

12/2000

December 2000

Vol. 90

www.kunststoffweb.de

Bilingual Edition
German English

KUW

Kunststoffe

plast europe

**Drives:
Electric or
Hydraulic?**

JOINING TECHNOLOGY

Bonding
of Polyolefins

Laminating PVC
Window Profiles

ENGINEERING PLASTICS

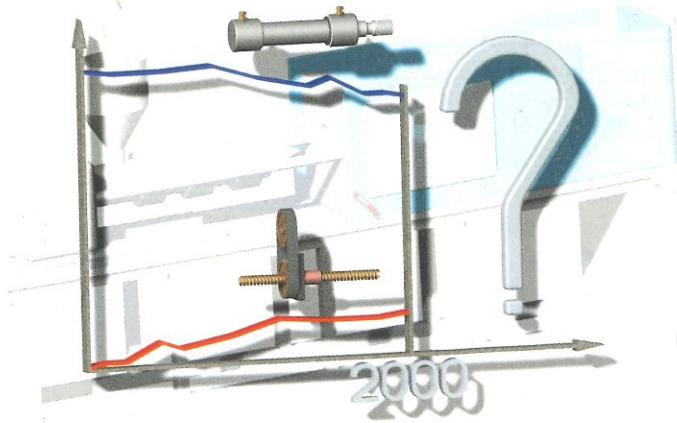
Polyamides for
Blow Moulding and
Thermoforming

Polyamides with
Lower Water
Absorption

TELE- COMMUNICATION

Substrates
for CD and DVD





Welchen Antrieb braucht die Spritzgießmaschine?

Alle Fakten – alle Trends

Thomas Kamps und Johannes Wortberg, Essen

Kontrovers und meist emotional wird die Frage nach der geeigneten Antriebstechnik bei Spritzgießmaschinen geführt. Aspekte wie Energieverbrauch, Reproduzierbarkeit, Ölleckagen und Reinraumbedingungen stehen dabei zur Debatte. Nur eine objektive und emotionslose Bestandsaufnahme hilft dem Verarbeiter bei der Entscheidung zur richtigen Antriebstechnik.

Einer Delphi-Studie zufolge ist im Jahre 2010 bei Spritzgießmaschinen mit einem Anteil von 28% vollelektrischer Maschinen zu rechnen. Die verbleibenden 72% würden sich dabei in 34% vollhydraulische und 38% hybride Ausstattung aufteilen [1]. Seit dem Erscheinen dieser Studie sind über vier Jahre vergangen, Zeit für eine nähere Betrachtung der Antriebstechnik bei Spritzgießmaschinen.

Für den Einsatz von vollelektrischen Spritzgießmaschinen sind seit der Markteinführung viele Argumente angeführt worden wie Energieersparnis, höhere Dynamik, kürzere Zykluszeiten, bessere Reproduzier- und Regelbarkeit, Wegfall von Hydrauliköl, Verringerung von Kühlwasserbedarf, weniger Ausschuss beim Anfahren, geringerer Wartungsaufwand, Produktion unter Reinraumbedingungen und niedrigerer Geräuschpegel. Wobei zu beachten ist, dass nicht jeder Aspekt für jede Maschine und für jedes Produkt gleich ausfällt.

Nur Vergleiche der neusten Technik sinnvoll

Die Betrachtung der möglichen Energieersparnis führt, je nach dem welche Veröffentlichung oder welche Maschi-

nenherstellerangaben betrachtet werden, zu Einsparpotenzialen von bis zu 80%. Selbst bei einem möglichen Anteil des Energieverbrauchs an den Herstellungskosten von etwa 4% [2] (Angabe ohne Berücksichtigung von Ökosteuer und liberalisiertem Strommarkt), sind Kostenverringerungen bis zu 3,2% möglich. Bei den Angaben ist aber zu beachten, dass diese in der Regel mit „bis zu“ versehen sind, was bedeutet, hier wird für hydraulische Maschinen der ungünstigste Fall betrachtet. Darüber hinaus stellt sich die Frage, gegenüber welcher hydraulischen Maschine wird dieser Wert angeführt? Bei einem Vergleich einer hydraulischen Maschine mit einer Konstantpumpe ergeben sich natürlich größere Einsparpotenziale. Ein sachgemäßer Vergleich ist nur gegeben, wenn eine hydraulische bzw. hybride Maschine mit neuester Technik, das bedeutet mit Regelpumpensystemen, Speichertechniken und evtl. elektromechanischer Plastifizierung, der vollelektrischen Maschine gegenübergestellt wird. Um das Ganze noch zu erschweren, wäre es zudem erforderlich, den Vergleich mit verschiedenen Produkttypen durchzuführen, so dass als Ergebnis eine mittlere Energieeinsparung in Verbindung

