

Zeitschrift: Mittex : die Fachzeitschrift für textile Garn- und Flächenherstellung im deutschsprachigen Europa
Herausgeber: Schweizerische Vereinigung von Textilfachleuten
Band: 116 (2009)
Heft: 1

Artikel: Neue Erkenntnisse zum Reinigungsmechanismus an Messerkanten
Autor: Schmied, Sibylle / Steinbach, Günter / Heitmann, Uwe
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-677248>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 16.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Neue Erkenntnisse zum Reinigungsmechanismus an Messerkanten

Sibylle Schmied, Günter Steinbach, Uwe Heitmann, Heinrich Planck,
Institut für Textil- und Verfahrenstechnik, Denkendorf
Markus Schmidt, Uwe Schlosser, Eckhard Schollmeyer,
Deutsches Textilforschungszentrum Nord-West e.V., Krefeld

Aufgrund einer ausführlichen Untersuchung der Luftströmung an Messerkanten von Ausscheidestellen mittels Computational Fluid Dynamics (CFD) und Particle Image Velocimetry (PIV) konnten die Probleme bei der Baumwollreinigung aufgedeckt und Lösungsvorschläge erarbeitet werden.

Die Trennung von Faser- und Nichtfaserteilen erfolgt im Vorwerk in der Regel durch Reinigungsschlitze und Messerkanten, die an schnelllaufenden, mit Sägezähnen oder Nadeln besetzten Walzen angeordnet sind. Die Flugrichtung der Schmutzpartikel wird von drei Hauptfaktoren beeinflusst: dem zentrifugalen Kraftfeld einer rotierenden Walze, dem Geschwindigkeitsfeld der Luftströmung und der geometrischen Gestaltung des Ausscheidereichs mit ihrem Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit von Partikel-Wand-Kollisionen.

Die Schmutzpartikel werden im Zentrifugalfeld der schnell drehenden Walze aufgrund ihrer Trägheit in radialer Richtung nach aussen beschleunigt, während sich die Fasern in der Garnitur verhaken. Abbildung 1 zeigt das bisher angenommene Prinzip der Partikelabscheidung anhand einer Skizze.

An der Messerkante wird der durch die rotierende Walze (gelb) mitgeschleppte Luftstrom (hellblau) getrennt. Ein Teil der abgetrennten Luft verlässt durch eine Absaugung das System. Aufgrund der saugenden Wirkung der rotierenden Walze an der Reinigungsstelle bildet sich an der Messerkante eine Rückströmung aus und es entsteht ein Luftwirbel. Dieser Luftwirbel kann die Reinigungswirkung verschlechtern.

Bereits ausgeschiedener Schmutz wird durch die zurückströmende Luft wieder angesaugt, was die Effizienz der Reinigung verringert. Insgesamt sind die Zusammenhänge zwischen Luftströmungsprofil und geometrischer Gestaltung der Reinigungsstelle (Messerkantenradius, Auswurfweite, Auswurföffnungswinkel und Niederhalterabstand zur Auflösewalze) unbekannt.

Lösungsweg

Um den Ausscheidemechanismus an der Messerkante systematisch zu analysieren, wird das Wechselspiel der drei oben beschriebenen Faktoren (Zentrifugalfeld, Luftgeschwindigkeitsfeld und geometrische Gestaltung) untersucht.

Das zentrifugale Kraftfeld ist abhängig vom Radius und der Drehzahl der Öffnungswalze und bleibt im Laufe der Untersuchungen konstant. Die Luftströmung im Bereich der Schmutzausscheidung ist abhängig von der geometrischen Gestaltung der Ausscheidestelle und der Menge der abgesaugten Luft und wird mittels Strömungssimulation (CFD) und Strömungsmessungen (PIV) in Abhängigkeit der Geometrie und der Absaugleistung analysiert. Der Einfluss der geometrischen Gestaltung der Ausscheidestelle auf die Wahrscheinlichkeit von Partikel-Wand-Kollisionen und die resul-

tierenden Partikelflugbahnen werden mittels High-Speed Videoaufnahmen am praktischen Modell ermittelt. Abschliessende Abgangsuntersuchungen mit zwei verschiedenen Baumwollprovenienzen (Israel Pima 1 7/16", Westafrika, 1 1/8") zeigen den Einfluss geometrischer Veränderungen im Ausscheidereich auf den Reinigungsgrad.

