

Erfassung der Trommelspannungen einer mit Faserseil bewickelten Seiltrommel in der Mehrlagenwicklung

Küster D.; Stök M.; Lohrengel A.

Aktuelle Forschungsaktivitäten im Bereich hochleistungsfähiger Faserseile und der Nutzung kleinerer, gewichtsoptimierter Seiltrommeln benötigen gelegentliche Optimierung der genutzten Prüfeinrichtungen am IMW. Die innen hohlgedrehten Trommeln bieten eine Möglichkeit zur Anpassung des Wickelprüfstands. Die Erfassung der Spannungen innerhalb des Trommelmantels und der Bordscheiben erfolgte lange Zeit mithilfe von Telemetrie und HF-Signalen aus dem Trommelinneren. Diese potenzielle Fehlerquelle mit gelegentlichen Störungen bei der Übertragung wurde durch ein innovatives Messsystem erfolgreich ersetzt und bereits zuverlässig in mehreren Wickelversuchen getestet.



Current research in the field of high-performance fibre ropes and the use of weight-optimised rope drums necessitate occasional optimisation of IMW's testing equipment. The hollow-twisted drums present an opportunity to modify the winding test rig. Telemetry and HF signals were previously used to record tensions inside the drum shell and flanged discs for an extended duration. This potential error source, occasionally causing interference during transmission, has been replaced by an innovative measuring system. The system has been thoroughly tested in multiple winding trials with reliable results.

Einleitung

Die Forschung an Seiltrommeln und Drahtseilen hat am Institut für Maschinenwesen eine lange Tradition. Im Vergleich zu früheren Zeiten sind die Schwerpunkte der Forschungen um die Thematik hochleistungsfähiger Faserseile gewachsen. Diese Seile besitzen das Potenzial, konventionelle Stahldrahtseile in verschiedenen Anwendungen ersetzen zu können. Die bisherige Forschung im Bereich von Seiltrommeln mit mehreren Lagen, die Faserseile verwenden, hat bedeutende Unterschiede im Verhalten der Trommel und des Seils im Vergleich zu Drahtseilen aufgezeigt. Das bereits bekannte Wissen über Stahldrahtseile lässt sich nicht einfach auf die Interaktion mit Faserseilen übertragen. Ein beobachtetes Phänomen ist beispielhaft die höhere Belastung der Bordscheiben als Folge von Seilovalisierung. Diese veränderte Dynamik lässt sich auf die spezifischen Eigenschaften der Seile zurückführen. Die Kenntnis des Verhaltens bestimmter Seilcharakteristika sowie die Auswirkungen einer Änderung der Zugmittel-

Eigenschaften auf die Beanspruchung der Seiltrommel sind für eine betriebssichere Auslegung der verwendeten Trommeln von essenzieller Bedeutung. Im Rahmen experimenteller Untersuchungen ist es unabdingbar, die eingesetzten Prüfstände kontinuierlich zu optimieren. Dabei steht stets der Anspruch im Vordergrund, potenzielle Fehlerquellen zu identifizieren und aus der Messkette zu eliminieren.

Wickelprüfstand des IMW

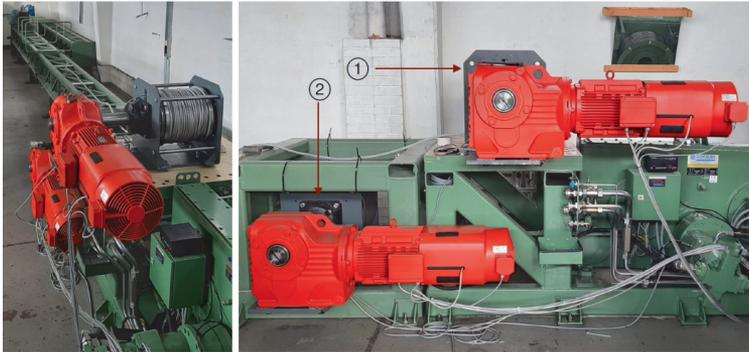


Abbildung 1: Wickelprüfstand am Institut für Maschinenwesen zum Hin- und Herspulen des Zugmittels

