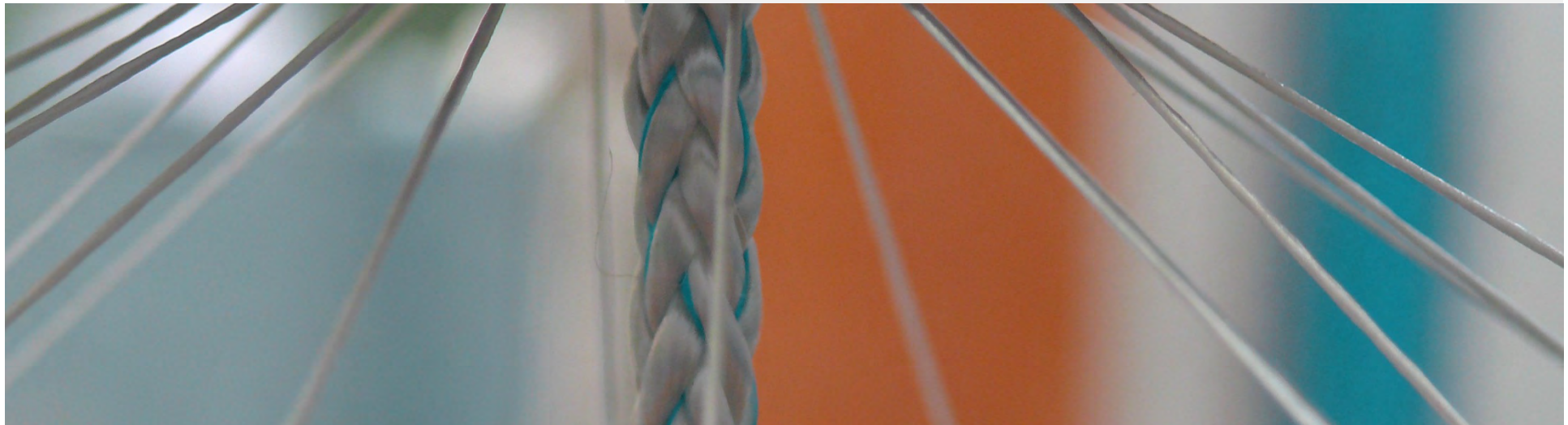
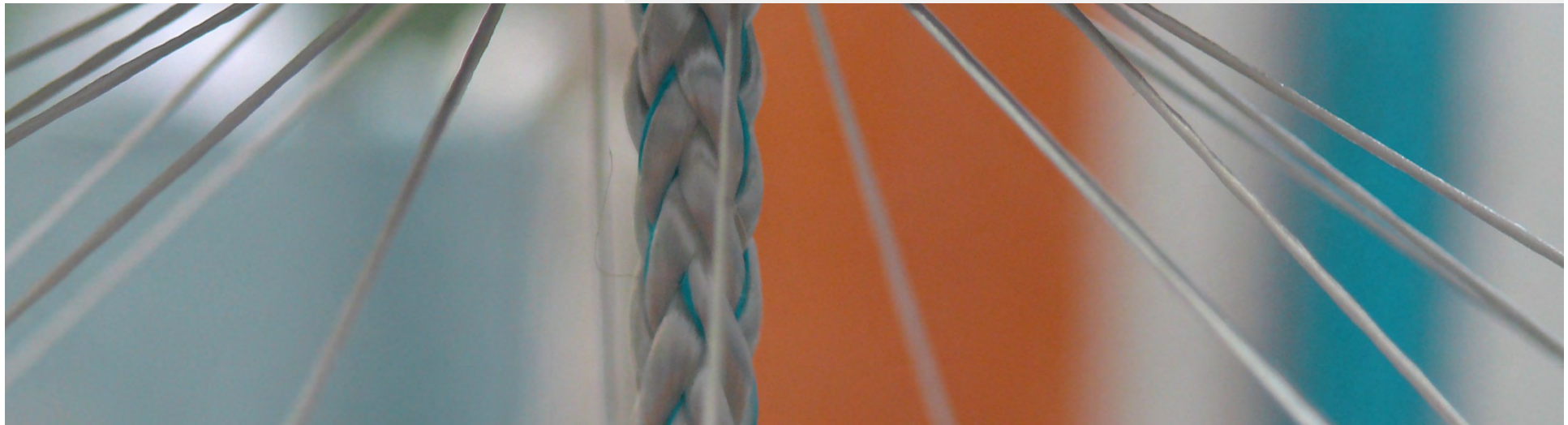


Faserseile und Sensorik/Diagnostik in technischen Anwendungen



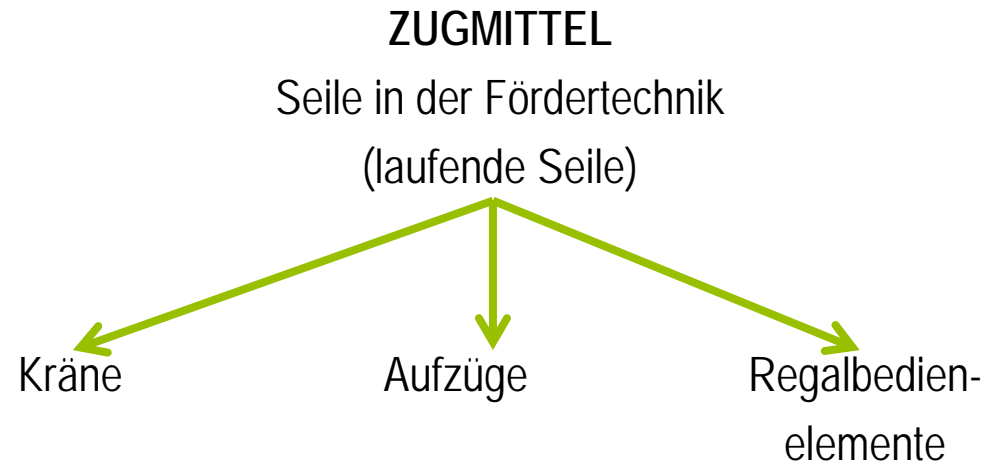
Gliederung

1. Stand der Technik
2. Zielstellung
3. Biegewechseluntersuchung
4. Schadensanalyse
5. Zusammenfassung



Stand der Technik

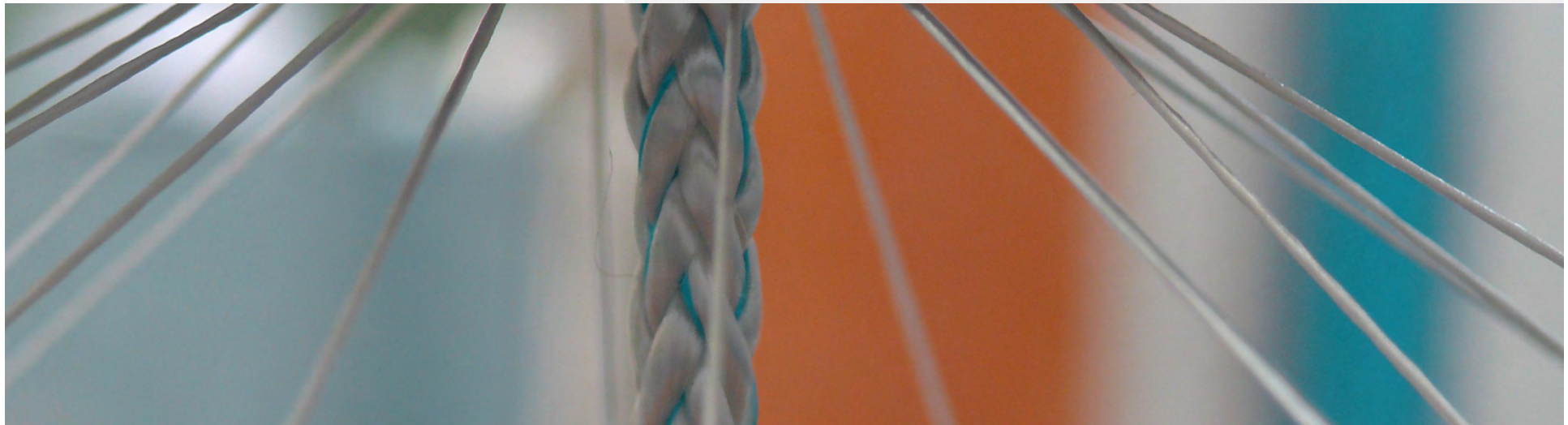
Textile Zugmittel



| | Unter-suchungen | Norm | Ablege-reife | Zug-festigkeit | Zugsteifigkeit | Masse |
|------------|-----------------|------|--------------|----------------|----------------|-------|
| Stahlseile | ++ | ++ | ++ | + | ++ | -- |
| Faserseile | - | - | -- | + | + | ++ |