Simulationsmodell zur Untersuchung der Luftströmung

Die Strömungsfeldberechnung erfolgt durch die Lösung der Kontinuitätsgleichung

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla(\rho \cdot \vec{v}) = 0$$

mit der Dichte ρ , dem Geschwindigkeitsvektor \vec{v} und dem Differentialoperator

$$\nabla = \left(\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}, \frac{\partial}{\partial z} \right)$$

und der Impulsbilanz

$$\frac{\partial(\rho \vec{v})}{\partial t} + (\nabla \vec{v} + (\vec{v} \nabla)) \cdot (\rho \vec{v}) = -\nabla p + \nabla \vec{\tau} + \rho \vec{g}$$

mit dem Spannungstensor $\vec{\tau}$ und der spezifischen Volumenkraft $\rho \vec{g}$. Zur numerischen Lösung des Differentialgleichungssystems wird das Berechnungsgebiet mittels der Gittergenerierungssoftware GAMBITTM diskretisiert. Um eine möglichst gute Qualität des Rechengitters bei geringer Anzahl von Gitterelementen zu erreichen, wird die Geometrie der Auflösewalzengarnitur vereinfacht gestaltet. Abbildung 2 zeigt die vereinfachte Geometrie im Vergleich zur realen.

Die Form der Garniturzähne wird vernachlässigt und die Garnitur als durchgängiger Steg modelliert. Diese Modellvereinfachung ermöglicht eine Berechnung der Luftströmung in unmittelbarer Nähe einer rotierenden Garniturwalze mit geringer Rechenzeit und wenig Speicherbedarf. Die Anzahl aufwändiger Versuche zur Untersuchung des Einflusses angrenzender Geometrien auf das Strömungsfeld kann dadurch in Zukunft deutlich reduziert werden.

Die Lösung des Differentialgleichungssystems erfolgt mittels der Simulationssoftware FLUENTTM. In Abbildung 3 sind die berechneten Vektorbilder der Luftströmung ohne und mit Besaugung der Ausscheidestelle zu sehen.

Praktisches Modell

Das Modell dient zur Untersuchung der Luftströmung mit PIV, der Partikelflugbahnen mit



Abb. 1: Prinzip der Partikelabscheidung (bisherige Annahme)

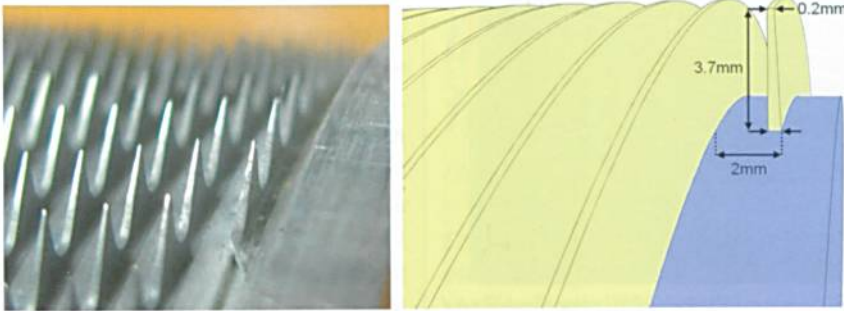


Abb. 2: Vereinfachung der Garniturzähne im Simulationsmodell

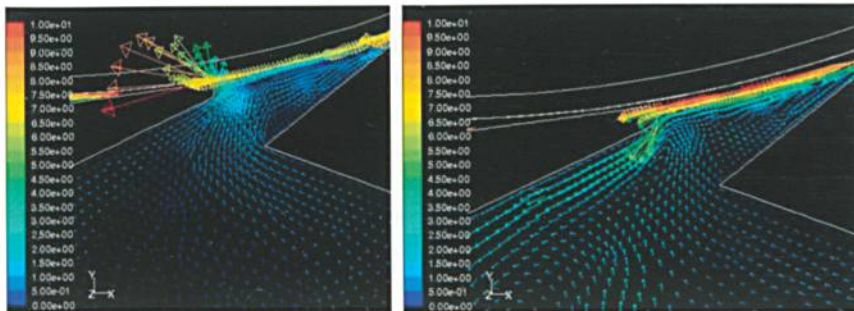


Abb. 3: Berechnete Vektorbilder der Luftströmung ohne (links) und mit (rechts) Besaugung des Ausscheiderebereichs

