



Doctoral Thesis

## Das Verhalten von Textilfasern im elektrischen Feld

**Author(s):**

Gregoric, Alojz

**Publication Date:**

1973

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000088430> →

**Rights / License:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

**Diss. Nr. 4978**

# **Das Verhalten von Textilfasern im elektrischen Feld**

**ABHANDLUNG**

zur Erlangung  
des Titels eines Doktors der technischen Wissenschaften  
der  
**EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE  
ZÜRICH**

vorgelegt von

**ALOJZ GREGORIC**  
dipl. Masch. Ing. Techn. Hochschule in Brno  
geboren am 25. Februar 1910  
von Ljubljana, Jugoslawien

Angenommen auf Antrag von  
Prof. Dr. H. Krause, Referent  
Prof. Dr. H. Zollinger, Korreferent

Juris Druck + Verlag Zürich  
1973

## 19. ZUSAMMENFASSUNG

Parallel mit dem OE-Turbinenspinverfahren, das schon Industriereife erreicht hat, wurde auch das elektrostatische OE-Spinnverfahren, das zur Zeit nur die Prototypmaschinenreife besitzt, entwickelt.

Bei diesem Spinnverfahren werden die Eigenschaften des elektrischen Feldes für die Orientierung, das Strecken, sowie auch für das Transportieren bzw. Beschleunigen der Fasern genützt. Das Verdrehen des Spinn gutes in Garn wird von mechanischen Hohlspindeln bewerkstelligt.

Durch die in einem Plattenkondensator durchgeführten Vorversuche wird die Messmethodik für die Untersuchung der Faserstreckung im elektrischen Feld entwickelt. Die in einer Klemme einseitig geklemmte Faser wird mit variierender elektrischer Feldstärke gestreckt und die Längenänderungen werden gemessen. Der Ausgangspunkt für die Längenmessungen ist der unbelastete Zustand der Faser. Eine nicht geringe Schwierigkeit besteht jedoch darin, den unbelasteten Zustand genau zu definieren und zu erfassen.

Es ist am zweckmässigsten, die Faser in ihrer Lage durch Aufliegen auf einer horizontalen Unterlage durch Photoaufnahme in zwei zueinander rechtwinkligen Ebenen festzuhalten und dies als "unbelasteten Zustand" zu betrachten.

Im allgemeinen zeigt es sich nun, dass die geometrische Struktur der unbelasteten oder nur schwach belasteten Faser einerseits feine Kräuselungen und andererseits relativ grobe Deformationen aufweist.

Bei Untersuchungen der Faserstreckung gilt es somit beide Verformungen zu berücksichtigen, wobei für die Vorbereitung der Fasern für den Spinnprozess vor allem die Ausstreckung der groben Deformationen von prinzipieller Bedeutung ist. In dieser Arbeit sind beide Verformungen, die Kräuselungen und die Deformationen durch entsprechende Indices bestimmt.

Um Berechnungen von den entstandenen Faserstreckungen und von den dazu benötigten Kräften durchführen zu können, müssen die Fasern durch eine entsprechende Modellfaser ersetzt werden.

Mit einer Modellfaser, die aus zwei PU-Fäden hergestellt wird, wird bewiesen, dass die Windungen (Kräuselungen) jener Fasern die eine bilaterale Faserstruktur aufweisen wie das z.B. bei Baumwolle, Wolle und bestimmten synthetischen Fasern der Fall ist, eine räumliche Spiralförmigkeit besitzen. Aus Vereinfachungsgründen wird auch für die Modellvorstellung der Faserdeformationen eine räumliche Spiralförmigkeit vorausgesetzt, so dass sie ähnlich wie die Kräuselungen berechnet werden können.

Da sich der Bereich der Faserdeformationen vom unbelasteten Zustand der Faser bis zum Beginn des Bereiches der Kräuselungen erstreckt, müssen für die Bestimmung der Faserverformungen ausser der Kräusel- und der Deformationsfrequenz auch beide Indices, der Kräusel- sowie der Deformationsindex bestimmt werden. Ebenso wird die Nullvorbelastung, mit welcher die Deformationen ausgedehnt werden, festgelegt.

