

## **Teebeutel sicher im Griff**

Konstruktion & Engineering Juli 1994

### **Software OPTIMUS MOTUS® optimiert Verpackungsmaschine**

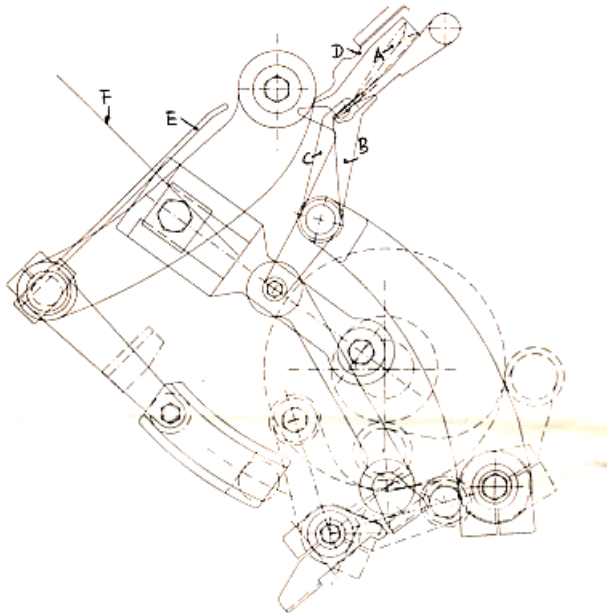
**BIELEFELD - Die Auslegung moderner Be- und Verarbeitungsmaschinen erfordert wegen der ständig wachsenden Anforderungen immer mehr den Einsatz leistungsfähiger Berechnungswerkzeuge zur Ermittlung und Optimierung der Bewegungsabläufe. Was solche Softwarepakete zu leisten vermögen, zeigt das Beispiel einer Verpackungsmaschine.**

Nachdem die Firma Teepack Spezialmaschinen aus Meerbusch die kinematischen Elemente einer neuen Maschinengeneration seit 1984 in Zusammenarbeit mit einem externen Ingenieurbüro optimiert hatte, werden die Maschinen zum Verpacken der bekannten Doppelkammer-Teebeutel seit 1990 mit der PC- und Workstation-orientierten Software OPTIMUS MOTUS® vom Bielefelder Kurvenspezialisten Nolte NC-Kurventechnik entworfen, um die Entwicklung hausintern flexibler zu gestalten. Eine Station in einer solchen Maschine hat die Aufgabe, einen Teebeutel mit Hilfe einer Zange aus einem getakteten Schaltstern herauszuziehen und über einen Transportschieber an eine Paketiereinrichtung weiterzugeben. Dabei ist zu beachten, daß die Zange den Teebeutel erst greifen kann, wenn der Schaltstern fast zum Stillstand gekommen ist und daß der Teebeutel in der Phase der Annäherung nicht damit kollidieren darf.

Der Transportschieber wird von einem Viergelenkgetriebe angetrieben. Der Teebeutel muß so schnell abwärts bewegt werden, daß er auf der Transportschiene aufkommt, bevor der Transportschieber ihn weiterbewegt. Er darf auch nicht mit dem Schaltstern zusammenstoßen, der parallel weitertaktet. Die Hubbewegung der Zange wird über eine erste Kurve gesteuert, die Öffnungs- und Schließbewegung über eine zweite Kurve. Besonderes Augenmerk ist dabei auf den Beschleunigungs- und den Bremsvorgang für den Teebeutel zu richten. Bei zu großen Beschleunigungen verformt sich der Teebeutel auf Grund der Trägheitswirkungen des Tees untragbar stark. Bei zu sanftem Anlauf kommt der Teebeutel nicht rechtzeitig vor den Transportschieber und aus dem Ausgabewerkzeug heraus.

Gerade bei dieser kritischen Station stellte sich der Spielraum für umsetzbare Lösungen als sehr klein heraus. Ohne entsprechendes Berechnungswerkzeug findet man diesen Spielraum unter Umständen gar nicht! Für den Vorgängertyp wurde eine ähnliche Ausgabestation nach den üblichen Methoden des Mechanismenentwurfs entwickelt.

