

Konstruktion eines Prüfstandes zur Messung des Querelastizitätsmodul von Drahtseilen

Henschel, J.; Mupende, I.

In dem folgenden Beitrag werden die Grundlagen des Einflusses eines charakteristischen Seilparameters auf die Beanspruchungen in einer Trommelwinde erläutert. Die experimentelle Ermittlung des Steifigkeitsverhaltens von Drahtseilen unter Last in Längs- und Querrichtung stellen den Schwerpunkt der Untersuchungen dar. Für die Ermittlung dieser charakteristischen Kennwerte wird am Institut für Maschinenwesen ein Prüfstand entwickelt und in Betrieb genommen.

You will get an introduction in basic dependencies using wire ropes on a drum winch. The experimental analysis from wire rope characteristics is one focus in research at the IMW. Especially the measurement of the elastical behaviour from steel wire ropes in cross direction is of importance. The IMW designed and built a test rig to verify the calculation from drum winches with measurement data.

ändert. Insbesondere im Hinblick auf die Belastungen von Trommelkörpern, welche mit Drahtseilen dieser Bauart bewickelt werden, erhöhen sich Beanspruchungen bei gleicher Stranglast.

In den einschlägigen Normen (DIN 1073; DIN 51201; VDI 2358) werden jedoch lediglich Meßvorschriften für die Ermittlung der Längselastizitätsmoduli von Drahtseilen gegeben. In einer Reihe von Dimensionierungen und Bauteilbeanspruchungsanalysen wurde auf der Basis von Dietz /1/ und durch weitführende Arbeiten am IMW jedoch der unmittelbare Zusammenhang zwischen E_{SQ} und den auftretenden Trommelbelastungen nachgewiesen.

Mit dem Bau des Prüfstandes wird das Ziel verfolgt, zuverlässige Kennwerte der Elastizität der Drahtseile in Querrichtung zu ermitteln. Die so ermittelten Kennwerte dienen unter Verwendung einer geeigneten Dimensionierungsmethode zur sicheren Auslegung von Trommelkörpern.

1 Einleitung

Der vorliegende Artikel gibt eine Übersicht über die Grundlagen, die Anforderungen und die Konstruktion eines Prüfstandes zur Ermittlung der Querelastizitätsmoduli von Drahtseilen.

Durch die Entwicklungen neuer Verseilungsarten (verdichtete Litzen; **Bild 1**) hat sich das Steifigkeitsverhalten von Drahtseilen entscheidend ver-

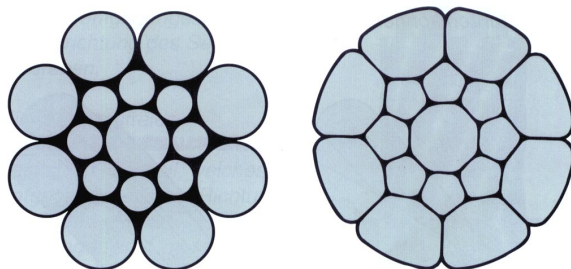


Bild 1: Standardverseilung / verdichtete Litzen

1.1 Grundlagen

Durch eine Vielzahl von Messungen an realen Bauteilen sowie der Dimensionierung von Trommelkörpern mit der Methode der finiten Elemente konnte ein Zusammenhang zwischen der Quersteifigkeit der verwendeten Drahtseile und der Beanspruchungen im Trommelkörper festgestellt werden. Die in /1/ von Dietz durchgeführten Versuche zur Ermittlung der Querelastizitätsmoduli stellen die ersten Untersuchungen in diesem Bereich dar.

Hierbei wurde festgestellt, daß bei konstanten Seillasten die Beanspruchung im Trommelkörper bei steigendem Querelastizitätsmodul zunehmen. Bestätigt wurden diese Resultate durch die in /2/ angeführten Messungen an realen Trommelkörper. Hierbei wurden drei identische Trommelkörper (F_{smax} : 30 kN; 23 Windungen, 5 Lagen) mit identischen Seillasten je Versuch unter Verwendung von Drahtseilen unterschiedlicher Machart im Versuch getestet. Zum Einsatz kamen hier:

1. Drahtseil Bauart Warrington,
2. Drehungsarmes Hubseil,
3. hochfestes Drahtseil (verdichtete Litzen).

In den Versuchen wurden unterschiedliche Trommellasten gemessen. Da lediglich die Seilmachart der variable Parameter war, wurde die Varianz in den Trommellasten hierauf zurückgeföhrt.