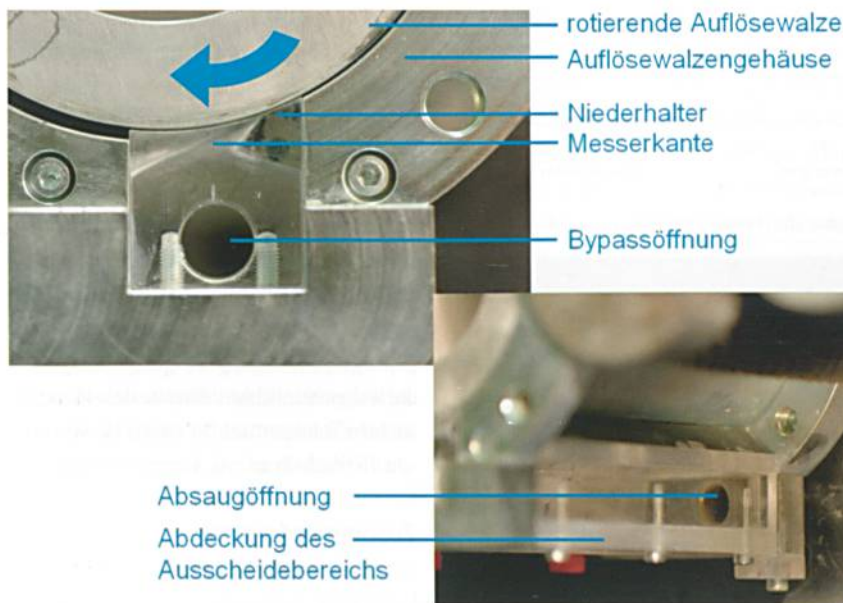


Abb. 4: Bereich der Schmutzausscheidung am praktischen Modell

High-Speed Video und zur Bestimmung des Reinigungsgrads durch Abgangsversuche.

Die Grundlage für den Versuchsaufbau ist ein Staub- und Trashtester (MDTA) mit Rotor-einheit. Das Versuchsmaterial wird als Flocke oder als Band über eine Speisewalze der Auflösewalze zugeführt. Im Bereich der Schmutzabscheidung werden die Störpartikel (Trash, Schalenteile, Seed-coat fragments) ausgeschieden. Die Fasern werden in den Faserkanal abgegeben und im Rotor als Rotorring abgelegt. Für die Untersuchungen musste das Auflösewalzengehäuse neu konstruiert werden, um im

Bereich der Schmutzausscheidung (siehe Abb. 4) verschiedene Messer-/Niederhalterkonfigurationen austauschen zu können.

Mittels Particle Image Velocimetry (PIV) wurde das Geschwindigkeitsfeld im Bereich der Schmutzausscheidung in Abhängigkeit der geometrischen Gestaltung der Ausscheidestelle gemessen. Abbildung 5 zeigt die Ergebnisse zweier PIV-Messungen als Vektorbilder. Ohne Besaugung der Ausscheidestelle wird Luft von der Auflösewalze angesaugt. Die Ergebnisse der Simulationen werden durch die Ergebnisse der PIV-Messungen bestätigt.

Untersuchungsergebnisse

Die Partikelabscheidung wird durch die Zentrifugalkraft der rotierenden Auflösewalze verursacht. Schwere und leichte Partikel weisen aufgrund ihrer Trägheit unterschiedliche Trajektorien auf. Während sich schwere Partikel (Trashpartikel) leichter aus dem rotierenden Strömungsfeld der Auflösewalze lösen und deshalb besser ausgeschieden werden, folgen leichtere Partikel (Staubpartikel) eher der rotierenden Luftströmung und werden über eine flachere Trajektorie ausgeschieden.