mit einem min. und max. Einsparpotenzial vorliegt. Unabhängig davon ist aber sicher, dass bei vollelektrischen Spritzgießmaschinen auf Grund der geringeren Anzahl von Teilwirkungsgraden ein besserer Gesamtwirkungsgrad vorliegt (Bild 1). Dies bringt ohne Zweifel eine Energieersparnis mit sich, die bei einer realen Betrachtung deutlich geringer als 80% ausfällt.

Ein interessanterer Aspekt des besseren Wirkungsgrads und der damit verbundenen Energieeinsparung vollelektrischer Maschinen ist, dass der Kauf einer solchen Maschine in manchen Ländern und Regionen subventioniert wird, z.B. in Teilen der USA und im skandinavischen Raum.

Hohe Dynamik beim Blasenspeicher

Die hohe Dynamik elektromechanischer Antriebssysteme in Verbindung mit der Möglichkeit, alle Achsen gleichzeitig zu bewegen, bewirkt eine kürzere Trockenlaufzeit und oft auch eine kürzere Zykluszeit. Die Folge ist eine erhöhte Produktivität, die in einer Kostenkalkulation immer berücksichtigt werden sollte. Der Rückschluss darauf, dass nun alle

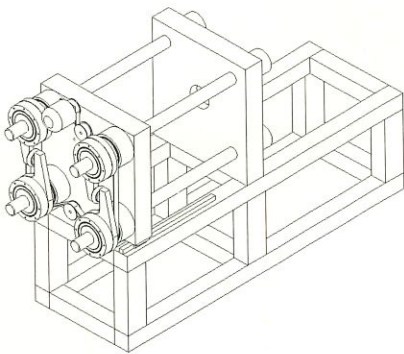


Bild 8. Konzept einer elektromechanisch angetriebenen 2-Platten-Schließeinheit von Amir Ziv-Av (Bild: Ziv-Av)

Kniehebel, 2-Platten und Getriebe im Vergleich

Eine Weiterentwicklung hat aber auch bei der elektromechanischen Antriebstechnik stattgefunden. So gibt es bereits vollelektrische Maschinen in der 6. Generation. Darüber hinaus ist zu bedenken, dass die Hydraulik bei Spritzgießmaschinen über 50 Jahre Zeit hatte, sich zu entwickeln. Folglich ist diese Technik bereits auf einem sehr hohen Niveau und in manchen Bereichen ist das Verbesserungspotenzial weitgehend ausgeschöpft. Die Elektromechanik bei Spritzgießmaschinen steht dabei fast noch am Anfang. Deutlich wird dies bei einem Vergleich der verwendeten, elektromechanischen Antriebssysteme. Hier dominiert auf der Schließseite der Kniehebel, der meist über Zahnriemen/Spindel, aber auch über Zahnrad/Zahnstangen-Kombinationen angetrieben wird. Der Kniehebel ist für den Einsatz in der Schließeinheit eine Lösung, die von der Kinematik her dem Bedarf nach hohen Geschwindigkeiten zu Beginn und hohen Kräften am Ende sehr gut entgegen kommt. Eine 2-Platten-Bauweise für vollelektrische Maschinen, die um einiges kürzer baut als Kniehebelsysteme, ist bisher nur in Ansätzen verfolgt worden (Bild 8) [3, 10].

Für die Einspritzachse sieht es ähnlich aus, dominiert von Zahnriemen/Spindel-Antrieben finden auch Kurbeltriebe ihren Einsatz. Gerade in Bezug auf den Einspritzvorgang zeigt sich, wo die Grenzen der Elektromechanik liegen. Dieser Vorgang verlangt dem Spritzgießprozess die größte Leistung ab, wobei in der Einspritzphase relativ hohe Geschwindigkeiten und Kräfte gefordert sind, in der Nachdruckphase

hingegen nur hohe Kräfte. Eine wirklich gute Abstimmung mit Spindelsystemen, aber auch bei allen anderen Getrieben mit konstanter Übersetzung, kann derzeit nur für Kraft oder Geschwindigkeit erfolgen. Kurbeltriebe erlauben eine variable Übersetzung, die dem Prozessablauf bei Standardprodukten entgegenkommt, sind jedoch im Übersetzungsverlauf nicht flexibel genug, um allen Produkten (z.B. Dünnwandartikel) gerecht zu werden und erfordern einen technischen Mehraufwand, der sich im Preis bemerkbar macht. Ebenfalls bei den Nebenfunktionen stößt man hauptsächlich auf Zahnriemen und Spindeln. Auch bei den Elektromotoren ist keine besondere Vielfalt gegeben, Standard sind hier Synchron-Servomotoren.