Es wurde festgestellt, daß durch die Verwendung eines hochfesten Drahtseiles die Trommellasten bei einer Bewicklung bis in die oberste Lage quasi linear ansteigen. Bei der Verwendung von Drahtseilen herkömmlicher Machart trifft dies nicht zu. Vielmehr ist zu beobachten, daß eine Steigerung der Trommellast bei einer Bewicklung mit mehr als drei Lagen nur noch sehr gering ist.

Durch die Gegenüberstellung der Resultate analytischer Berechnungen nach /1/, Berechnungen mit der Methode der finiten Elemente und den Ergebnissen der Messungen am realen Bauteil konnte nachgewiesen werden, daß im wesentlichen die Varianz der Seilquersteifigkeiten für die unterschiedlichen Trommelbelastungen ausschlaggebend ist. Hieraus wurde die Forderung abgeleitet, ein geeignetes Meßverfahren zur Ermittlung dieses Kennwertes zu entwickeln.

1.2 Konstruktion des Prüfstandes

Im Folgenden wird die im Institut für Maschinenwesen durchgeführte Entwicklung eines Prüfstandes zur Messung der Querelastizitätsmoduli von Drahtseilen erläutert.

Wie bereits in /1/ von Dietz festgestellt, ist die Quersteifigkeit eines Drahtseiles nicht nur von der Machart, sondern auch von der anliegenden Vorspannung abhängig. Das heißt, eine Varianz der Stranglast hat eine Veränderung des Quersteifigkeitsverhaltens zu Folge. Für die Entwicklung eines Prüfstandes bedeutet dies, daß die Aufbringung einer variablen Vorspannung in Längsrichtung sowie eine Kraftaufbringung in Querrichtung des Drahtseiles realisiert werden muß.

Zur Messung des charakteristischen Kennwertes ist zu bemerken, daß nicht die Durchmessererringerung unter Längsvorspannung den Kennwert repräsentiert, sondern das Elastizitätsverhalten unter zusätzlich wirkender Querkraft den Zielparameter darstellt.

Zu diesem Zweck wird der Prüfstand vergleichbar einer Zugprüfmaschine aufgebaut. In **Bild 2** ist der Prüfstand in der Gesamtansicht dargestellt.