Bei der Bestimmung dieser Parameter wird festgestellt, dass die Indices der Deformationen viel grössere Werte als die der Kräuselungen einnehmen. Sie betragen 40 bis 50 %, wobei unterdessen die Indices der Kräuselungen eine Grössenordnung von 10 bis 27 % annehmen.

Umgekehrt verhält sich das Verhältnis der Frequenzen. So beträgt die Frequenz der Deformationen weniger als 1 Windung pro cm, jene der Kräuselungen liegt im Bereich bis 30 Windungen pro cm. Dieser Unterschied beider Indices macht sich bei geringen Belastungen durch ein besonders starkes Einschrumpfen im Bereich der Deformationen bemerkbar.

Um die Windungen der Deformationen auszustrecken genügen Kräfte von 1 mp bis 5 mp, während das Ausstrecken der Feinkräuselungen 60 mp bis 200 mp erfordert.

Die Wirkung der elektrischen Feldkräfte auf die Fasern wurde unter drei Bedingungen untersucht:

- Ruhende Fasern werden von den elektrischen Feldkräften transportiert und dabei orientiert und gestreckt.

- Einseitig geklemmte Fasern werden durch die Wirkung des elektrischen Feldes in Feldrichtung orientiert und gestreckt.
- Vom Luftstrom getragene Fasern werden zusätzlich durch die Wirkung elektrischer Feldkräfte beschleunigt und gleichzeitig gestreckt und in Feldrichtung orientiert.

Die bei den angeführten Bedingungen durchgeführten Untersuchungen ergaben folgende Feststellungen:

- Um ruhende, auf einer Platte aufliegende Fasern durch Kontaktaufladung im elektrischen Feld in Bewegung zu setzen, werden für die kürzesten Fasern die grössten Feldstärken benötigt. So beträgt die minimale Feldstärke je nach Faserart von 3 kV/cm bis 6 kV/cm, während für 30 mm lange Fasern schon eine Feldstärke von 0,30 kV/cm bis 2,20 kV/cm genügt.

Durch Behandlung der Fasern mit einer entsprechenden Präparation kann die minimale elektrische Feldstärke, die für den Fasertransport benötigt wird, herabgesetzt werden, bzw. es können auch Fasern transportiert werden, die bei Norm-Klima gar nicht von der Unterlage gehoben werden können. Die minimale Feldstärke beträgt in diesem Falle um 5 kV/cm.

- Elektrische Feldkräfte, welche auf einseitig geklemmte Fasern wirken, können nur indirekt durch Messung der mechanischen Auswirkungen, d.h. durch die vollzogene Faserstreckung, die mit einem Fernmikroskop gemessen wird, bestimmt werden.

Aus KD-Entkräuselungsdiagrammen, die zu diesem Zwecke für die untersuchten Faserarten aufgenommen und gemittelt wurden, werden die Kräfte, die den im elektrischen Feld durch Kontaktaufladung entstandenen Faserentkräuselungen entsprechen, bestimmt.

Die im elektrischen Feld maximal möglichen Faserentkräuselungen betragen bei elektrischen Feldstärken von 6 kV/cm, je nach Faserart von 7 % für Baumwolle bis 29 % für Polyesterstapelfasern. Die für diese Entkräuselung benötigten Kräfte betragen je nach Faserart und elektrischem Leitvermögen von 3 mp bis 7 mp.

Bei Fasertransportuntersuchungen die mit einer zu diesem Zwecke gebauten Prüfanlage durchgeführt wurden, zeigt sich für den Spinnvollzug ein positiver Einfluss des elektrischen Feldes, der für die einzelnen elektrostatischen Spinnverfahren im Vergleich zum Luftstrom-Fasertransport folgendermassen bewertet werden kann:

Bei den elektrostatischen Spinnverfahren Arschinov und Levitov ist der Einfluss des elektrischen Feldes verhältnismässig klein und nicht gesichert. Viel günstiger sind die Verhältnisse beim Verfahren Battelle, wo die Fasern im Durchschnitt um 46,9 % besser gestreckt werden und die Orientierung der Fasern in Spinnrichtung, d. h. der Faserflugwinkel im Vergleich zum Luftstromtransport um 36,4 % verbessert wird. Ebenso wird die Faserhakenanzahl durch die zusätzliche Wirkung des elektrischen Feldes bei den Vorderhaken auf Null und bei den Hinterhaken um 69,9 % reduziert.