme von						
Δd < 1 %	$\leq \Delta d$ < 2 %	$\leq \Delta d$ < 3 %	$\leq \Delta d$ < 4 %	$\leq \Delta d$ < 5 %	Δd $\geq 5 \%$	

Ohne Kenntnis des Seilquerschnitts lässt sich die Einteilung in die richtige der drei genannten Kategorien in den meisten Fällen über die Anzahl der Außenlitzen vornehmen. Ist bei nicht drehungsfreien Seilen unbekannt, ob eine Faser- oder Stahleinlage vorliegt, sollte von einer Stahleinlage ausgegangen werden. Seile mit Fasereinlage kommen in Krananwendungen nur äußerst selten zum Einsatz; außerdem ist man mit den Werten für nicht drehungsfreie Seile mit Stahleinlage auf der sicheren Seite.

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

Kommt es, ausgelöst durch die Durchmesserabnahme, zu Spulstörungen in der Mehrlagenwicklung, kann ein Seilwechsel bereits vor Erreichen der Ablegereife aufgrund der gleichförmigen Durchmesserabnahme erforderlich sein.

7. Beispiel für die Prüfdokumentation

Kran:	Zulässiger Seildurchmesser, abhängig von der Anlage
Prüfer:	$d_{\min}$ % mm $d_{\max}$ % mm
Werknummer:	Neuseildurchmesser, Messstelle 1
Ort, Datum:	$d_{\min, 1}$ % mm $d_{\max, 1}$ % mm
Nenndurchmesser d: mm	Neuseildurchmesser, Messstelle 2
Seilbezeichnung:	$d_{\min, 2}$ % mm $d_{\max, 2}$ % mm
☐ nicht drehungsfrei, Fasereinlage	Mittelwert
☐ nicht drehungsfrei, Stahleinlage	$d_m = (d_{\min, 1} + d_{\max, 1} + d_{\min, 2} + d_{\max, 2})/4$ mm
☐ drehungsarm/äußerst drehungsarm	Referenzdurchmesser, gemessen nach dem Auflegen vor der ersten Belastung d_{ref} mm

Messung Nr.	im Betrieb bei	Betriebstunden
Nahe der Endverbindung Abstand m	$d_{\min}$ mm	$d_{\max}$ mm
		$d_m = \frac{d_{\min} + d_{\max}}{2}$ mm

Im Seiltrieb

Beurteilung gem. ISO 4309

Abstand ab Endver- bindung [m]	$d_{\min}$ [mm]	$d_{\max}$ [mm]	$d_m = \frac{d_{\min} + d_{\max}}{2}$ [mm]	Durch- messer- abnahme [%]	Schwere- grad der Ablegereife [%]	weitere Seilschäden		Schweregrad der Ablege- reife gesamt [%]
						Art	Schweregrad [%]	

Auf der einlagigen Trommel

Beurteilung gem. ISO 4309

Windungs- zahl ab Festpunkt	$d_{\min}$ [mm]	$d_{\max}$ [mm]	$d_m = \frac{d_{\min} + d_{\max}}{2}$ [mm]	Durch- messer- abnahme [%]	Schwere- grad der Ablegereife [%]	weitere Seilschäden		Schweregrad der Ablege- reife gesamt [%]
						Art	Schweregrad [%]	

Kran:	Zulässiger Seildurchmesser, abhängig von der Anlage					
Prüfer:	d _{min}	%	mm	d _{max}	%	mm
Werknummer:	Neuseildurchmesser, Messstelle 1					
Ort, Datum:	d _{min, 1}	%	mm	d _{max, 1}	%	mm
Nenndurchmesser d:	Neuseildurchmesser, Messstelle 2					
Seilbezeichnung:	d _{min, 2}	%	mm	d _{max, 2}	%	mm
☐ nicht drehungsfrei, Fasereinlage	Mittelwert					
☐ nicht drehungsfrei, Stahleinlage	$d_m = (d_{min, 1} + d_{max, 1} + d_{min, 2} + d_{max, 2})/4$					
☐ drehungsarm/äußerst drehungsarm	Referenzdurchmesser, gemessen nach dem Auflegen vor der ersten Belastung d _{ref}					
						mm

Messung Nr.	im Betrieb bei	Betriebsstunden		
Nahe der Endverbindung Abstand m	$d_{\min}$ mm	$d_{\max}$ mm	$d_m = \frac{d_{\min} + d_{\max}}{2}$ mm	

In der Mehrlagenwicklung

Es liegen Spulstörungen vor: ☐ ja ☐ nein

Beurteilung gem. ISO 4309

[illegible]

PFEIFER Service-Produkte / *PFEIFER service products*

Seilnachschiermittel /
Lubricant for wire ropes
PFEIFER RL-S / RL-B



PFEIFER-Rillenlehre /
PFEIFER groove gauges



**Vertriebs- und
Anwendungsberatung**
Sie haben Fragen oder
Anregungen?
Dann kontaktieren Sie uns!

**Sales and Technical
Support**
*You have questions or
suggestions?
Then contact us!*