Gliederung

1. Stand der Technik
2. **Zielstellung**
3. Biegewechseluntersuchung
4. Schadensanalyse
5. Zusammenfassung

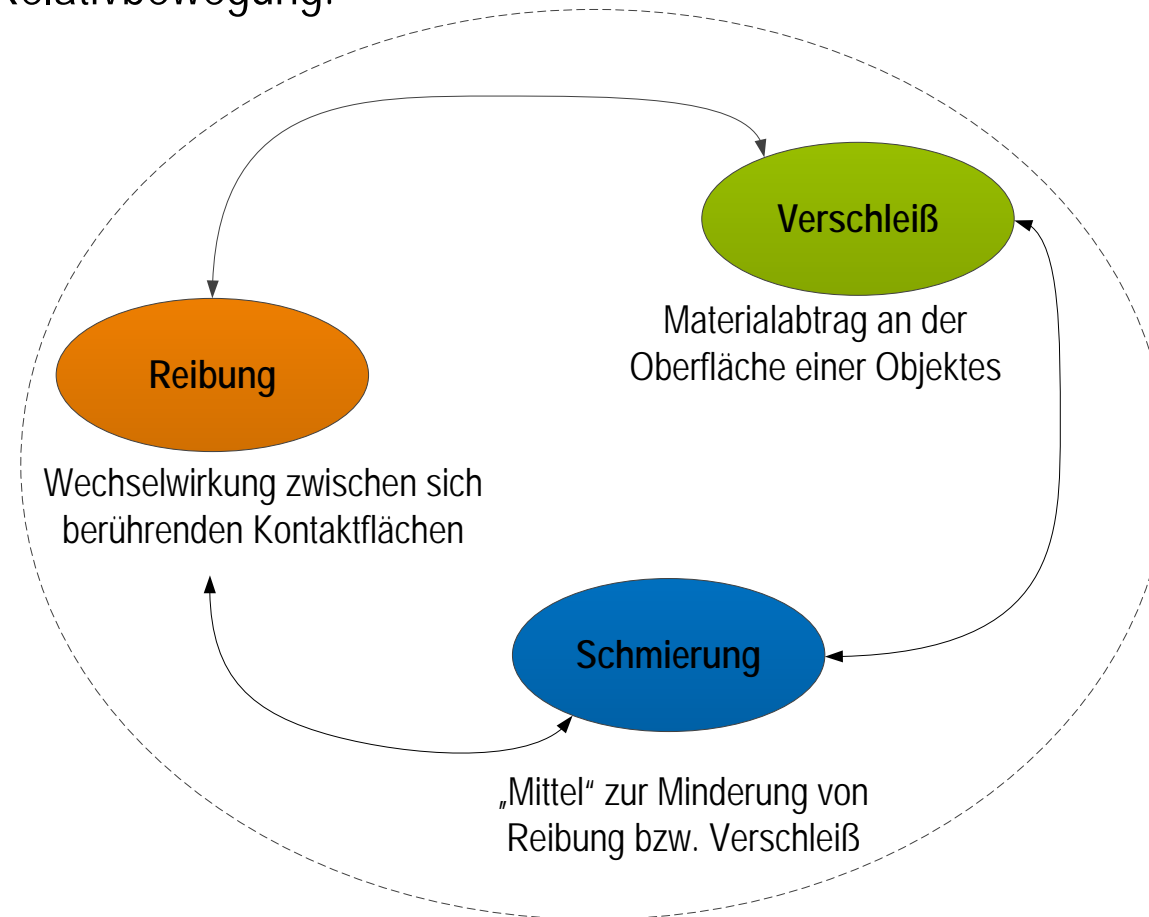


Zielstellung



Zielstellung

Tribologie umfasst die Wissenschaft und die Technik von aufeinander einwirkenden Oberflächen durch Relativbewegung.



