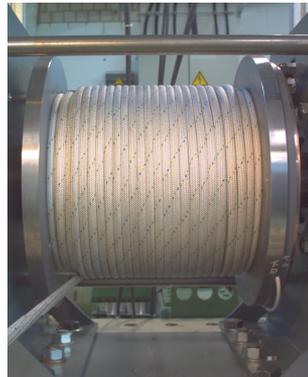


## Prüfzeitreduktion bei Wickelversuchen

Stök, M.; Lohrengel, A.

*Die Eigenschaften von Seilen beeinflussen maßgeblich die Beanspruchung von Seiltrommeln. Während der Nutzung von Seilen verändern sich die Eigenschaften, was zu veränderten Beanspruchungen der Seiltrommel führen sollte. Für Voruntersuchungen ist deshalb in einer studentischen Abschlussarbeit ein Modul entwickelt worden, mit dem die Laufzeit des Prüfstands erheblich verkürzt werden konnte.*



*The characteristics of ropes have a substantial impact on the load experienced by rope drums. As the properties of ropes are changing during use, the stresses on the rope drum are expected to change. Therefore, a module was created for preliminary testing as part of a student thesis, which significantly reduced the running time of the test rig.*

## Die Veränderung von Seileigenschaften über die Nutzungsdauer

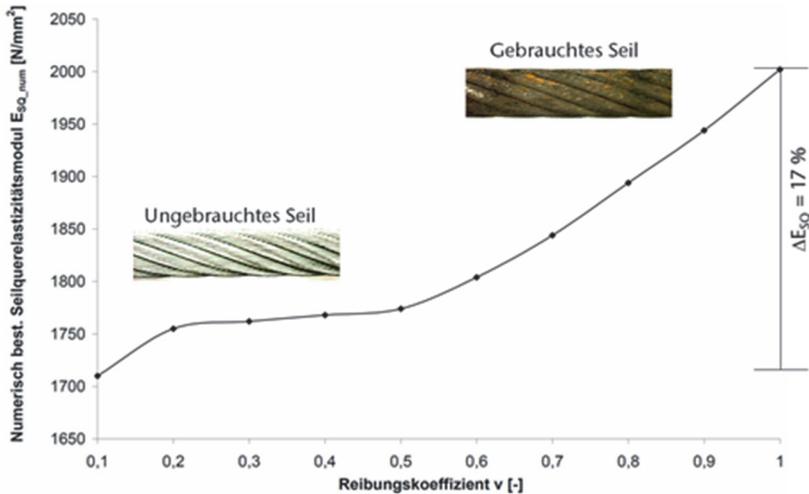
Die Belastung einer Seiltrommel ist von den Eigenschaften des verwendeten Seils abhängig. Über die Nutzungsdauer eines Seils variieren die Eigenschaften jedoch und sind nicht konstant. Untersuchungen von Leistner an Stahldrahtseilen zeigen eine Steigerung des Querelastizitätsmoduls der Seile um 87,5 % /1/. Stahr zeigte in /2/ mit der Seilsimulation, dass die Zunahme des Seilquerelastizitätsmoduls teilweise mit einer Zunahme des Reibkoeffizienten erklärbar ist, siehe Abbildung 2.

Die DIN EN ISO 9554 beschreibt für Faserseile, dass es durch äußeren Abrieb zu einem Pelz oder Faserhaufen an der Außenseite kommen kann (vgl. Abbildung 1) /3/. Hierdurch wird sich der Reibwert zwischen dem Seil und seinem Kontaktpartner verändern.



**Abbildung 1:** Äußerer Seilabrieb eines Faserseils /3/

Eine Veränderung der Seileigenschaften führt zu sich ändernden Belastungen der Bordscheibe und des Trommelmantels. Für eine sichere Auslegung der Seiltrommel sind somit Kenntnisse über die Veränderung von Seileigenschaften unerlässlich.



**Abbildung 2:** Numerisch bestimmte Seilquersteifigkeit in Abhängigkeit vom Reibungskoeffizienten für ein einlagiges Seil /2/

### Der Spulprüfstand am Institut für Maschinenwesen

Auf dem Windenprüfstand des Institutes (siehe Abbildung 3) werden Seile zwischen zwei Seiltrommeln hin- und her gespult. Die Seiltrommeln sind übereinander angeordnet und werden jeweils von unten angelaufen. Der Prüfstand hat in dieser Konfiguration also eine Gegenbiegung des Seils zu Folge. Am Ende des Prüfstands wird das Seil über eine Umlenkscheibe zurückgeführt. Das D/d Verhältnis der Seilscheibe ist so groß, dass die Biegung als Schädigung des Seils keine Berücksichtigung findet. Eine Schädigung des Seils tritt lediglich beim Auf- und Ablaufen auf die Seiltrommel auf.

