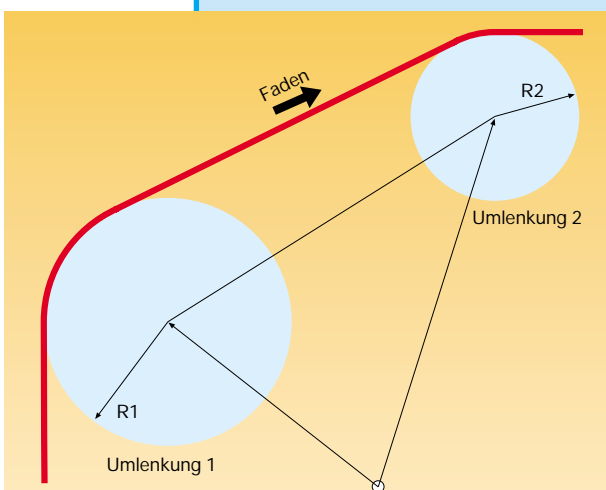


WebSim: Besseres Gewebe durch Kenntnis der Fadenkräfte

MICHAEL BEITELSCHMIDT
SULZER INNOTEC
ANDREAS HELFENSTEIN
SULZER TEXTIL

WebSim – von Sulzer Innotec entwickelt – ist ein innovatives Simulationsprogramm, das Antworten auf klassische Fragestellungen der Maschinendynamik im Webprozess liefert und gleichzeitig die Kett- und Gewebezugkräfte berechnet. Mit diesem kombinierten Wissen lassen sich sowohl der Webprozess selbst als auch die Gewebequalität verbessern, da die Wechselwirkungen zwischen Faden und Maschinenelementen simuliert werden können. WebSim kann heute für die Greifermaschine G6200 wie auch für die Mehrphasenwebmaschine M8300 von Sulzer Textil eingesetzt werden.



1 Die Geometrie der Umlenker bestimmt die Richtung der Geschwindigkeitsvektoren im Faden. WebSim, ein von Sulzer Innotec entwickeltes Programm zur Simulation komplexer Vorgänge im Webprozess, berechnet auch die hochdynamischen Kraftänderungen aus An- und Ablauf des Fadens oder Haft-Gleit-Vorgänge, die durch Reibung verursacht werden.

■ Kettfäden sind beim Weben sehr hohen Beanspruchungen ausgesetzt. Die Belastung in den Fäden wechselt auf dem Weg vom Kettbaum bis zum fertigen Gewebe je nach Artikel und Schusseintragssystem ungefähr 3000-mal. Kettfadenbrüche verursachen Stillstandszeiten der Webmaschinen, die zu Produktionsausfall führen. Darüber hinaus verändern plötzliches Anhalten und das erneute Anfahren die Zugkräfte in den Kettfäden; diese Stillstände können zu Qualitätsproblemen im Gewebe führen. Seit langem ist deshalb die Simulation und Berechnung von Kettfadenkräften ein wichtiges Thema bei der Untersuchung des Webprozesses.

GEKOPPELTE SIMULATION

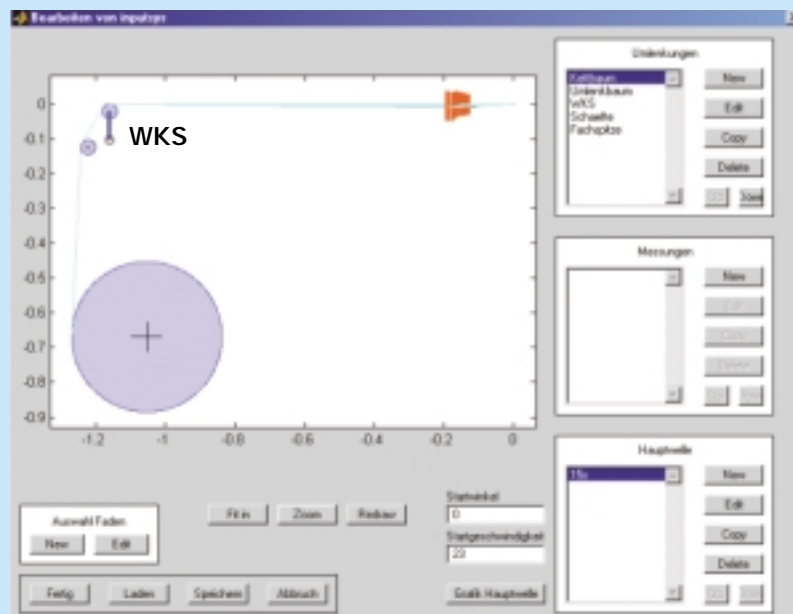
Die Fäden erfahren nicht nur, sondern üben auch hohe Kräfte auf die Webmaschine aus. Der statische Anteil beträgt bei einer typischen Greiferwebmaschine bis zu 1600 N, was der Gewichtskraft einer Masse von 160 kg entspricht. Der zeitvariable Anteil ist die Ursache für die dynamischen Belastungen der Webkettenspanner und anderer Elemente der Webmaschine. Dieser komplexe Vorgang bei der Gewebeherstellung kann nun mit dem Programm WebSim durch das gleichzeitige Modellieren von Fäden, Umlenkelementen und regelungstechnischen Einflüssen zum ersten Mal simuliert werden. WebSim enthält numerische