In der Konstruktion war aufgrund der vor Ort verfügbaren Hilfsmittel nur der Weg kontrollierbar. Auswirkungen auf Geschwindigkeit, Beschleunigung, Rucke, Stöße, Kräfte oder ähnliche Bewertungsgrößen lagen außerhalb der praktischen Feststellbarkeit. Die gefundenen Kurven wurden dann gezeichnet und durch Kreisbögen und Geradenstücke angenähert. Obwohl solche Kurven aufgrund tangential ineinander übergehender



Konturelemente glatt aussehen, besitzen sie doch wegen der Sprünge in den Beschleunigungen des Abtriebsgliedes ungünstige, schwingungsanregende Laufeigenschaften. Trotz aufwendiger Optimierungen blieben die auf den Teebeutel einwirkenden Beschleunigungen aber so hoch, daß die Gefahr des Ausbeulens der Teebeutel beim Aufsetzen auf die Transportschiene bestand. Für eine neue schnellaufende Generation der Verpackungsmaschine wurde dann die Auslegung der betrachteten Ausgabestation mit Hilfe der Software OPTIMUS MOTUS® überarbeitet. Die gesamte Bewegungsaufgabe (Kurve + Mechanismus + Bewegungsplan) kann als Einheit beschrieben, verwaltet und behandelt

werden. Häufig benötigte Untersuchungen erfordern keine aufwendige Handarbeit wie bei manuellen Methoden am Reißbrett oder am CAD-System. Analysen lassen sich ohne Mehraufwand mit beliebiger Feinheit durchführen, so daß man auch kritische Zwischenpositionen betrachten kann. Die Variation der Bewegungsaufgabe verursacht kaum zusätzlichen Untersuchungs-Aufwand. Die Auswirkungen beim Ändern von Hebellängen, Lagerpositionen, Bewegungsgesetzen, Hüben, Drehwinkeln und ähnlichen Einflußgrößen sind innerhalb von Sekunden überprüft und bewertet. Sehr schnell kommt man so auch bei komplexen Problemstellungen zu optimalen Ergebnissen und zu genauen Aussagen über die Eignung der gefundenen Lösung.

Auf Grund der Möglichkeit, den Gesamtmechanismus mit Rechnergenauigkeit in einer Filmdarstellung zu simulieren, können Reserven (Sicherheitsabstände, Toleranzen) sehr viel konsequenter ausgereizt werden. Gerade dieses knappe Anpeilen aller Kollisionspunkte reduziert in vielen praktischen Auslegungen mit der Software die Beschleunigungen und damit die Belastungen auf die Kurven und die Gelenke.

Die Software sorgt automatisch für das Verschieben der Bauteile bei Kollisionsuntersuchungen. Schnelle Vergleichsuntersuchungen alternativer Prinziplösungen erlauben an Hand fundierter Erkenntnisse eine sichere Auswahl der besten Lösung für die gestellte Bewegungsaufgabe. Früher mußte eine solche Untersuchung aus Zeitgründen in der Regel unterbleiben.

Die optimierten Berechnungsergebnisse lassen sich mit Hilfe spezialisierter Softwarebausteine sofort in geeignete Fertigungsunterlagen überführen, zum Beispiel in NC-Programme zum Fräsen der Kurvenbahnen oder in Datenfiles für Servosteuerungen. Zum Nachweis der Berechnungen im Rahmen der Qualitätssicherung und bei Fragen der Haftung, aber auch zur Langzeitarchivierung können alle wichtigen Berechnungsergebnisse dokumentiert werden. Das Know-How geht nicht verloren. Zur Bewertung einer getriebetechnischen Lösung können dabei Diagramme und Tabellen zu Wegen, Relativpositionen, Beschleunigungen, Kräften, Momenten oder Pressungen abgerufen werden, aber auch Einzelbilder und Animationen des Gesamtmechanismus mit der Geometrie der bewegten Teile. Der Ingenieur sieht und bewertet seinen Entwurf direkt auf dem Bildschirm.

Die Optimierung mit Hilfe der Software, insbesondere die Feinoptimierung der Bewegungsabläufe durch die wiederholte Simulation der Ausgabereinheit ergab letztlich eine deutliche Reduktion der Beschleunigung am Teebeutel. Die neue Ausgabestation zeichnet sich dementsprechend durch eine deutlich verbesserte Verarbeitungsqualität aus. Trotz erhöhter Drehzahl verformen sich die Teebeutel heute wesentlich weniger. Erfreulich war zudem, daß die gesamte Untersuchung mit OPTIMUS MOTUS ® innerhalb von zwei Tagen durchgeführt werden konnte. Die gleiche Aufgabe hatte früher mehrere Wochen Zeit in Anspruch genommen.