Die Absaugung, die sich im Einflussbereich des Trennbereichs befindet, verursacht eine Absaugung der Fasern von der Garnitur und verschlechtert den Trenngrad erheblich. Ausgeschiedene Partikel besitzen durch die schnelle Rotationsgeschwindigkeit der Auflösewalze zunächst eine hohe kinetische Energie, die sie aufgrund von Wandkollisionen verlieren. Die verlangsamteten Partikel folgen den Stromlinien der Luftströmung und können von der Auflösewalze wieder angesaugt werden.

Anhand des folgenden Beispiels mit besaugter Ausscheidestelle wird der Ausscheidemechanismus deutlich.

In der dargestellten Versuchsreihe wurde der Messerwinkel bei verschiedenen Niederhalterabständen variiert. Die Ergebnisse der Abgangsversuche am praktischen Modell sind in den Diagrammen der Abbildung 6 dargestellt. Das linke Diagramm zeigt die Abgangsmenge in % in Abhängigkeit des Niederhalterabstandes und des Messerwinkels, des Niederhalterabstandes und der Baumwollprovenienz

Grosser Niederhalterabstand:

Bei einem Niederhalterabstand von 0,6 mm ist die Abgangsmenge stark vom Messerwinkel abhängig. Ein grösserer Niederhalterabstand hat eine grössere Abgangsmenge zur Folge. Die Partikel verlassen schon früher die Stromlinienbahnen der Schlepluftströmung und entfernen sich von der Auflösewalze. Dadurch werden sie an der Messerkante besser ausgeschieden. Durch eine Vergrösserung des Messerwinkels auf 45° wird die Richtung des Auswurfkanals steiler. Bei grossem Niederhalterabstand sinkt der Reinigungsgrad stark ab. Schwere Partikel, deren Trajektorien sich bereits deutlich von den Stromlinienbahnen entfernt haben, prallen an der Messerflanke ab, dadurch sinkt die Wahrscheinlichkeit einer Partikelabscheidung. Partikel, die ausgeschieden werden und ihre kinetische Energie aufgrund von Wandkollisionen

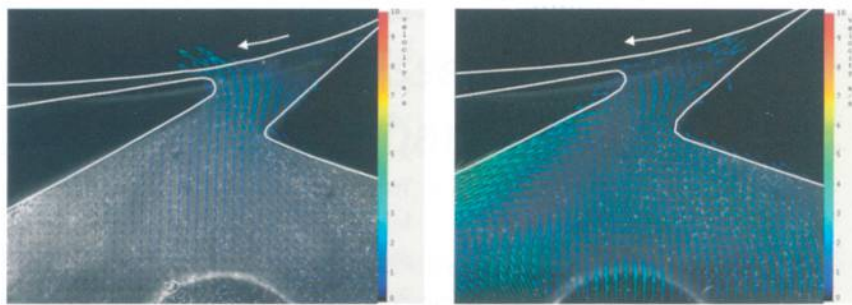


Abb. 5: Ergebnisse der Strömungsmessungen mit PIV am praktischen Modell ohne (links) und mit (rechts) Besaugung der Ausscheidestelle