Modelle für die Dynamik aller Maschinenelemente, die Kettfäden oder Gewebe berühren. Die Bewegung des fertigen Gewebes wird bis zum Warenabzug nachgebildet, wobei auch der Einfluss der Trägheit mitberücksichtigt wird. Das Programm modelliert die Reibvorgänge an den rotierenden Umlenkungen, die sich zusätzlich mit beliebigen Regler- oder Antriebsmodellen verbinden lassen.

GROSSE AUSWAHL AN MASCHINENELEMENTEN

Die Gleichungen, welche die Bewegung des Fadens in der Webmaschine beschreiben, sind eine Anleihe aus der Strömungsmechanik. Betrachtet man den Faden als ein strömendes Kontinuum, liegt es auf der Hand, analog zu den Eulerschen Gleichungen der Fluidmechanik eine Massen- und Impulsbilanz in Fadenlängsrichtung aufzustellen. Damit lassen sich die Fadenkräfte und die Geschwindigkeiten zwischen zwei Umlenkelementen berechnen.

Der Ansatz zur Modellierung der Umlenkungen stammt aus der klassischen Mehrkörperdynamik. Die Umlenkelemente selbst sind kreisförmige Scheiben mit vorgegebenem Radius, der im Fall einer Punktumlenkung auch gleich Null



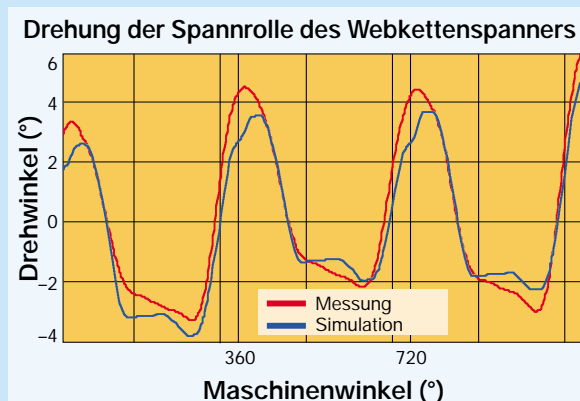
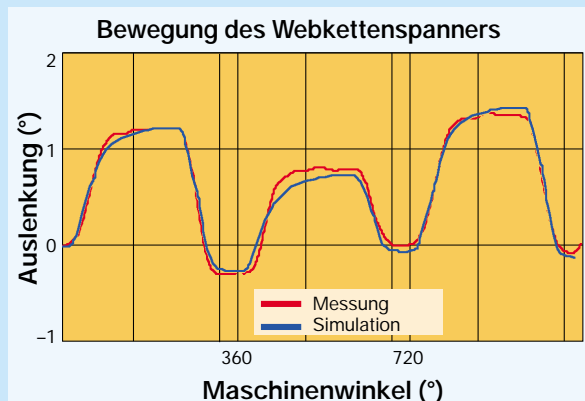
sein kann. Umlenkelemente können zwangsbewegt oder frei bewegt sein, wobei zusätzlich Regelungselemente ankoppelbar sind. Zwangsbewegte Elemente führen Bewegungen aus, die durch die Mechanik der Webmaschine fest vorgegeben sind. In diesem Fall üben nur die Umlenker eine Kraft auf den Faden aus, während die Rückwirkung der Fadenkräfte vernachlässigt wird. Beispiel für zwangsbewegte Bauteile sind Schäfte, die bei konventionellen Webmaschinen zur Fachbildung eingesetzt werden, oder Elemente, welche die Wirkung des Blattanschlages an der Gewebekante nachbilden.

