

## Entwicklung und Untersuchung eines innovativen, luftgelagerten Ring-Läufer-Systems für die Produktivitäts- und Qualitätssteigerung des Ringspinnprozesses in der Textiltechnik bei geringerem Energieverbrauch (BMBF 033R037B)

**Autoren:** Dipl.-Ing. Jürgen Schneider  
Dipl.-Ing. Uwe Heitmann  
Prof. Dr.-Ing. Heinrich Planck

**Erschienen:** 11.07.2011

### Zusammenfassung:

Aufgrund seiner hervorragenden Garnstruktur gilt das Ringgarn als Qualitätsmaßstab für die anderen Spinnverfahren. Weltweit werden noch 80 % aller Garne nach diesem Verfahren hergestellt, obwohl es das Verfahren mit der geringsten Produktivität ist.

Ziel des BMBF-Forschungsvorhabens 033R037B war die Entwicklung eines neuen Spinnrings, der die Nachteile des bestehenden Ring-Läufersystems, wie die Limitierung der Läufergeschwindigkeit durch unzulässige Erwärmung des Läufers und extreme Zunahme des Läuferverschleißes bei Drehzahlerhöhung, vermeidet.

Ein Lösungsansatz war, den Ring drehbar auf einem Luftpolster zu lagern. Im Gegensatz zum konventionellen System, bei dem ein Läuferhaken auf dem ortsfesten Ring zur Drehungserteilung vom Garn hinterhergeschleppt wird, ist der Läufer fest mit dem luftgelagerten Ring verbunden. Die konstruktive Ausführung des Ringes muss dabei eine variable Einstellung der Aufwindspannung ermöglichen. Eine sehr kostengünstige Luftlagerung basiert auf der patentierten Lösung der Firma AeroLas. Das Axiallager ist in Form eines gestuften Radiallagers gegeben, wobei das eingeschlossene axiale Druckvolumen zur Vorspannung gegenüber einer axialen Anlauffläche (Bremsring) genutzt wird.

Seite 1 von 8

**Institut für Textil- und Verfahrenstechnik der  
Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung**

Textile Forschung vom Rohstoff bis zum Produkt

Geschäftsfelder: Faser- und Garntechnologien, Flächen- und Strukturtechnologien, Funktionalisierung, Innovative und intelligente Produkte, Moderner Fabrikbetrieb, Prüflaboratorien

**Institutsleitung:  
Prof. Dr.-Ing. Heinrich Planck**

**Bibliothek  
Dipl.-Biol. Susanne Konle  
Dipl.-Ing. Kathrin Thumm**

Körschtalstraße 26  
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0) 7 11 / 93 40 - 2 94  
Fax : +49 (0) 7 11 / 93 40 - 2 97

bibliothek@itv-denkendorf.de  
www.itv-denkendorf.de

Die zur Aufwindung des Garns erforderliche Bremswirkung des Läufers wird durch eine sehr einfache Druckregelung über eine Auslassdrossel erreicht und kann auch variabel eingestellt werden, Abb.1.

Die Vorteile dieses Luftlagers liegen in einer eindeutig höheren Lebensdauer aufgrund des Wegfalls der kritischen Berührstelle zwischen Ring und Läufer, einer höheren Produktivität durch höhere mögliche Drehzahlen verbunden mit einer besseren Garnqualität und niedrigeren Energiekosten.



Abb. 1 Luftgelagerter Spinnring

### Versuchsdurchführung

Im ersten Schritt wurden die Anforderungen an den Luftring definiert und danach entsprechend Konzepte erarbeitet. Es wurden verschiedene Varianten hergestellt und die Funktionsweise mit den erforderlichen Betriebsparametern untersucht. Mit der optimalsten Variante wurden die Betriebszustände Anspinnen, Hochfahren nach Fadenbruch erprobt und die Leistungsgrenzen des Luftrings ermittelt. Sehr entscheidend für den Bremsvorgang ist die Ausführung der Bremsringe. Die Stirnseite des luftgelagerter Rotors dient als Bremsfläche. Die erforderliche Bremswirkung wird durch Anheben des Rotors gegen den Bremsring erreicht.