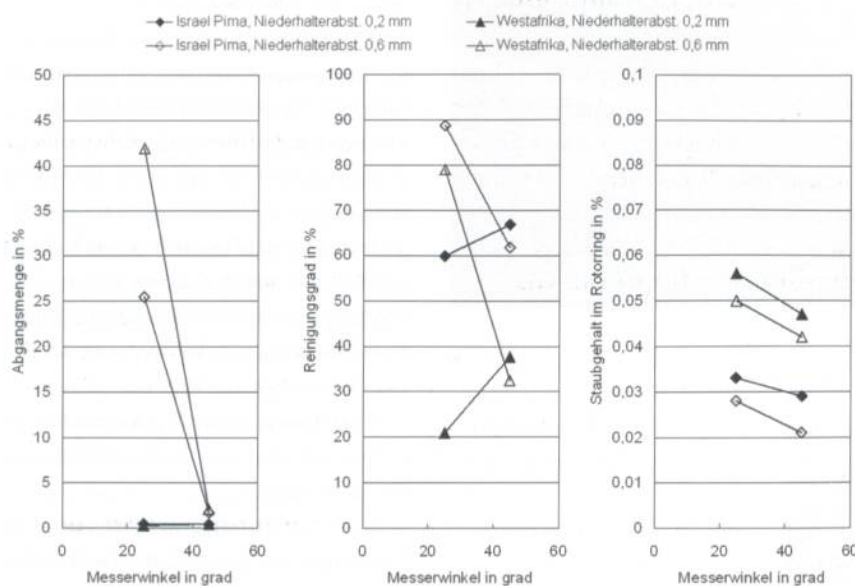


Abb. 6: Ergebnisse der Abgangsanalyse in Abhängigkeit des Messerwinkels

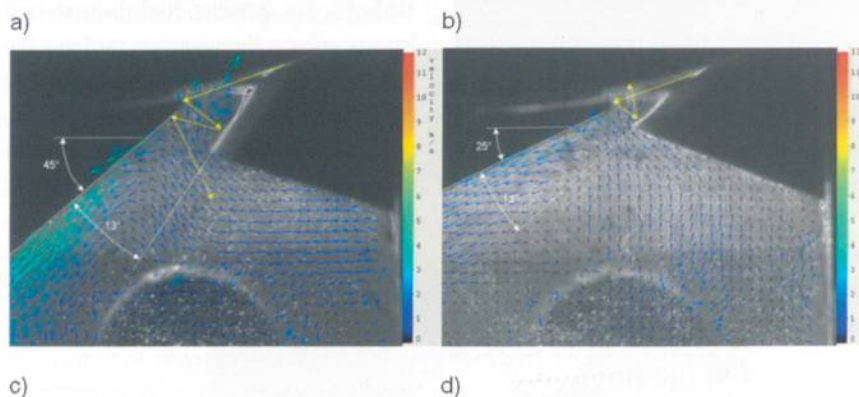
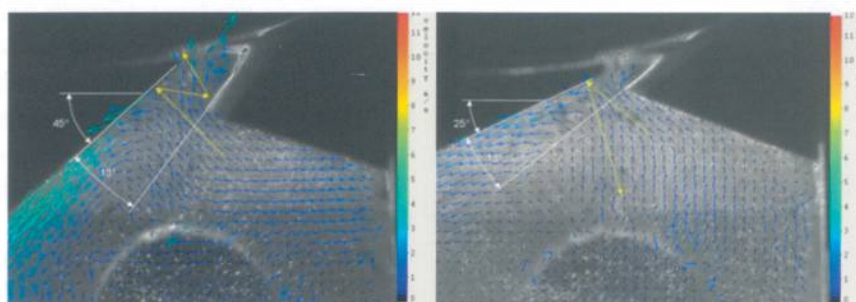


Abb. 7: Gemessene Luftströmungsfelder mit möglichen Partikelflugbahnen (gelb)

verlieren, werden teilweise von der rotierenden Luftströmung im geschlossenen Ausscheiderraum erfasst und prallen gegen die Messerflän-

ke (vgl. Abb. 7 a) und b)). Die Anordnung der Flächen bei einem Messerwinkel von 45° (a) begünstigt eine Umlenkung der Partikel zurück

zur Auflösewalze, während bei einem Messerwinkel von 25° (b) die Partikel ausscheidung wahrscheinlicher ist.

Kleiner Niederhalterabstand:

Bei einem Niederhalterabstand von 0,2 mm ist die Abgangsmenge sehr gering und nicht vom Messerwinkel abhängig. Durch den kleinen Niederhalterabstand haben die Partikel zu wenig Raum, um sich von den Stromlinienbahnen der Schleppluftströmung zu entfernen. Auffällig ist, dass der Reinigungsgrad bei Erhöhung des Messerwinkels von 25° auf 45° trotzdem ansteigt und über dem Wert des Niederhalterabstands von 0,6 mm liegt.