Frei bewegliche Umlenker – dies

können beispielsweise Webkettenspanner oder Spannbäume sein – ändern ihre Lage unter dem Einfluss der Kett- und der Warenkräfte, wobei die Trägheit und die Anzahl der Freiheitsgrade vorgegeben werden.

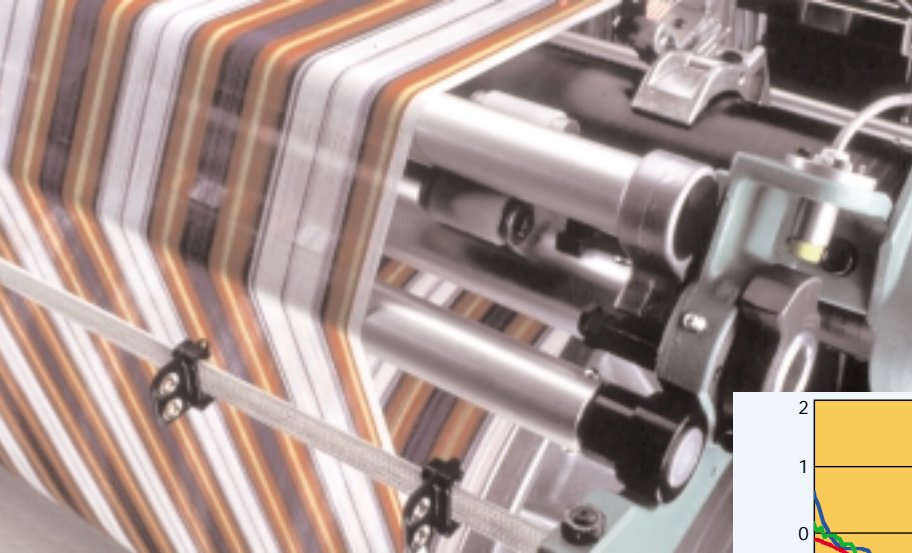
Analog kann man mit WebSim auch die rotatorischen Eigenschaften der Umlenkungen nachbilden, seien sie nun frei drehbar und träge oder gesteuert.

Aus den geometrischen und den dynamischen Größen zweier benachbarter Umlenker (Bild 1[■]) und den Bewegungsgleichungen für den elastischen Faden berechnet das Programm die Zustandsgrößen des Fadens und deren zeitliche Ableitungen.



2[■] Im Simulationsprogramm lassen sich per Mausclick nahezu alle Typen von Webmaschinen aus Einzelelementen kombinieren. Bei der Dynamik der modellierten klassischen Greiferwebmaschine spielt das Verhalten des Webkettenspanners (WKS) eine wichtige Rolle.

3[■] Der Vergleich mit Messungen zeigt die Genauigkeit der Berechnungen mit WebSim. Ziel ist es, Erkenntnisse aus der Simulation, die aus Messungen nicht zugänglich sind, in Zukunft für die Optimierung der Maschinen einzusetzen.

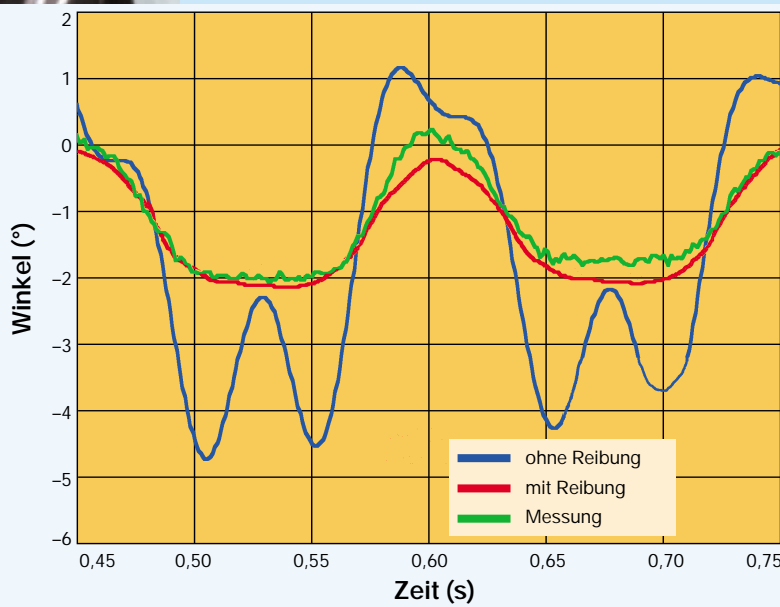
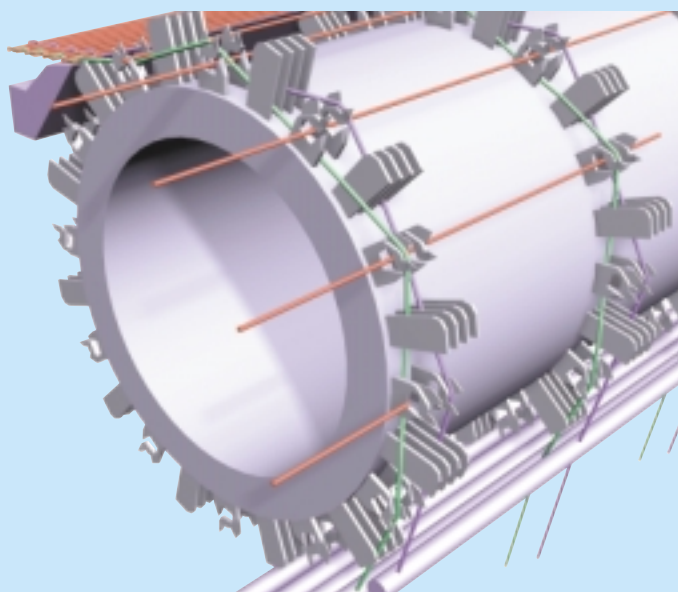