Untersucht wurden drei Varianten von Bremsringen aus unterschiedlichen Materialien und Oberflächenrauigkeiten, Abb. 2.



1. Variante (Stahl)      2. Variante (Kunststoff 1)      3. Variante (Kunststoff 2)      Eloxiertes Alu Rotor

Abb. 2      *Bremsringe und Rotor*

## Ergebnisse

### Verschleiß der Bremsringe

Messungen ergaben, dass der Bremsvorgang beim Ausschalten der Maschine bzw. beim Doffen beim konventionellen Ringspinnen bis zum Stillstand von Spindel und Läufer ca. 10 Sekunden dauert. Die Zeit wird von der Bremsdauer der Spindel bestimmt.

Beim luftgelagerten Ring muss in dieser Zeit auch der Rotor bis zum Stillstand der Spindel sicher abgebremst werden. Die Jahresbremsdauer beträgt bei angenommenen 10 Abzügen pro Tag bei 360 Arbeitstagen 10 Stunden.

Daher wurde der Verschleiß über einen Zeitraum von 10 Stunden bei einem Daueranpressdruck von 800 mbar (= erforderlicher Bremsdruck) und konstanter Abspinndrehzahl ermittelt.

Abb. 3 zeigt die Veränderung der Oberflächenrauigkeit Rz nach 10 Stunden Bremsdauer und die Gewichtabnahme des Bremsringes.

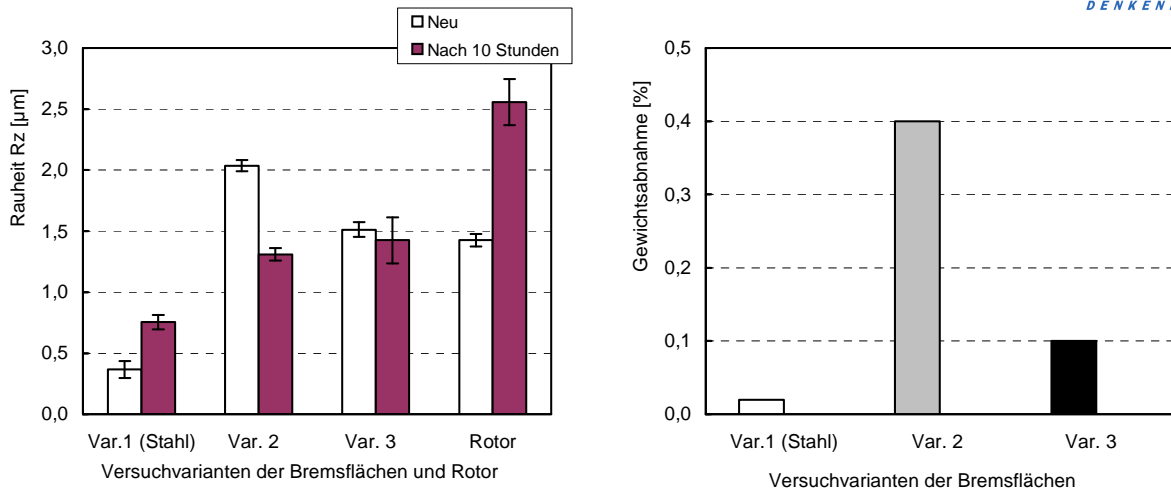


Abb. 3 Veränderung der Rauheit und Gewichtsabnahme der Bremsringe nach 10 Stunden Bremsdauer