Für die Untersuchung von mehrlagig bewickelten Seiltrommeln steht der institutseigene Wickelprüfstand zur Verfügung, wie in Abbildung 1 dargestellt. Der Prüfstand besteht hauptsächlich aus einer oberen (1) und einer unteren (2) Seiltrommel, zwei E-Motoren für das Verfahren des Seils und das Aufbringen der Seilkraft, einer Steuereinheit sowie einem Rechner, der die Prüfsoftware beherbergt. Die Steuerung des Prüfstands ermöglicht es, je nach Verfahrriichtung einen Motor als Antrieb zu nutzen und den anderen als Bremse einzusetzen. Der bremsende Motor fungiert dabei als Generator, und die erzeugte Spannung wird zur Versorgung des Motors verwendet. Diese Konfiguration macht den Prüfstand äußerst energieeffizient, da nur die Verluste durch Fremdeinspeisung ausgeglichen werden müssen. Die Erfassung der Spannungen innerhalb des Trommelmantels sowie der Bordscheiben erfolgte lange Zeit über die Nutzung einer Nahfeldtelemetrie. Bedingt eines fortgeschrittenen Alters der Messanlage und zunehmenden Störungen mit drohendem Datenverlust wurde die Messwerterfassung umkonstruiert und neue Hardware angeschafft.

Trommelaufbau und Messdatenerfassung

Die bei Wickelversuchen genutzte Seiltrommel setzt sich aus mehreren Bestandteilen zusammen. Zu den Komponenten gehören das hohlgedrehte Mantelteil mit Lebusrilling und die beiden Bordscheiben. Die Trommel ist im

Vergleich zu früheren eine gebaute Trommel. Der Zusammenbau erfolgt durch Verschraubung der Einzelkomponenten. Zur Erfassung der Tangentialspannungen im Mantel wird die Trommel in ihrem Inneren mit 16 linearen Dehnungsmessstreifen beklebt. Die Bordscheibe wird im Anlagebereich der ersten Seillage mit insgesamt 12 Dehnungsmessstreifen beklebt. Alle DMS sind dabei so angebracht, dass zum einen der Kreuzungs- und auch der Parallelbereich erfasst werden kann, vgl. Abbildung 2.