4[■] Die wirksamen Fadenkräfte beeinflussen die Systemdynamik dieses Webkettenspanners, der aus Tragrohr, Rollböcken und Spannwalze besteht. Mit der Simulation durch WebSim konnten erstmals die Zeitverläufe der relevanten Größen dargestellt werden.

BELIEBIGE MASCHINENTYPEN SIMULIERBAR

Das Gesamtmodell einer Webmaschine setzt sich nun zusammen aus einer Kombination der beschriebenen Einzelelemente. Die grafische Nutzeroberfläche von WebSim ist so gestaltet, dass per Mausklick beliebige Bauarten von Webmaschinen zusammengestellt werden können (Bild 2[■]). Weitere Parameter, die beispielsweise die dynamischen Eigenschaften des Fadens beschreiben,

5[■] Auch die hochdynamischen Effekte zwischen den Kettfäden und dem Rotor einer modernen Mehrphasenwebmaschine lassen sich mit WebSim abbilden.



werden über die Tastatur eingegeben. Das Programm stellt aus diesen Angaben die bestimmenden Differentialgleichungen auf und berechnet den zeitlichen Verlauf aller Zustandsgrößen, wie Fadenkraft, Fadengeschwindigkeit oder die Lage der frei beweglichen Umlenker.

GUTE ÜBEREINSTIMMUNG MIT MESSERGEBNISSEN

Mit diesen Resultaten stehen Informationen zur Verfügung, die aus Messungen gar nicht oder nur mit sehr hohem Aufwand gewonnen werden könnten. Natürlich ist die Verwendung solcher Größen bei der Optimierung von Webmaschinen nur sinnvoll, wenn der Nachweis erbracht wird, dass die Simulation die Wirklichkeit mit ausreichender Genauigkeit abbildet. Die Simulation einer Greiferwebmaschine G6200 von Sulzer

Textil zeigt gute Übereinstimmung zwischen Messung und Berechnung, sowohl für die Bewegung der Webkettenspanner als auch beim Verlauf der Rotation der Walze, des Spannbaums (Bild 3[■]). Die Rotation des Spannbaums, der als frei drehbares Element modelliert ist, wird durch den Ketttransport verursacht. Die Ergebnisse zeigen die gelungene Kopplung zwischen den Kräften der Fäden und den Elementen der Webmaschine.

ERFAHRUNGSWERTE PHYSIKALISCH UNTERMAUERN

Wie auch bei anderen Teilen der Webmaschine spielten Erfahrungen bislang eine wichtige Rolle beim Auslegen der Webkettenspanner von klassischen Greiferwebmaschinen. Auch das Anpassen an die Anforderungen für unterschiedliche Gewebequalitäts-

ten erfolgte mit weitgehend empirischen Richtwerten. Die Erkenntnisse aus der Simulation vergrößern nun das Verständnis für die maschinendynamischen Vorgänge, die der Hintergrund dieser alt hergebrachten Erfahrungswerte sind. Parameterstudien, bei denen beispielsweise die Reibungswerte im Webkettenspanner variiert werden, zeigen, welche Größen starken und welche geringen Einfluss auf die Zustandsgrößen der Kette und der Maschinenteile haben (Bild 4[■]). Die Berechnungen mit WebSim unterstreichen die Erkenntnis, dass der Webkettenspanner das zentrale Element für das Verständnis der Kettkräfte bei konventionellen einphasigen Maschinen ist.