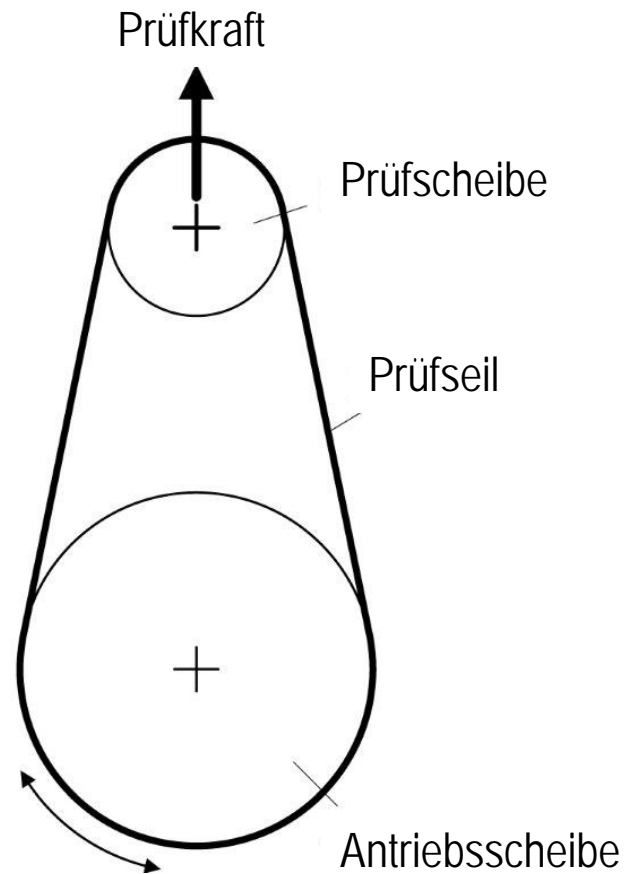
Gliederung

1. Stand der Technik
2. Zielstellung
3. **Biegewechseluntersuchung**
4. Schadensanalyse
5. Zusammenfassung



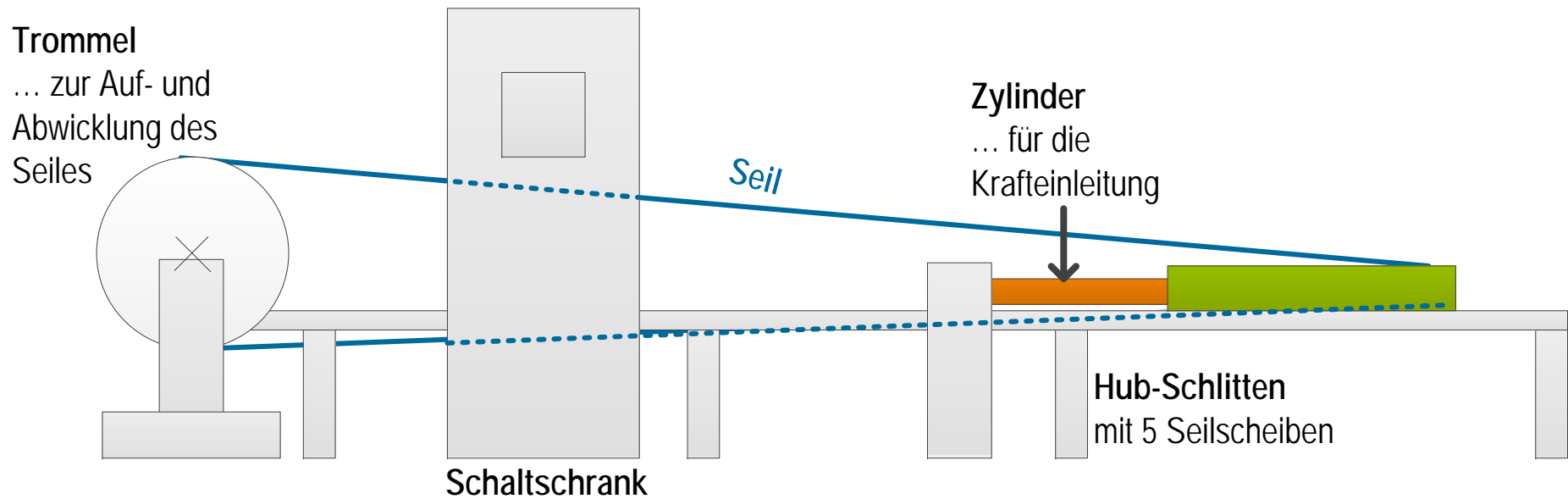
Biegewechseluntersuchung

Funktionsprinzip



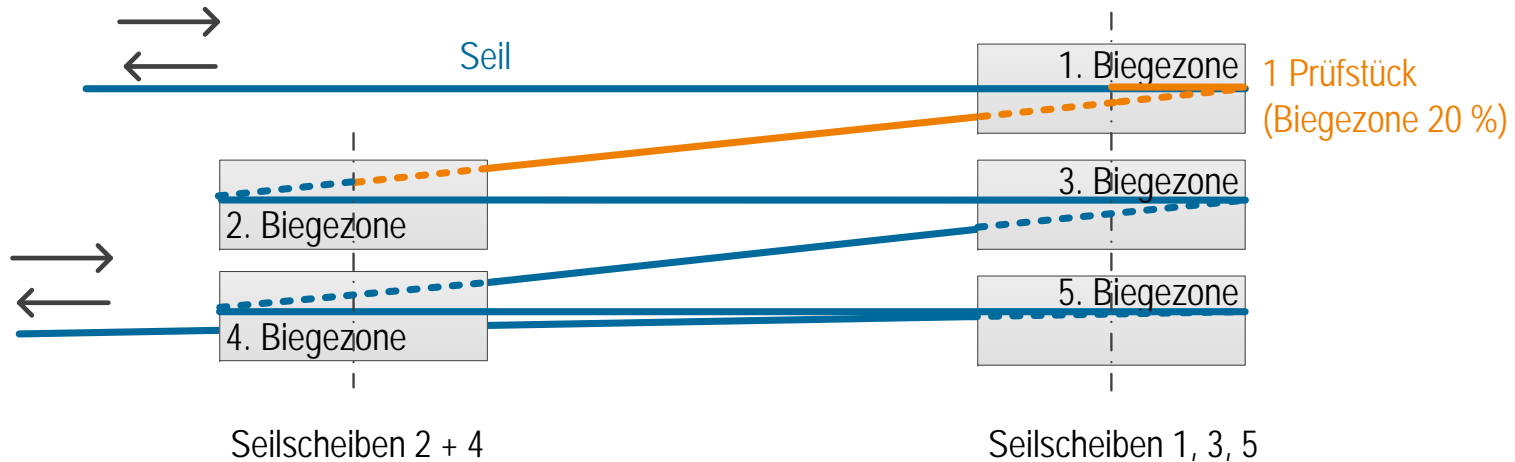
Biegewechseluntersuchung

5-Zonen-Biegewechselmaschine

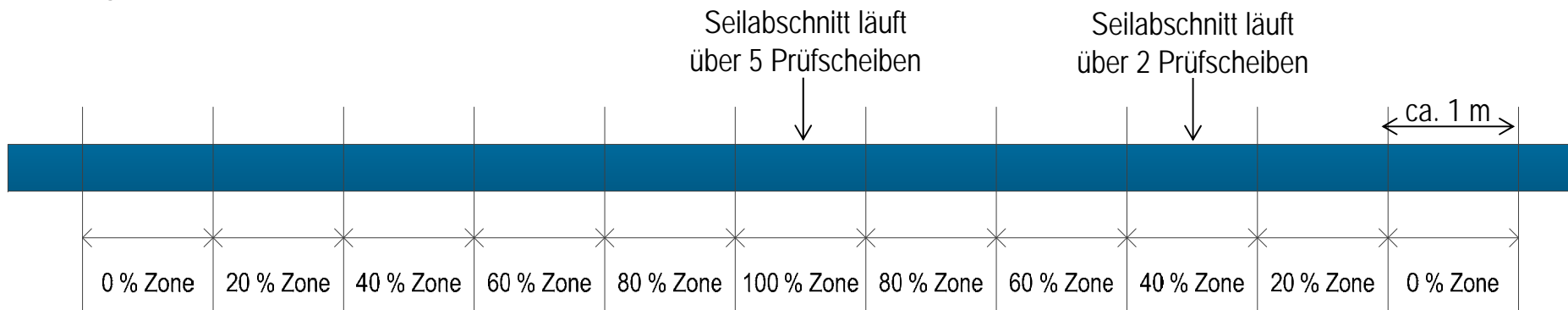


Biegewechseluntersuchung

Draufsicht



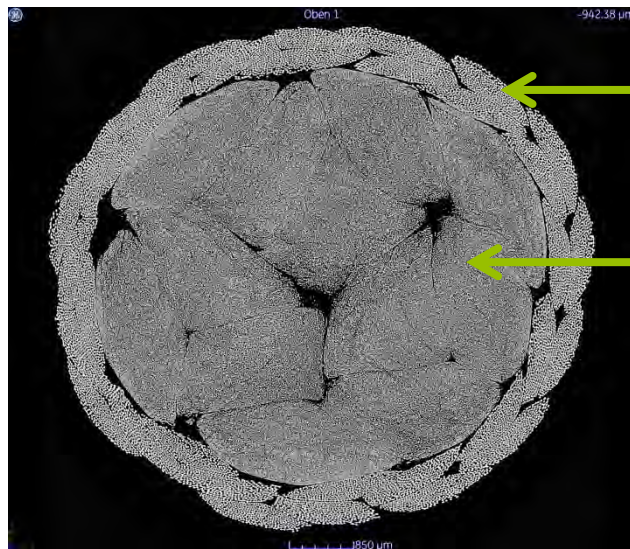
Biegezonens am Prüfseil



Biegewechseluntersuchung

In Kern-Mantel-Konstruktion

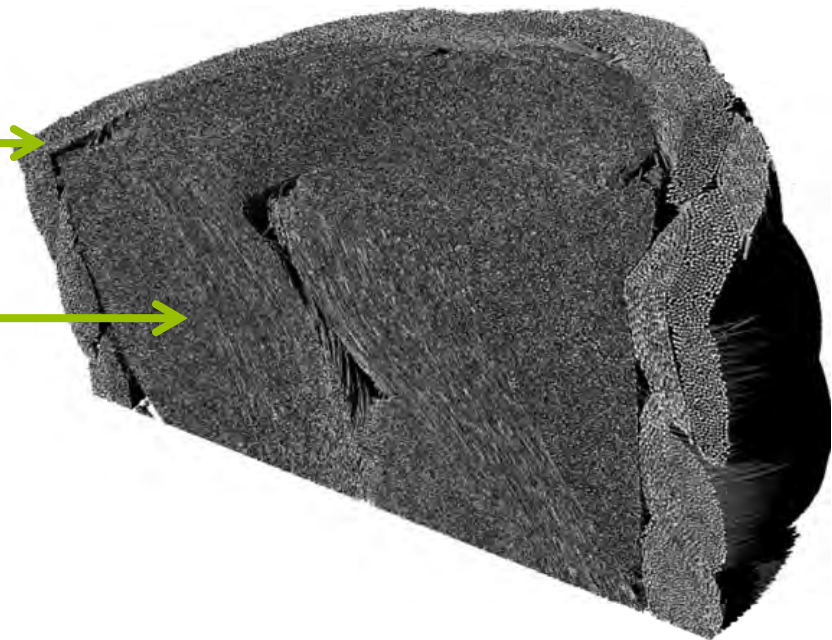
- Nenndurchmesser 6 mm
- Kern-Seil geflochten 12-litzig, 2 flechtig
- Kern-Material: Aramid