Die glatteste Oberfläche weist Stahling 1 auf. Die Versuchsvarianten der Kunststoffringe sind rauher. Nach 10 Stunden trat bei Variante 2 eine Glättung der Oberflächen auf. Nahezu unverändert blieb die Ring-Variante 3. Die größten Veränderungen ergaben sich beim eloxierten Alu-Rotor. Hier löste sich teilweise die Eloxalschicht ab. Der geringste Gewichtsverlust mit 0,02 % trat beim Stahling und bei der Ringvariante 3 mit 0,1 % auf. Die größte Bremswirkung bei bereits geringem Anpressdruck, konnte mit der Variante 2 erreicht werden; hier trat auch der größte Verschleiß (Gewichtsabnahme) auf. Da der Rotor sich beim Bremsen in axialer Richtung nachstellt war auch die Bremswirkung nach 10 Stunden trotz Verschleißes unverändert.

Beim Bremsvorgang muss der Rotor des luftgelagerten Spinnringes zeitgleich mit der Spindel zum Stillstand kommen. Abgebremst werden muss der Rotor beim Ausschalten der Maschine und beim Abspinnen. Bei beiden Vorgängen wird die Spindeldrehzahl im 1. Schritt zunächst reduziert und im 2. Schritt kontinuierlich bis zum Stillstand der Spindel abgesenkt.

Der Bremsdruck wurde bei Erreichen der Abspinndrehzahl in 100 mbar Schritten jeweils von 100 bis 1000 mbar variiert. Ab einem Bremsdruck von 800 mbar war ein zeitgleiches Abbremsen des Rotors mit der Spindel möglich. Zum Start der Spindel musste der Bremsdruck dann wieder auf 0 mbar eingestellt werden.

## Anspinnverhalten

Das Anspinnverhalten wurde im Garnfeinheitsbereich Nm 34 bis Nm 135 untersucht.

Beim Starten der Spindel nach Stillstand (Doffen) benötigte der luftgelagerte Ring ca. 4 - 5 % länger als das konventionelle Ringläufersystem bis die Endgeschwindigkeit erreicht wurde. Messungen ergaben, dass die Fadenzugkraftspitzen dabei um 10 - 18 % höher lagen. Ein Anspinnen war bei üblichen Spinnbedingungen im genannten Feinheitsbereich jedoch möglich.

Beim Anspinnen nach Fadenbruch (einzelne Spindel wird nur kurzzeitig manuell angehalten) sind die Unterschiede in den Fadenzugkraftspitzenwerten um 15 - 30 % höher. Der luftgelagerte Ring benötigte die 3-fache Zeit bis die Endgeschwindigkeit erreicht wurde. Das Anspinnen von Hand benötigte daher das 2,5-fache der Zeit wie beim konventionellen Anspinnen. Jedoch konnte auch nach Fadenbruch im Feinheitsbereich Nm 34 bis Nm 135 mit luftgelagerten Ring von Hand angesponnen werden.

## Aufwindeversuche und Leistungsgrenzen

Beim konventionellen Ringläufer-System wird die Aufwindspannung so gewählt, dass die Aufwindkraft mindestens 30 % der Fadenzugkraft höchstwerte beim Spinnen entspricht. Sie muss so hoch gewählt werden, um der hohen Anpresskraft des Läufers durch die Zentrifugalkraft entgegenzuwirken. Für eine saubere Abspulung im späteren Spulprozess reichen aber bereits geringere Kräfte aus.

Die Messung der Aufwindekräfte zeigte, dass im Feinheitsbereich Nm 34 und Nm 100 die Aufwindkraft mit luftgelagerten Ring bis zu 50% geringer eingestellt werden konnte. Dies ergab die Möglichkeit die Spindeldrehzahl anzuheben, bis sich wieder eine vergleichbare Aufwindkraft wie beim konventionellen Ringläufer-System einstellte. Im gröberen Feinheitsbereich bis Nm 50 konnte die Spindeldrehzahl um ca. 50 %, bei Garnen der Feinheit Nm 100 bis 28 % angehoben werden. Bei noch feineren Garnen bestand kein Vorteil bezüglich Aufwindkraft mit luftgelagerten Ring, Abb. 4.