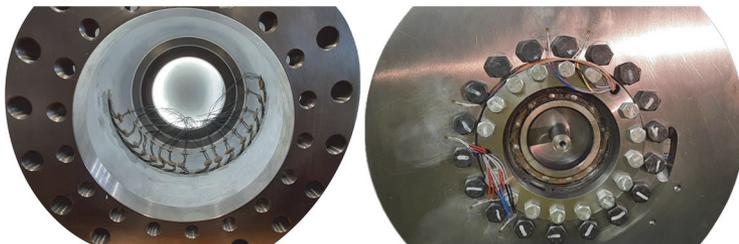


Abbildung 2: DMS innerhalb der Trommel links und an der Bordscheibe rechts

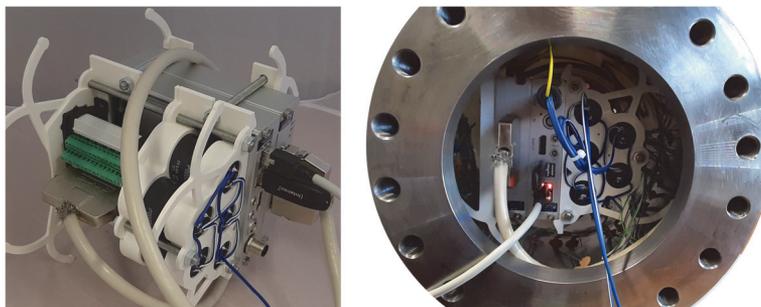


Abbildung 3: Messpaket links, integriertes Messpaket in der rotierenden Trommel

Das vollständige Messwerterfassung besteht aus Dehnungsmessstreifen (DMS), einem Anschlussstecker, dem Messverstärker mit Speichermedium, einem Kondensatorenpaket sowie den Anschlüssen für Datenübertragung und Spannungsversorgung. Das Kondensatorenpaket dient dazu, kurzzeitige Ausfälle der Spannungsversorgung zu überbrücken. Mithilfe von 3D-gedruckten Kunststoffteilen und Klebstoff wird das gesamte Messpaket, wie in Abbildung 3 dargestellt, im Inneren der Trommel fixiert. Die Spannungsversorgung und das Netzkabel müssen während des Zusammenbaus der Trommel verlegt werden. Das Netzkabel (A) wird durch Kanäle innerhalb der Bordscheiben nach außen geführt, dort befestigt und kann mit der Trommel rotieren. Eine Verbindung zu nicht rotierenden Komponenten erfolgt nur bei einem Stillstand der Trommel.

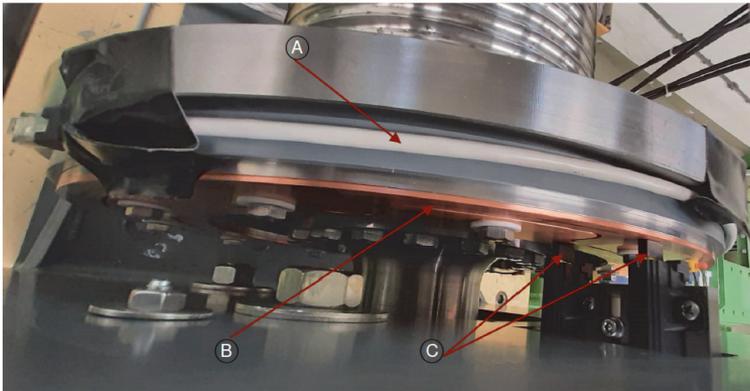


Abbildung 4: Spannungversorgung und Möglichkeit zur Datenübertragung

Die Anschlusskabel werden ähnlich zur Außenseite der Bordscheibe verlegt und dort mit den installierten Schleifringen (B) verbunden. Über ein Netzteil wird die Versorgungsspannung zu den Kohlebürsten (C) geleitet, die mit einem Federmechanismus gegen die Schleifringe gedrückt werden. Auf diese Weise wird die erforderliche Spannung für den Messverstärker zuverlässig übertragen. Die Installation des Netzkabels, der Schleifringe und der Kohlebürsten wird in Abbildung 4 dargestellt. Um die Messdaten vom Speichermedium des Messverstärkers bei gestopptem Prüfstand abzurufen, steht ein Messlaptop zur Verfügung. Über das Netzkabel kann eine Verbindung hergestellt werden. Zudem ermöglicht die zur Software des Messverstärkers gehörige Anwendung den Zugriff auf die Einstellungen des Messverstärkers.

Zusammenfassung

Die Forschungsaktivitäten am Institut für Maschinenwesen konzentrieren sich unter anderem auf hochleistungsfähige Faserseile und deren Veränderungen während der Nutzungsphase sowie auf die Auswirkungen dieser Änderungen auf das Belastungsszenario von Seiltrommeln. Um die Prüfeinrichtungen zu optimieren und mögliche Fehlerquellen zu minimieren, wird in diesem Beitrag die Modifikation der Messwerterfassung für die Spannungen innerhalb des Trommelmantels und der Bordscheibe beschrieben. Hierfür wird der Hohlraum gewichtsoptimierter und somit innen hohlgedrehter Seiltrommeln zur Integration eines vollständigen Messpakets genutzt. Durch dieses Vorgehen konnte die bisherige Messwerterfassung mit Telemetrie und HF-Signalen, die gelegentlich Störungen verursachte, erfolgreich durch ein innovatives Messsystem ersetzt und in mehreren Wickelversuchen getestet werden. Die Grundidee, das Messwerterfassungssystem innerhalb der Trommel mit rotieren zu lassen und die Spannungsversorgung über Kohlebürsten zu realisieren konnte neben dem Prüfstand bereits auch in einer Seiltrommel eines Industriepartners umgesetzt werden und ist somit ortsunabhängig einsetzbar.