Seilquerschnitt

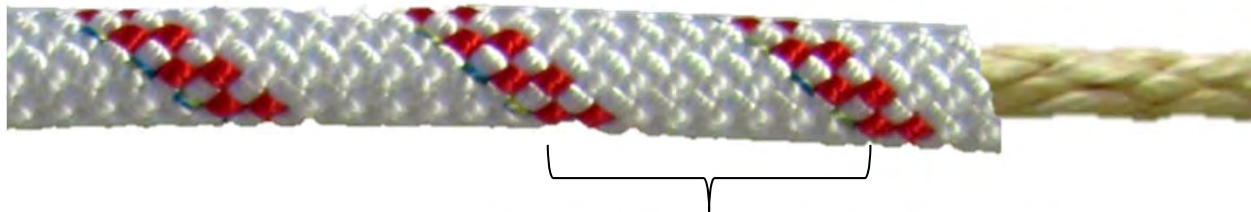
Mantel

Kern



Biegewechseluntersuchung

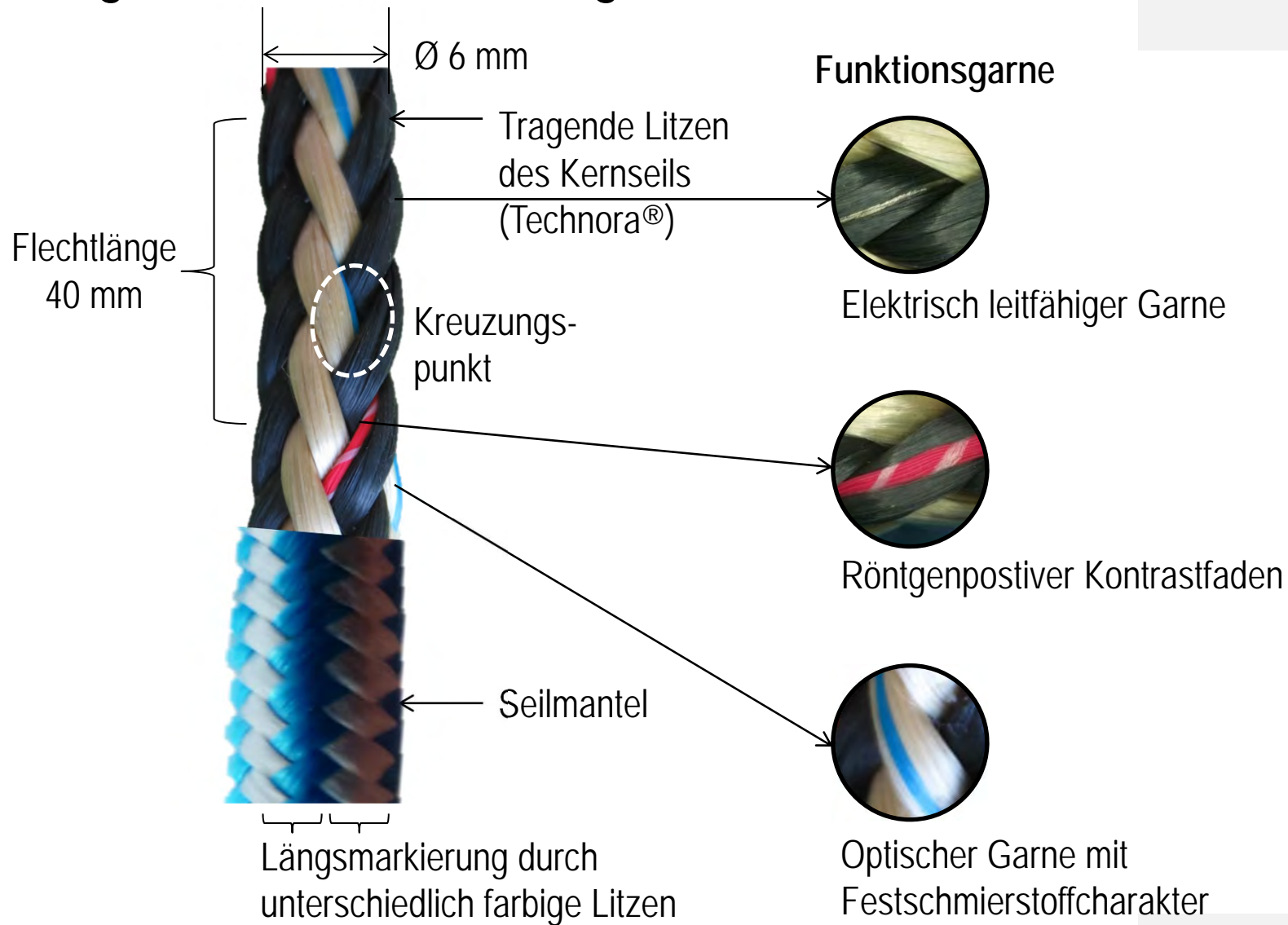
Merkmale handelsübliches Seil



Kennzeichnung der Flechtlänge
(Möglichkeit einer visuellen
Flechtlängenüberwachung)

- keine weiteren Erkennungsmerkmale
- Problem: keine Erkennung von Seilverdrehungen, Aufstauchungen, Mantelverschiebungen, inneren Schäden,...

Biegewechseluntersuchung



Biegewechseluntersuchung

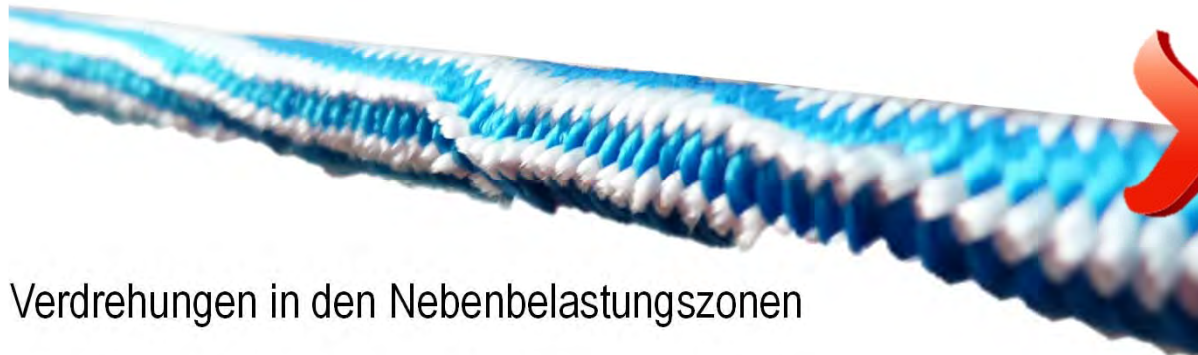
Seilneuentwicklung



Verdrehungen und Aufstauchungen
(oft in den niedrigen Belastungszonen)



Aufstauchung (u.a. im Trommelbereich)



Verdrehungen in den Nebenbelastungszonen



Längs-
markierung



Gliederung

1. Stand der Technik
2. Zielstellung
3. Biegewechseluntersuchung
4. **Schadensanalyse**
5. Zusammenfassung



Schadensanalyse hochfester Faserseile

Stand der Technik

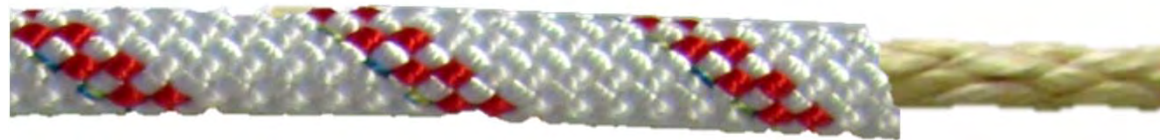
Aktuell

- Keine Prüfvorschrift zur Schadensanalyse
- Keine Erkenntnisse zur Verschleißentwicklung
- Keine zuverlässigen Ablegekriterien