Auch die Nachrechnung der Mehrphasenwebmaschine M8300 von Sulzer Textil (Bild 5[■]) mit WebSim brachte neue Einsichten, die bei der weiteren Optimierung dieser Maschinen helfen werden. Mehrphasenmaschinen haben neue Geschwindigkeitsdimensionen beim Weben eröffnet; es können auf einer solchen Maschine bis zu 6000 m Schussfaden in der Minute eingetragen werden – eine Greiferwebmaschine schafft im Vergleich in dieser Zeit gerade einmal 1500 m. Die Simulation des An- und des Abstellens der Maschine mit unterschiedlichen Vorgaben für den Kettbaumregler soll künftig die Suche nach Einstellungen unterstützen, bei denen der Kraftverlauf im Kettfaden durch Stillstände möglichst wenig verändert wird, was dann zu einer höheren Gewebequalität führt (Bild 6[■]).

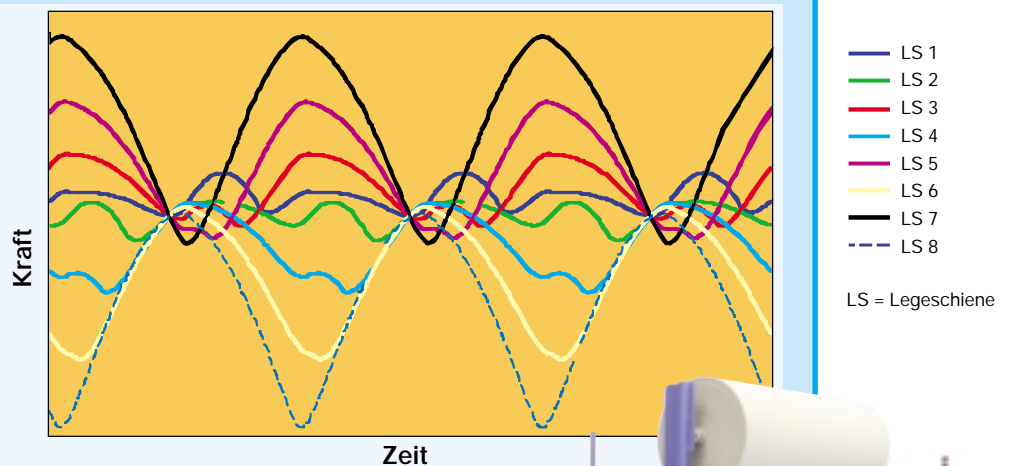
SEIT KURZEM IM EINSATZ

Das Simulationsprogramm WebSim wurde bei Sulzer Innotec in einem Projekt mit 2,5 Jahren Laufzeit entwickelt. Das Programm wird künftig bei Sulzer Textil verwendet, wobei zwei Einsatzbereiche besonders wichtig sind: Einmal untersuchen die Entwickler durch Simulationen konkrete Probleme, die im Webbetrieb auftreten, und kommen so schneller zu Lösungsvorschlägen für die Kunden. Zum Zweiten setzt Sulzer Textil WebSim dann ein, wenn bei der Entwicklung neuer Webmaschinen durch Parameterstudien die wichtigen Komponenten der Websysteme verbessert werden. Ein weiteres Ziel ist, mit diesem Tool den Versuchsaufwand bei der Wahl der korrekten Parametereinstellungen bei speziellen Gewebesorten oder neuen Garnmaterialien zu reduzieren. Ω

INFO DIRECT

Sulzer Markets
and Technology AG
Sulzer Innotec
Michael Beitelschmidt
Postfach 414
CH-8401 Winterthur
Schweiz
Telefon +41 (0)52-262 42 03
Telefax +41 (0)52-262 00 85
E-Mail michael.beitelschmidt@sulzer.com

Sulzer Textil AG
Andreas Helfenstein
CH-8630 Rüti
Schweiz
Telefon +41 (0)55-250 28 37
Telefax +41 (0)55-250 21 05
E-Mail andreas.helfenstein@sulzer.com



6[■] Das von Sulzer Innotec entwickelte Programm WebSim ermöglicht es Sulzer Textil, den Verlauf der Fadenkräfte auf dem Rotor einer Mehrphasenwebmaschine zu berechnen.