Bei gleicher Spindeldrehzahl bestanden im Feinheitsbereich bis Nm 50 keine wesentlichen Unterschiede in der Garnqualität. Bei feineren Garnen Nm 100 und Nm 135 waren feinheitsbezogene Höchstzugkraft um ca. 5 %, Dehnung um ca. 10 % reduziert. Die Zweigle S3-Haarigkeit war um 10 % erhöht.

Eine Erhöhung der Spindeldrehzahl führte jedoch zu einer Abnahme der Garnqualität. Im Vergleich zum konventionellen Garn war das Arbeitsvermögen um 10 %, Festigkeit und Dehnung um 5 % und 10 % verringert. Die Summe der Imperfections nahm um 20 % zu. Die Zweigle S3-Haarigkeit stieg bei feinen Garnen um 20 % (Nm 100) bei groben Garnen bis 60 % (Nm 34) an.

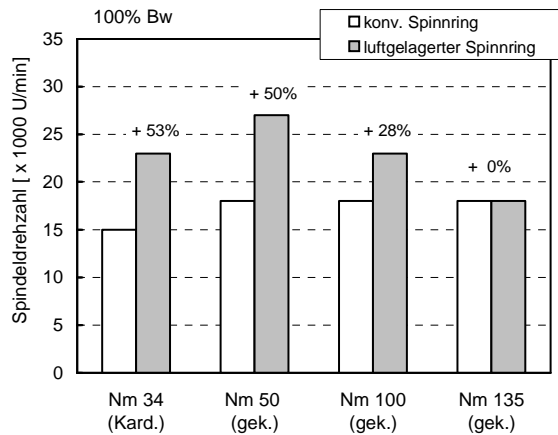


Abb. 4: Mögliche Spindeldrehzahlsteigerung bei gleicher Aufwindkraft

### Messung des Energieverbrauchs

Die Messung des Energieverbrauchs erfolgte für die Feinheiten Nm 34 bis Nm 135 bei konventionell üblichen Spindeldrehzahlen. Beim luftgelagerten Ring wurde mit geringstmöglichen Anpressdruck, welcher noch eine stabile Ballonausbildung ermöglichte, gesponnen, Abb. 5.

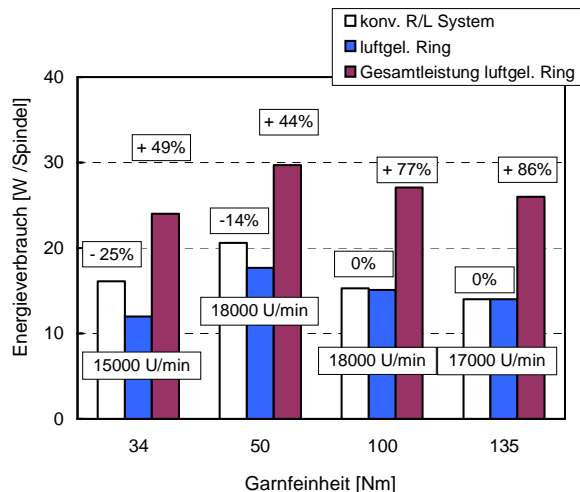


Abb. 5: Energieaufnahme Spindel, konv. Ringläufersystem und mit luftgelagerten Ring

Die Leistungsmessungen ergaben, dass bei Garnfeinheiten Nm 34 und Nm 50 mit luftgelagerten Ring eine Einsparung von 25% und 14% der Leistungsaufnahme der Spindel erreicht wurde. Bei den feineren Garnen Nm 100 und Nm 135 konnte keine Einsparungen nachgewiesen werden. Für die Bereitstellung der Luft wird zusätzlich Energie benötigt. Für die hierfür erforderliche Leistung wurde 12 Watt angenommen. Damit ergab sich bei üblichen Spindeldrehzahlen ein Mehrverbrauch von 44 - 86 %. Das bedeutet, dass bei heute praxisüblichen Spindeldrehzahlen kein Vorteil bezüglich Energieverbrauch mit luftgelagerten Ring besteht.