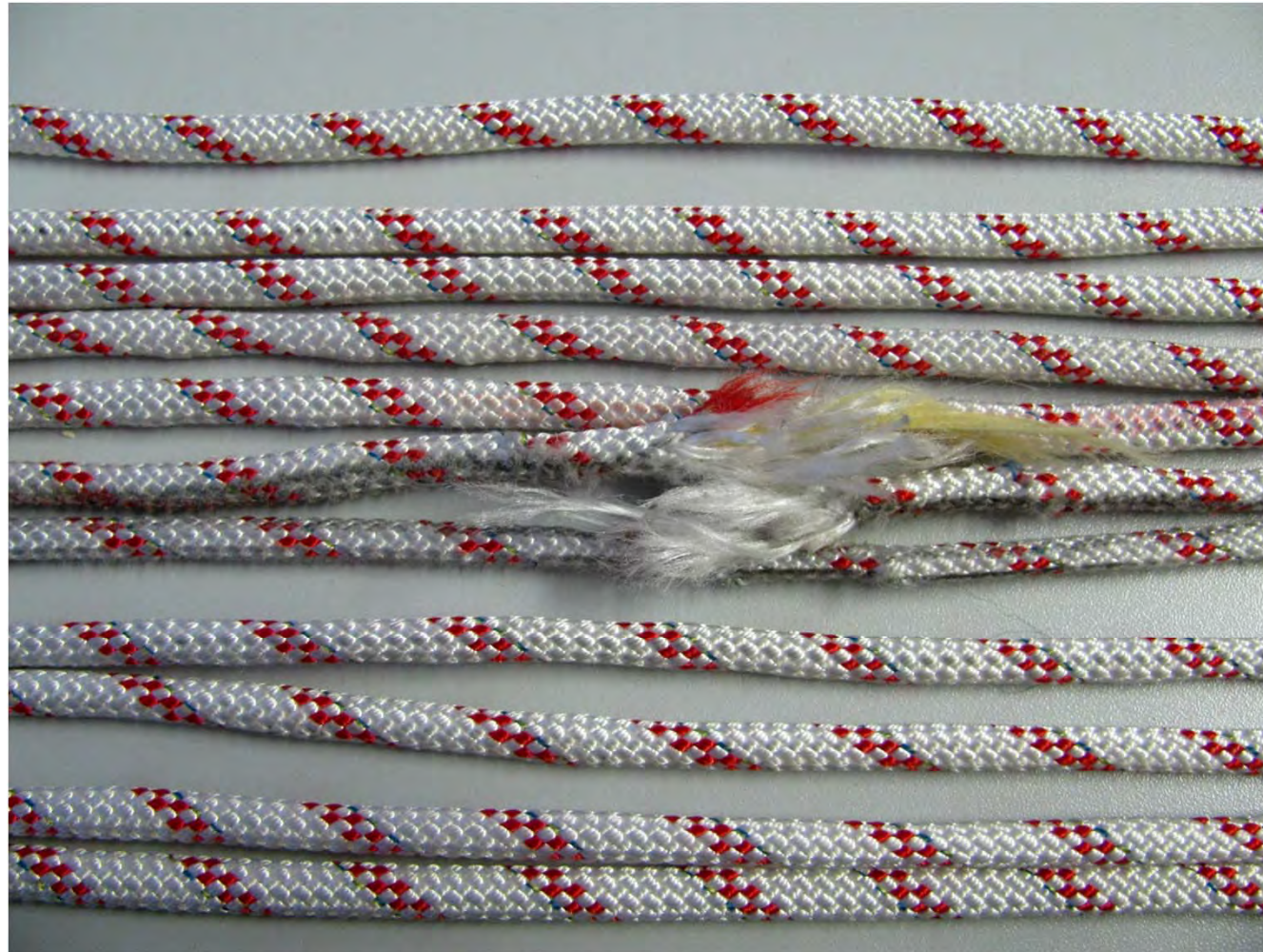
Validierung von Analysemöglichkeiten

- Zerstörungsfrei (Mikroskopie, CT-Technik)
- Zerstörend (Höchstzugkraft und Höchstzugkraftdehnung)