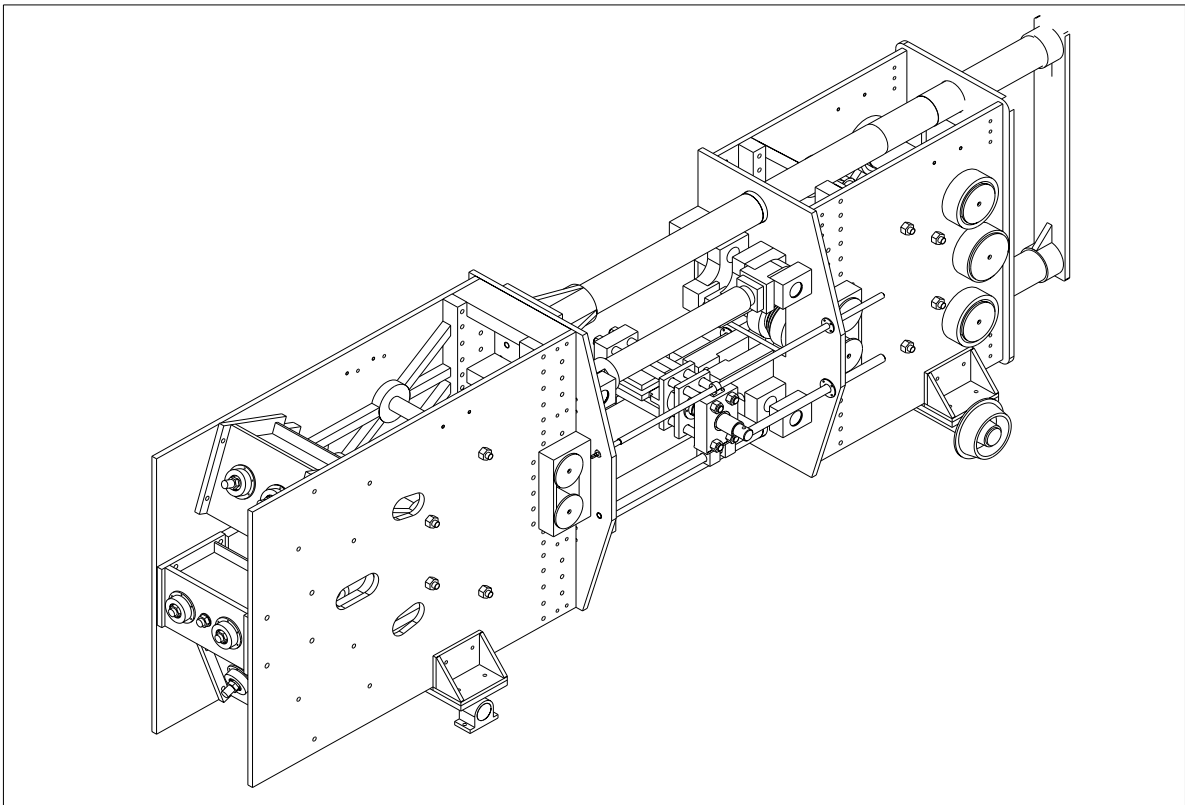


Bild 2: Gesamtansicht des Prüfstandes

Die Stranglast wird über acht Hydraulikzylinder mit einem Betriebsdruck von max. 200 bar erzeugt. Die gewählte Anordnung erlaubt die Aufnahme von bis zu sechs Drahtseilen mit einem Durchmesser von 7 bis 32 mm. Die Seilbefestigungspunkte sind einstellbar ausgeführt. Es wird hierdurch ermöglicht, daß Längenunterschiede von bis zu 70 mm zwischen den Seilen einer Prüfgruppe ausgeglichen werden können.

Die Vorspannung in den Drahtseilen ist stufenlos über ein Proportionalventil bis zur Maximalkraft von $F_{smax} = 1.200 \text{ kN}$ regelbar.

Die Messung der Querelastizitätsmoduli erfolgt bei statischer Stranglast. Die Meßeinrichtung hierfür ist in **Bild 3** dargestellt. Sie besteht im wesentlichen aus einem Hochdruckhydraulikzylinder, welcher über variable Stempelgeometrien die Querkraft in

1.3 Messprogramm

Es wird in Aussicht genommen, Drahtseile in dem o. g. Durchmesserbereich (7 bis 32 mm) zu prüfen. In Anlehnung an /1/ wird ein Verhältnis von σ_L zu $\sigma_Q = 0,1$ mit σ_L von 0 bis 50 % der Nennfestigkeit angestrebt. Eine Erweiterung der Untersuchungen auf die Grundlagen von Bechtloff /3/ wird angestrebt. Bechtloff gibt einen Längsspannungsbereich von 50 - 1.000 N/mm², d. h. im Regelfall bis weit über 50 % der Nennfestigkeit der Drahtseile an. Daneben wird unter diesen Längsspannungen ein Querspannungsbereich zwischen 0,3 N/mm² und 10 N/mm² angegeben.