Weiterhin wurde der Einfluss der Spindeldrehzahl auf den Energiebedarf der Spindel mit luftgelagerten Ring untersucht. Die Kurven wurden für höhere Spindeldrehzahlen extrapoliert, da mit konventionellem Ringläufersystem die Läufergeschwindigkeit begrenzt war. Um die Spinnstabilität zu steigern und somit höhere Spindeldrehzahlen zu ermöglichen, wurde die Garndrehung um 10 am erhöht.

Exemplarisch ist der Verlauf der Energieaufnahme der Spindel über die Spindeldrehzahl für die Garnfeinheit Nm 50 dargestellt, Abb. 6.

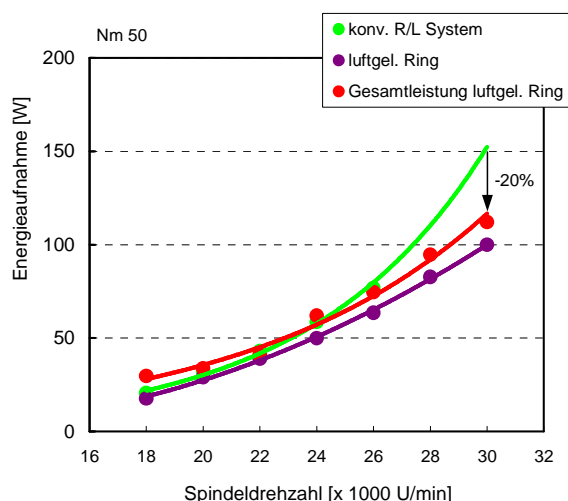


Abb. 6: Energieaufnahme Spindel in Abhängigkeit der Spindeldrehzahl, Feinheit Nm 50

Mit steigender Spindeldrehzahl nahm die Spindel mit luftgelagerten Ring weniger Leistung auf als mit konventionellen Ringläufersystem. Unter Berücksichtigung des Energieanteils der zugeführten Luft waren im Feinheitsbereich Nm 34 bis Nm 100 erst bei Spindeldrehzahlen ab 24.000 U/min Energieeinsparungen vorhanden.



Bei Nm 34 würden sich bei 26.000 U/min Spindeldrehzahl Einsparungen von 17 %, bei Nm 50 bei 30.000 U/min von 20 % und bei Nm 100 bei 26.000 U/min von 10 % ergeben. Bei Nm 135 konnte auch mit erhöhter Garndrehung nur bis 24.000 U/min gesponnen werden. Hier zeigten sich keine Energieeinsparungen.

## Zusammenfassung

Der im Rahmen des Verbundprojektes entwickelte luftgelagerte Spinnring konnte wie ein konventioneller Spinnring eingesetzt werden. Durch eine geeignete Bremsfläche und entsprechende Wahl des Anpressdrucks konnten die Funktionen Hochlaufen des Rings beim Anspinnen, Spinnvorgang und Bremsen bei Spindelstopp für den Garnfeinheitsbereich Nm 34 bis Nm 135 erfüllt werden. Durch den Wegfall der Ringläuferreibung waren Spindeldrehzahlsteigerungen von 50 % möglich. Die Grenze setzte dabei die Festigkeit des gesponnenen Garns. Ein Potential für Energieeinsparungen liegt jedoch erst bei weitaus höheren Spindeldrehzahlen als konventionell üblich.

## Danksagung:

Das der Veröffentlichung zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen 033R037B gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor. Der Schlussbericht zum Vorhaben ist am Institut für Textil- und Verfahrenstechnik, Denkendorf erhältlich.

## Ansprechpartner:

Jürgen Schneider (juergen.schneider@itv-denkendorf.de)