Schadensanalyse handelsübliches Seil „zerstörungsfrei“



Schadensanalyse hochfester Faserseile



0 % Biegezone

20 % Biegezone

40 % Biegezone

60 % Biegezone

80 % Biegezone

100 % Biegezone

80 % Biegezone

60 % Biegezone

40 % Biegezone

20 % Biegezone

0 % Biegezone

Schadensanalyse hochfester Faserseile



0 % Biegezone

20 % Biegezone

40 % Biegezone

60 % Biegezone

80 % Biegezone

100 % Biegezone

80 % Biegezone

60 % Biegezone

40 % Biegezone

20 % Biegezone

0 % Biegezone

Nebenbelastungszone

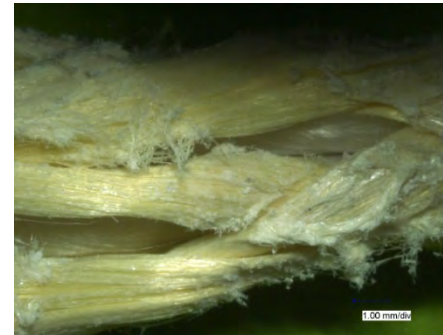
Schadensanalyse hochfester Faserseile

Verschleißentwicklung

20 % Biegezone



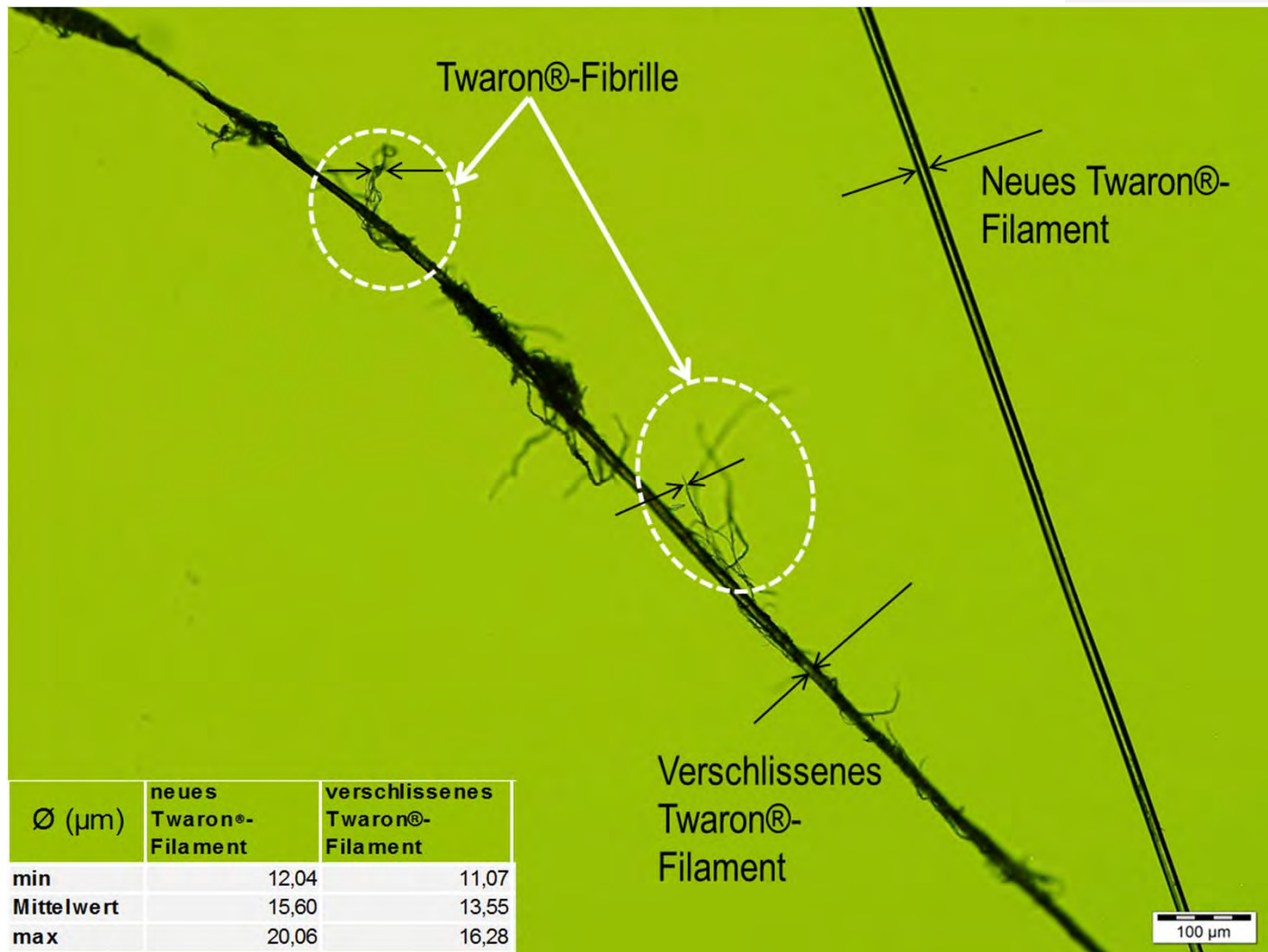
40 % Biegezone



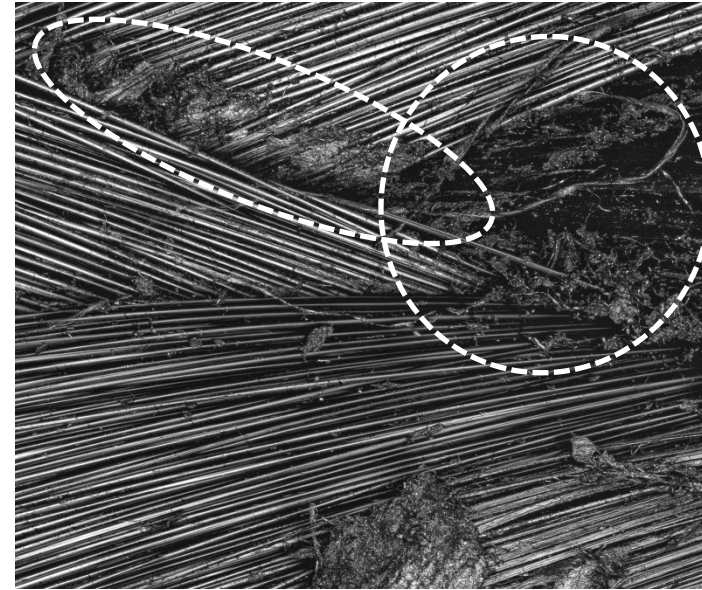
100 % Biegezone



Schadensanalyse hochfester Faserseile



Schadensanalyse hochfester Faserseile



Kontaktflächen zwischen Kern und Mantel

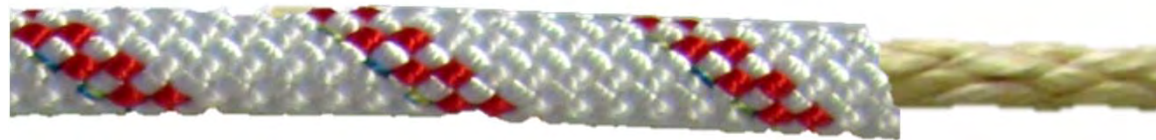
Kreuzungspunkte der Kernlitzen

Abrieb der Faserschicht und Fibrillierung findet an den Kontaktflächen zum Mantel statt

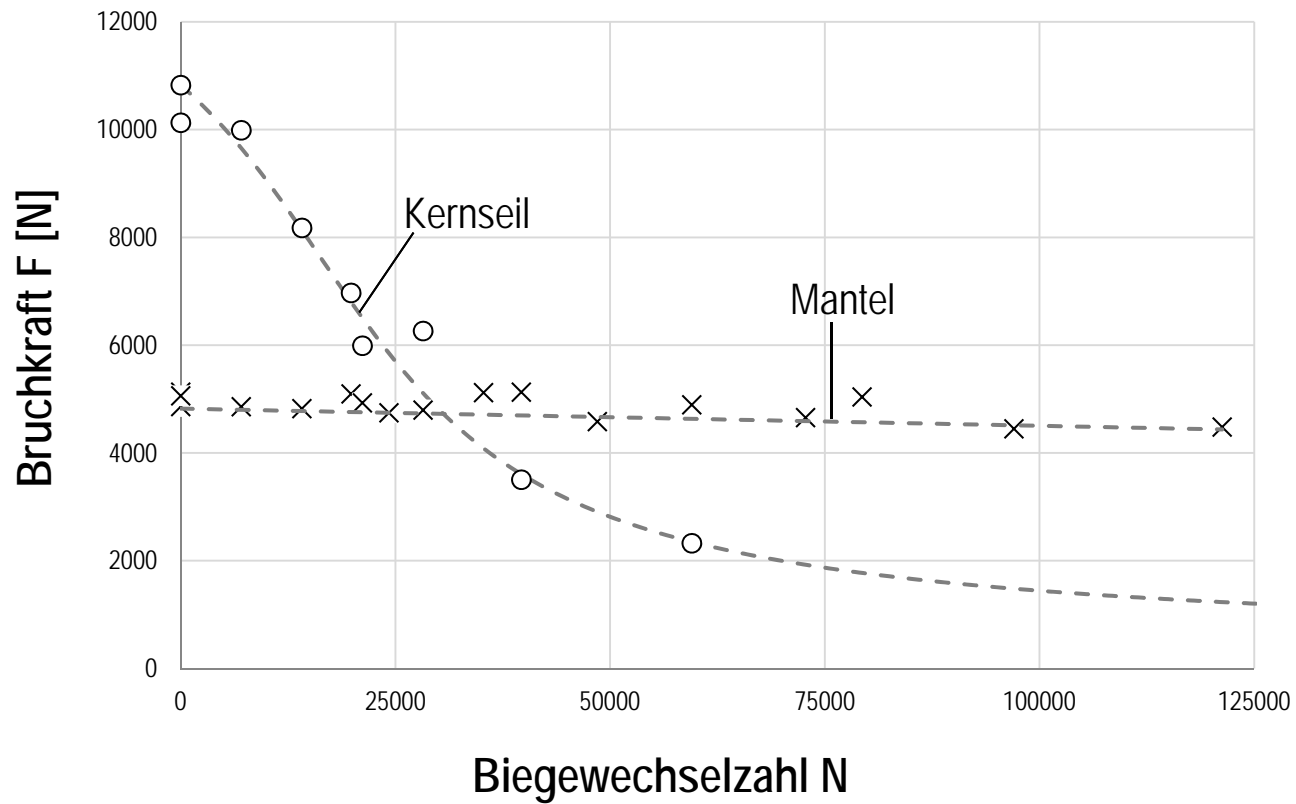


Indiz für Mantelverschiebungen/- verdrehungen

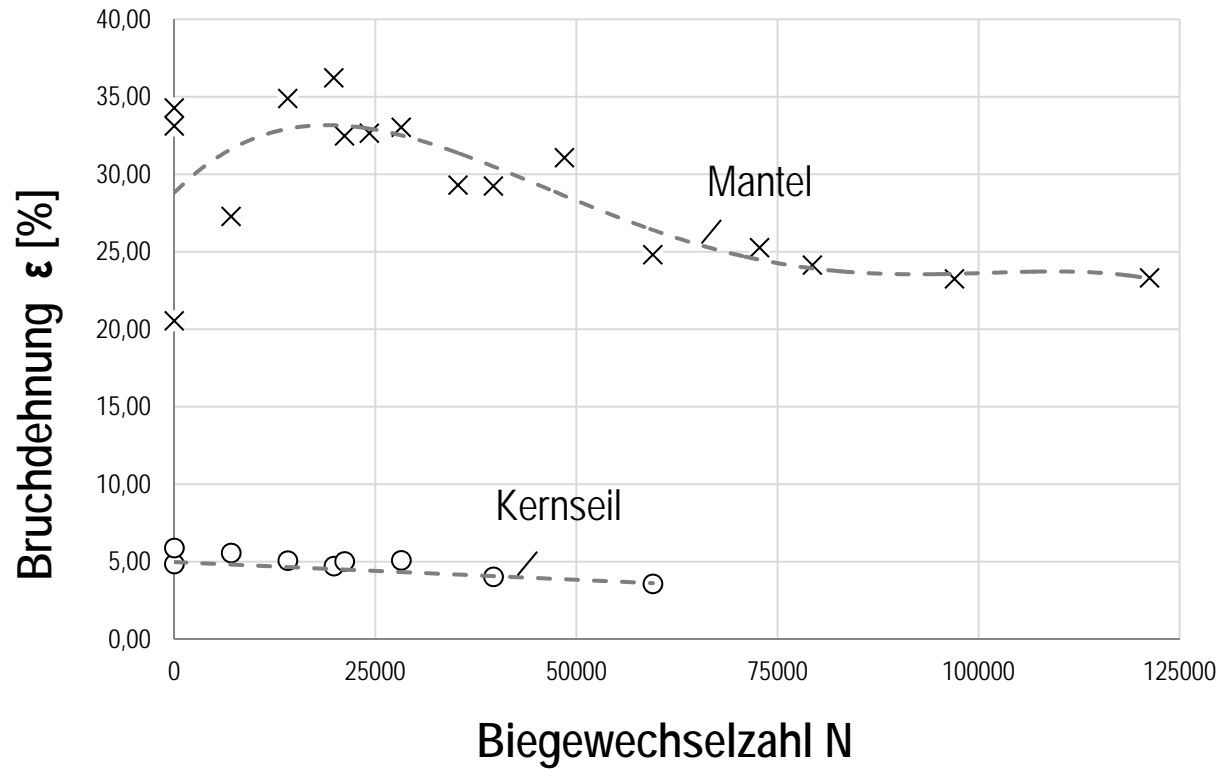
Schadensanalyse handelsübliches Seil „zerstörend“