Untersuchungen zur Beanspruchung der Seiltrommel bei sich verändernden Seileigenschaften sind durch die äußerst langsame Schädigung des Seils langwierig und damit kostenintensiv. Um die Versuchszeit zu verkürzen ist deshalb ein Modul entwickelt worden, dass die Seile beim Durchlauf möglichst stark schädigt. Als Randbedingungen sind die Anzahl der Seilscheiben (4) und der Verzicht auf schädigende Medien (Wasser, Chemikalien, Wärme, UV-Licht) vorgegeben worden. /4/

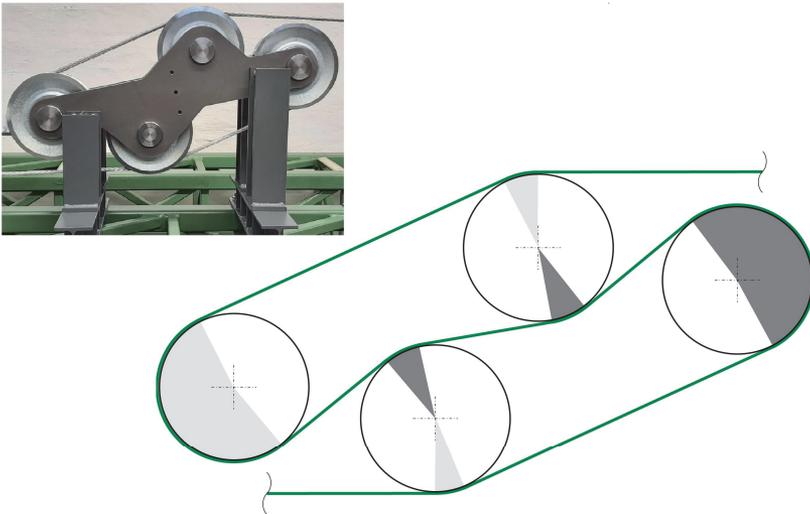


**Abbildung 3:** Der Spulprüfstand am Institut für Maschinenwesen, ausgestattet mit zwei elektrischen Antrieben für einen effizienten Dauerprüfbetrieb

### Die Maximierung der Biegewechsel

Für die zusätzliche Schädigung der Seile können, aufgrund der Randbedingungen, lediglich Biegewechsel des Seils realisiert werden. Je nach Seilmaterial (Stahl- oder hochmodulare Polymerfaser) haben Gegenbiegungen einen geringen oder starken Einfluss auf die Seilnutzungsdauer. Bei der finalen Lösung werden die Seilscheiben so angeordnet, dass die beiden mittleren Seilscheiben doppelt angelaufen werden. Mit den vier Seilscheiben werden sechs Biegewechsel realisiert. Die Hälfte davon sind Gegenbiegewechsel. In Abbildung 4 ist der Lauf durch das Prüfstandsmodul von oben rechts nach unten links gezeigt.

Anstelle von zwei Gegenbiegewechseln durch das Auf und wieder Ablaufen auf die Seiltrommeln, sind mit dieser Anordnung der Seilscheiben acht Gegenbiegewechsel und sechs gleichsinnige Biegewechsel realisiert worden. Bei der konservativen Annahme, dass die Gegenbiegewechsel keine stärkere Schädigung der Seile hervorrufen ist die Prüfzeit bereits um Faktor 7 verkürzt. Da Gegenbiegungen bei vielen Seilmaterialien jedoch die Nutzungsdauer sehr viel stärker verkürzen ist für die meisten Seile eine noch größere Zeitersparnis zu erwarten.



**Abbildung 4:** Die gleichsinnigen Biegewechsel sind in hellgrau dargestellt, die Gegenbiegewechsel in dunkelgrau für einen Seillauf von oben nach unten /5/

### Zusammenfassung

Durch eine effiziente Anordnung von vier Seilscheiben, sodass ein doppeltes Anlaufen möglich wurde, konnte die Versuchsdauer zur Ermittlung der Seiltrommelbeanspruchung durch sich verändernde Seileigenschaften um mindestens den Faktor 7 reduziert werden.

### Literatur

- /1/ Leistner, C.; Lohregel, A.; Traxel, R.; Dauböck, H.: Influences on winch drums arising from variations of the transverse compressive stiffness of wire ropes in correlation to their service life. 20th North Sea Offshore Crane and Lifting Conference
- /2/ Lohregel, A.; Stahr, K.; Wächter, M.: Sicherer Einsatz von Seiltrommeln bei mehrlagiger Bewicklung mit Kunststoffseilen und/oder großer Nenn-durchmesser. Technical Report, Fakultät für Mathematik/Informatik und Maschinenbau der TU Clausthal Dezember 2011
- /3/ DIN EN ISO 9554:2019-12 Faserseile - Allgemeine Festlegungen; Deutsches Institut für Normung e. V., Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin
- /4/ Kloe, S.: Konstruktion eines integrierten Prüfstandsmoduls zur schnelleren Seilalterung, unveröffentlichte Masterarbeit, TU Clausthal, 2023
- /5/ Küster, D.: Untersuchungen des Querelastizitätsmoduls über die Seillebensdauer, unveröffentlichte Masterarbeit, TU Clausthal, 2023