Besondere Beachtung findet auch die Anordnung der Drahtseile im Prüfstand. In der gewählten Aus-

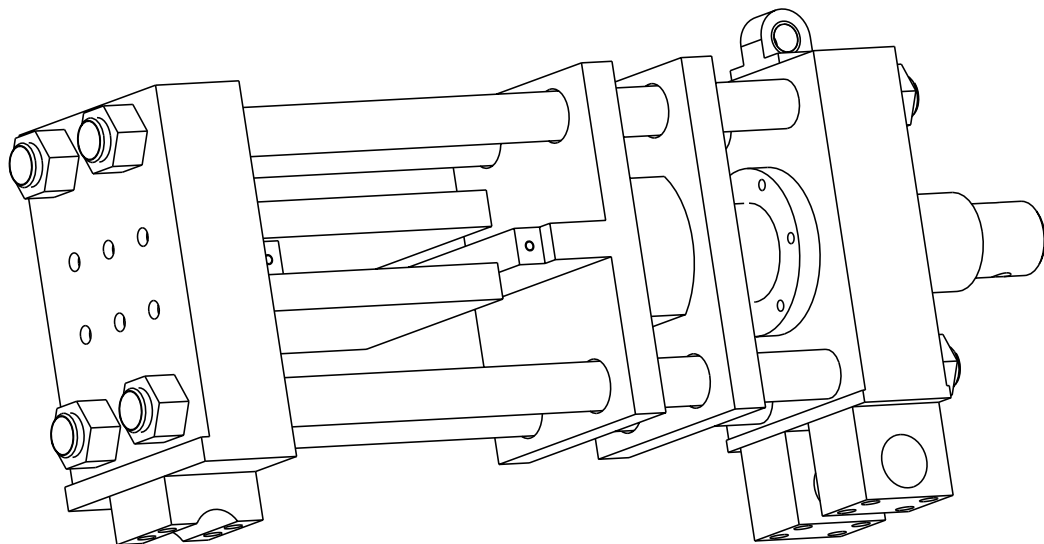


Bild 3: Baugruppe Querkraft

die im Prüfstand befindlichen Drahtseile einleitet. Zur Messung werden die aufgebrachten Kräfte in Querrichtung als auch die Stauchung der Drahtseile unter der eingestellten Last ermittelt. Durch ein horizontales Verfahren des Querprüfgerätes ist es möglich an einer Charge eingespannter Drahtseile mehrere Messungen innerhalb des Meßraumes (1,50 m) durchzuführen. Die Meßlänge wird ausschließlich von den Stempelgeometrien bestimmt.

führung ist es möglich, sowohl parallel liegende Seile als auch pyramidenförmig geschichtete Drahtseile im Hinblick auf ihr Querelastizitätsverhalten zu untersuchen. Ziel der variablen Anordnung der Drahtseilpackung ist die Simulation eines Abschnitts der Bewicklung auf einem Trommelkörper.

2 **Ausblick und Zusammenfassung**

Der am Institut für Maschinenwesen entwickelte Prüfstand zur Messung der Querelastizitätsmoduli von Drahtseilen wird 1998 in Betrieb genommen werden. Mit dem Prüfstand ist es möglich, die Querelastizitätsmoduli von Drahtseilen unter variabler Längsspannung zu messen. Es können Drahtseile in einem Durchmesserbereich von 7 bis 32 mm unterschiedlichster Machart geprüft werden.

Ziel der Untersuchung ist die Erstellung eines geeigneten, standardisierten Meßverfahrens zur Ermittlung der Querelastizitätsmoduli von Drahtseilen. Die Weiterverarbeitungen der so gewonnenen Ergebnisse wird im Rahmen des Forschungsvorhabens S 407 der Stiftung Industrieforschung zu einem Berechnungsansatz zur Dimensionierung von Trommelkörpern unter Einarbeitung der Einflüsse der Seilparameter zum Ziel haben.

3 **Literatur**

- /1/ Dietz, P.: Ein Verfahren zur Berechnung ein- und mehrlagig bewickelter Seiltrommeln. Dissertation, TH Darmstadt, 1971
- /2/ Henschel, J.: Institutsmitteilung Nr. 20, IMW Clausthal 1995
- /3/ Bechtloft, G.: Die Beanspruchung des Drahtseilquerschnittes unter Längslast und ebener Querpressung (II), Draht-Welt 55 (1969) 3, S. 147-158