Schadensanalyse hochfester Faserseile



Schadensanalyse hochfester Faserseile

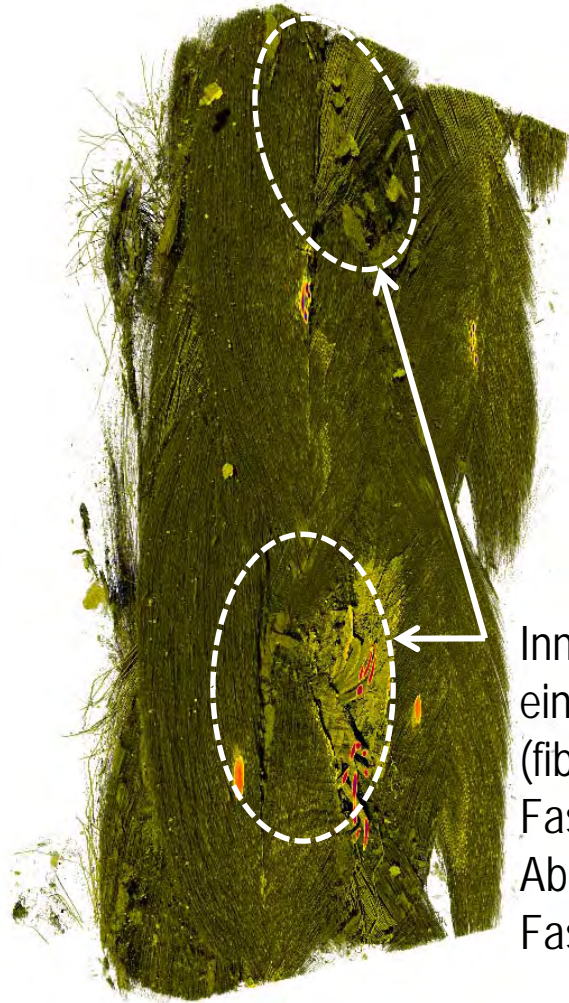


Schadensanalyse Seilneuentwicklung „innerer Verschleiß“



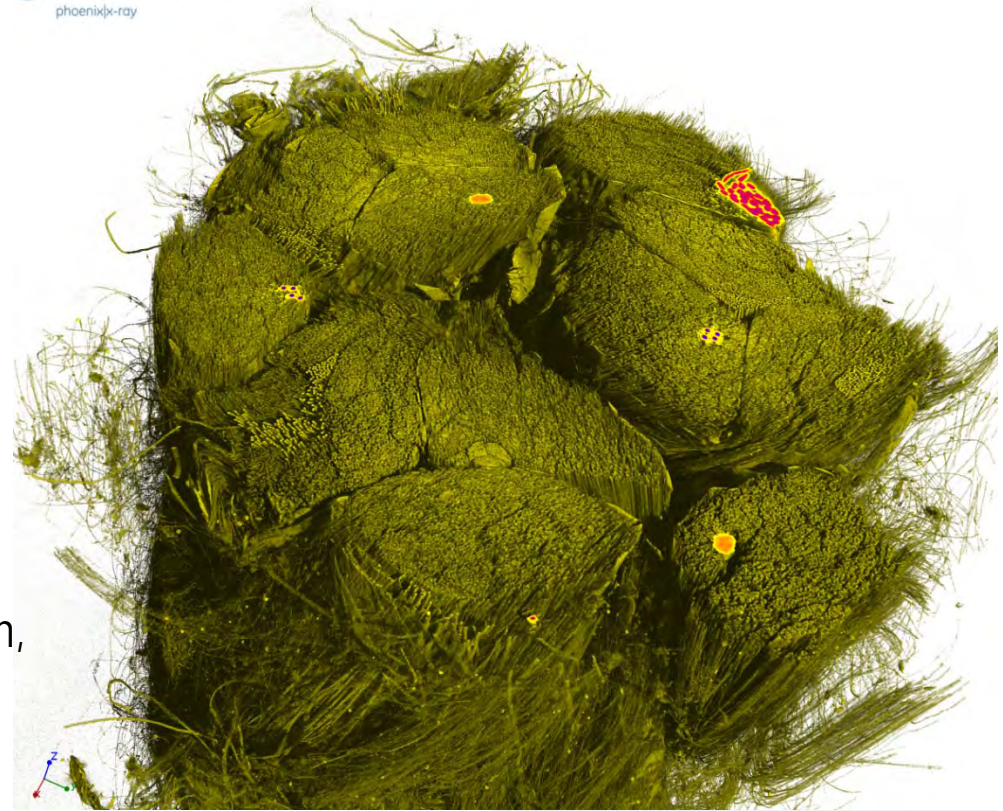
Schadensanalyse hochfester Faserseile

Computertomographie



Innerer Verschleiß
eines Faserseils
(fibrilläre
Faserabspaltungen,
Abrieb der
Faserschichte)

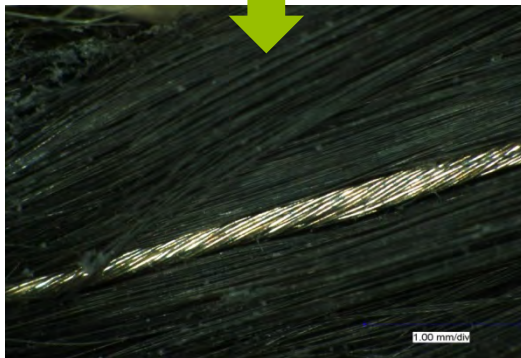
IT
Sensing & Inspection Technologies
phoenix|x-ray



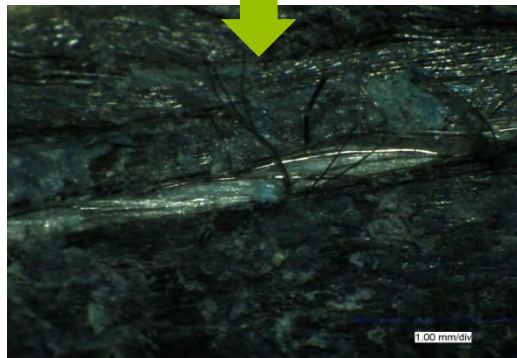
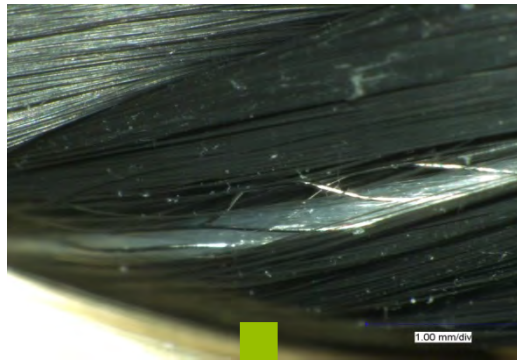
Schadensanalyse Seilneuentwicklung „Widerstandsmessung“