Die sich in der Überzahl befindlichen Spindelsysteme lassen den Schluss zu, dass bei vielen Maschinen der Hydraulikzylinder einfach durch ein in seiner Funktionsweise ähnliches, elektromechanisches System substituiert wurde, was nicht heißt, dass diese Systeme schlecht sind. Aber es fehlt eine umfassende Untersuchung, die die verschiedenen elektromechanischen Antriebssysteme miteinander vergleicht und Aussagen über Zuverlässigkeit und Lagezeitverhalten dieser Antriebssysteme zulässt.

Elektrische mit großen Schließkräften

Mit ein Grund für die Mehrkosten vollelektrischer Maschinen liegt in der für

jede bewegte Achse benötigten Kombination aus Getriebe und Elektromotor, wobei das Getriebe die rotatorische Bewegung des Elektromotors in eine translatorische wandelt. Die großen Kostenfaktoren hängen also zum einen mit der Anzahl der verwendeten Antriebssysteme und zum anderen mit den z.T. sehr großen Kräften, die während des Prozesses gefordert sind, zusammen. In Summe führt dies zu einer installierten Antriebsleistung, die die von hydraulischen Maschinen deutlich übersteigt.

Ungeachtet des höheren Anschaffungspreises und des installierten Leistungsüberschusses vollelektrischer Spritzgießmaschinen scheint es, besonders bei den japanischen Anbietern, einen Trend zu immer größeren Maschinen und Schließkräften zu geben. So sind vollelektrische Maschinen mit Schließkräften um 4000 bis 5000 kN keine Seltenheit mehr. UBE Machinery, Ann Arbor/USA, bietet sogar vollelektrische Maschinen im Schließkraftbereich von über 10 000 kN an. Für 2001 sind bereits bei Ferromatik-Milacron, Batavia/USA, und UBE Machinery, Ann Arbor/USA, vollelektrische Maschinen im Schließkraftbereich von 18 000 kN in der Entwicklung [11].

Direktantriebe könnten Kosten senken

Welche Möglichkeiten haben Maschinenbauer nun, die Kosten für vollelektrische Maschinen zu senken? Eine Möglichkeit besteht darin, die Kosten für die einzelnen Antriebsstränge zu senken,

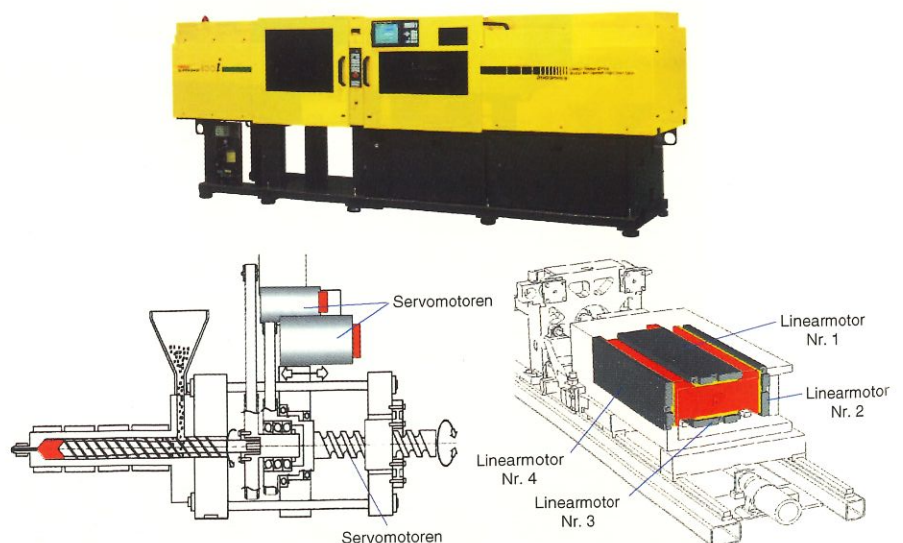


Bild 9. Mit Linearmotoren betriebene Spritzgießmaschine 100i von Fanuc und Gegenüberstellung von Spindel- und Linearantrieb (Bild: Fanuc)