Durch die geringe Entfernung der Trajektorie von der Stromlinie an der Messerkante steigt die Wahrscheinlichkeit, dass die Partikel gegen die Messerkante prallen. Durch eine günstigere Anordnung der Prallflächen des Auswurfkanals bei einem Messerwinkel von 45° ist die Wahrscheinlichkeit einer Partikel ausscheidung höher als bei einem Messerwinkel von 25° (vgl. Abb. 7 c) und d)).

Diese Theorie wird durch die Analyse des Staubgehalts im Rotorring bestätigt (siehe Abb. 6). Staub besteht aus leichten Partikeln, deren Trajektorien sich langsam von den Stromlinienbahnen trennen und deshalb nicht so stark vom Niederhalterabstand abhängen. Durch die flachere Flugbahn prallen diese Partikel auch bei hohem Niederhalterabstand mit hoher Wahrscheinlichkeit an der Messerkante ab. Durch die günstigere Anordnung der Prallflächen steigt die Wahrscheinlichkeit einer Ausscheidung der leichten Staubpartikel bei einem Messerwinkel von 45° deshalb an.

Zusammenfassung

Für die Analyse der Luftströmung an der Messerkante wurde ein Simulationsmodell entwickelt, das es generell ermöglicht, Luftströmungen im Peripheriebereich schnellrotierender Garniturwalzen mit wenig Rechenaufwand zu berechnen. Das vereinfachte Simulationsmodell wurde mittels PIV-Messungen verifiziert. Die Untersuchungen ergaben, dass die Ausscheidung der Schmutzpartikel aufgrund der Zentrifugalkräfte erfolgt und die Luftströmung zum eigentlichen Ausscheidvorgang keinen Beitrag leistet. Durch Kollisionen mit den Wänden der angrenzenden Bauteile verlieren die schnellen Partikel ihre kinetische Energie. Langsame Partikel werden von der rotierenden Auflösewalze wieder angesaugt. Die besten Reinigungsergebnisse werden

erzielt, wenn möglichst wenig Partikel-Wand-Kollisionen im Ausscheidbereich stattfinden. Dieses Ergebnis widerspricht der bisherigen Annahme zum Mechanismus der Schmutzausscheidung, die davon ausging, dass ein Teil der Schleppluft der Auflösewalze am Messer abgetrennt wird und die Partikelausscheidung von der Luftströmung unterstützt wird.

Eine Absaugung im Bereich der Ausscheidestelle bewirkt neben der Entsorgung der Partikel einen erhöhten Gutfaserabgang, da Fasern aus der Garnitur der Auflösewalze gesaugt werden. Die Entsorgung der ausgeschiedenen Partikel sollte so beschaffen sein, dass die Schleppluftströmung der Auflösewalze nicht beeinflusst wird. Die Ergebnisse der Parameteruntersuchungen am Modell wurden auf eine Karde mit Festdeckelsystem (Cleanmaster) übertragen. Dort wurde eine Reinigungsstelle mit verschiedenen Messerkonfigurationen untersucht. Die Ergebnisse der Abgangsversuche am Modell konnten durch die Versuche an der Karde prinzipiell bestätigt werden.

Danksagung

Wir danken der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e.V. für die finanzielle Förderung dieses Forschungsvorhabens (AiF-Nr. 14539 N), das im Programm zur Förderung der »Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)« aus Haushaltsmitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen e.V. (AiF) erfolgte.

Der Abschlussbericht des Forschungsvorhabens (AiF 14539 N) ist am Institut für Textil- und Verfahrenstechnik, Denkendorf, erhältlich.

Innovative Garne und Maschinen für Spitze und Wäsche

Ulrike Schlenker, Karl Mayer Textilmaschinenfabrik, Obertshausen, D

Schnell und vielseitig – die ML 45 im anspruchsvollen Spitzenmarkt, eine Wäschserie aus den Mustern der RSE 6 EL, ein sinnlicher Wäschestoff von der RSJ 5/1 EL zum Verführen und Bezaubern und ein neues Effektgarn für Wirkspitze als Kooperationsprodukt von Amsler Tex AG und KARL MAYER – mit diesen Produkten soll die Kauflust der Kunden angekurbelt werden.