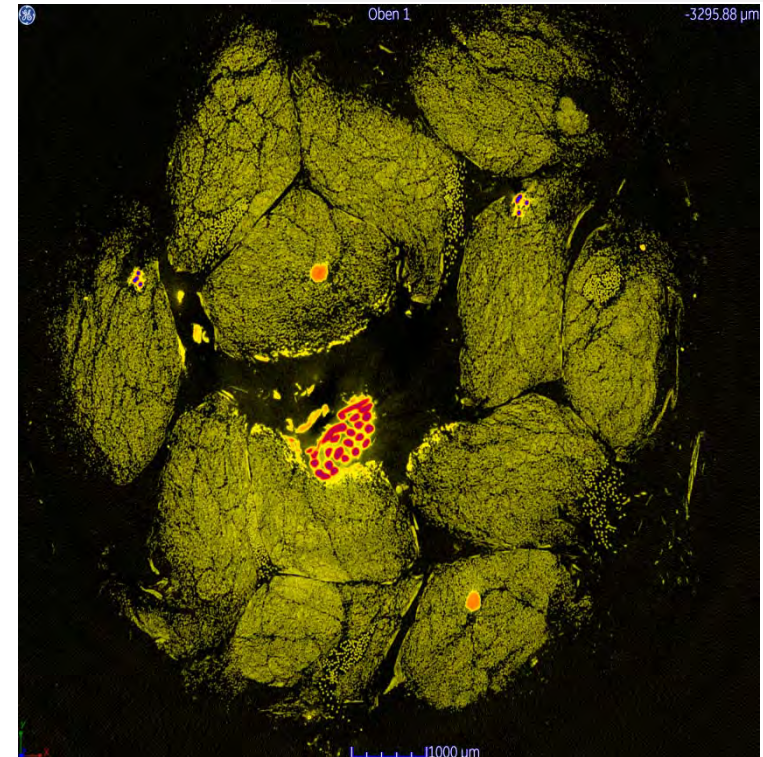
Schadensanalyse hochfester Faserseile



Edelstahlitze
 $d \approx 70 \mu\text{m}$



PES-Garn
+ 4 x 5 μm Edelstahl-Draht



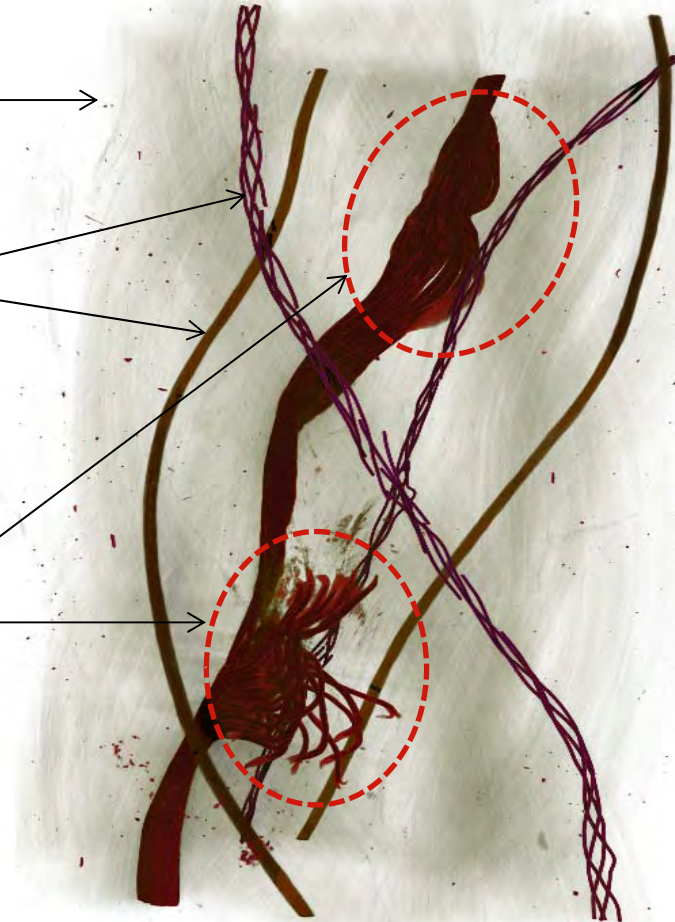
Seilquerschnitt mit elektrisch
leitfähigen Garnen

Schadensanalyse hochfester Faserseile

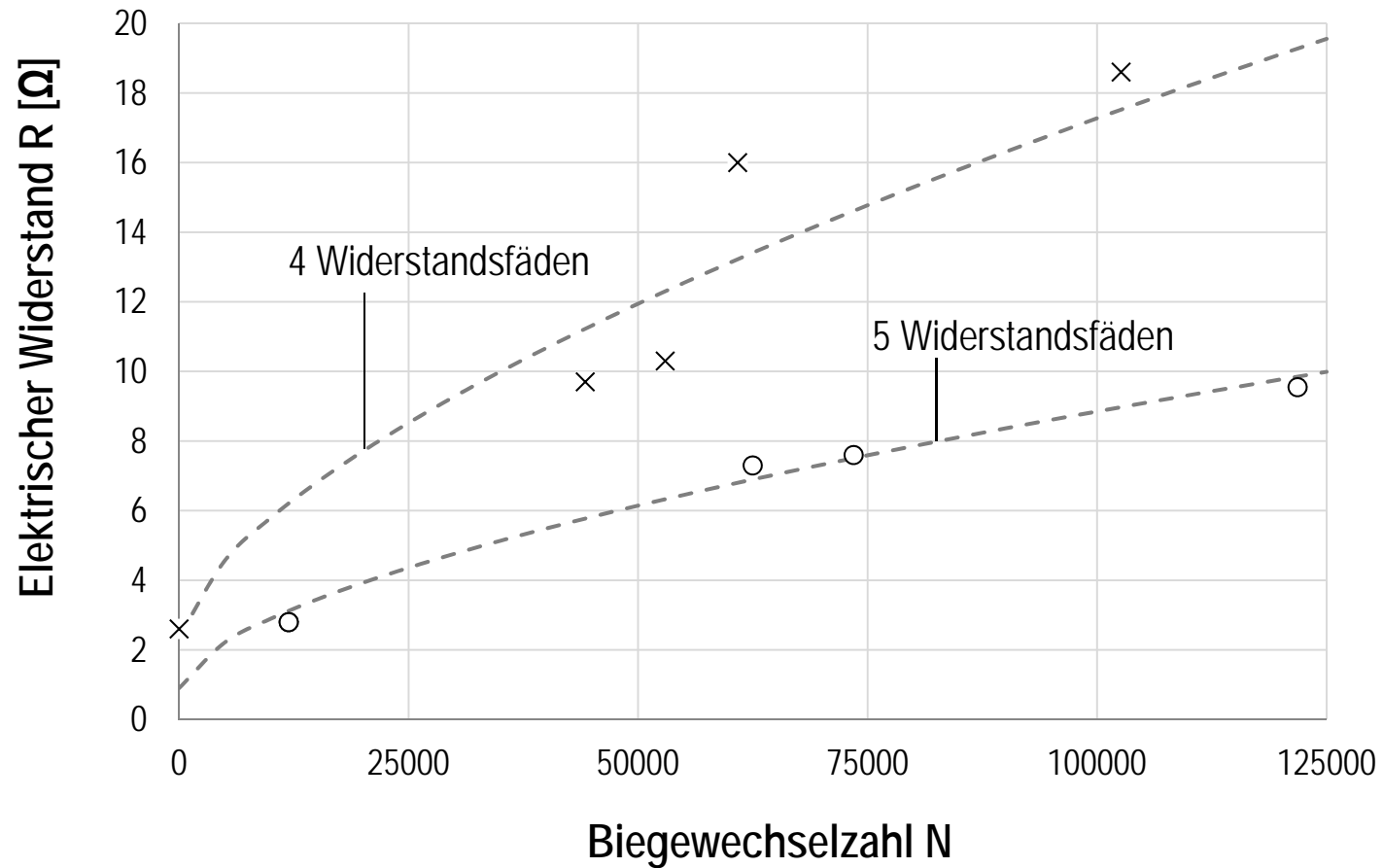
Tragende Litzen
des Kernseils

Verschlissene
elektrisch
leitfähige
Sensorfäden

Bruchstelle eines
Kontrastfadens



Schadensanalyse hochfester Faserseile



Gliederung

1. Stand der Technik
2. Zielstellung
3. Biegewechseluntersuchung
4. Schadensanalyse
5. Zusammenfassung



Zusammenfassung

- Festigkeitsabnahme mit steigender Biegewechselzahl
- Steifigkeitsabnahme mit steigender Biegewechselzahl
- Verschiebung der Flechtlänge durch „Ausmassieren“ des Materials aus den höheren Belastungszonen in die niedrigeren Belastungszonen
- Erhöhung des elektrischen Widerstandes mit zunehmenden Verschleiß
- Erkennung von Verschiebungen durch Längsmarkierung
- Erkennung des Fadenverlaufes mit Hilfe der CT-Technik

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Technische Universität Chemnitz
Institut für Fördertechnik und Kunststoffe
Stiftungsprofessur Technische Textilien – Textile Maschinenelemente
Reichenhainer Str. 70
09126 Chemnitz

Telefon: +49 (0) 371 531 -23 160
Fax: +49 (0) 371 531 -23 119
E-Mail: innozug@tu-chemnitz.de