Die Welt der Spitzenstoffe wird immer vielfältiger, dreht sich zunehmend schneller und stellt nach wie vor ein lukratives Geschäftsfeld dar. Um gemeinsam mit den Kunden im rasanten Marktgeschehen immer einen Schritt voraus zu sein, entwickelt KARL MAYER sein Spitzenmaschinen-Programm kontinuierlich weiter.

Geschwindigkeit ist keine Hexerei – die neue ML 45

Der neueste Beitrag zum stets dynamischer werdenden, notwendigen technischen Innovationsprozess pro Marktnähe: das Tuning der Multibar-Raschelmaschinen. Bereits 2005 implementierte KARL MAYER mit der Einführung der ML 35 C sein erfolgreiches Stringbarren-Konzept nebst moderner Antriebstechnik in die Multibar-Baureihe (Abb. 1); ein grundlegender Generationswechsel, der zu einem deutlichen Leistungsschub gegenüber den bereits am Markt befindlichen Multibar-Maschinen führte.

Nun hat KARL MAYER ein weiteres Modell auf der Grundlage seines bewährten Innovationspakets entwickelt und setzt damit nochmals Meilensteine in puncto Produktivität, Flexibilität und Qualität. Bei den wichtigen Einfluss-

faktoren auf die Kaufentscheidung bietet die neue ML 45 umfassende Leistungspotenziale, die sich durch die hohe Präzision und optimale Abstimmung aller Wirkelemente voll ausschöpfen lassen.

So erreicht der Newcomer in Abhängigkeit vom Materialeinsatz und der spezifischen Musterlegebarrenkonfiguration bis dato nicht umsetzbare Drehzahlbereiche von bis zu 800-850 min⁻¹ und überzeugt mit einer smarten Lösung bei der Konzipierung des Kettbaumgestells.

Dynamische Hightech-Maschine ganz zahm in den Händen der Bediener

Komplexe Technik einfach beherrschen, so lautete das Motto der Optimierungsarbeiten beim Handling. Eine Konstruktion, die vollkommen ohne Bedienungsbühne auskommt, ermöglicht eine Materialbestückung vom Boden aus und macht den obligatorischen Kraneinsatz überflüssig. Neben einer einfachen Beladung bieten die ebenerdigen Kettbaumgestelle zudem eine hervorragende Zugänglichkeit – ganz ohne Treppensteigen oder Einschränkungen durch enge Laufbahnen.

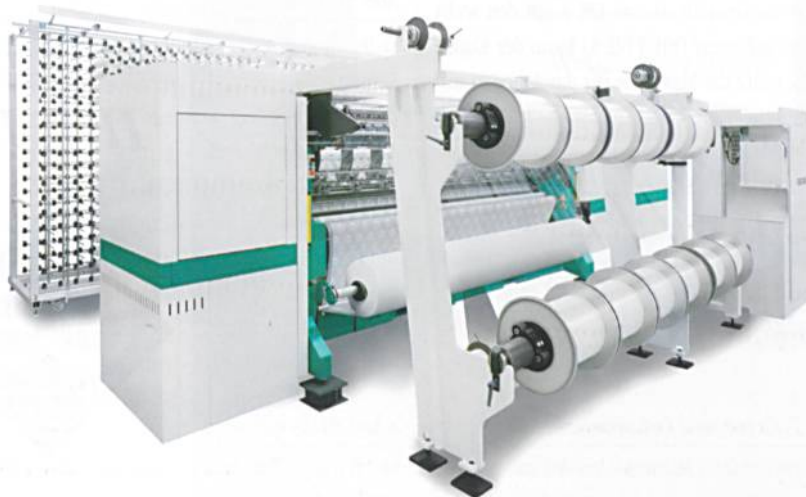


Abb. 1: Frontansicht der ML 45



E-Mail-Adresse
Inserate

keller@its-mediaservice.com

