

# Energieverbrauch und Geräuschpegel drastisch gesenkt

## Elektrohydraulischer Antrieb für Gummispritzgießmaschinen



*Ein Drittel ihrer Energie verbrauchen Gummispritzgießmaschinen für den hydraulischen Antrieb. Durch Umstieg auf eine elektrohydraulische Lösung mit servogesteuerten Innenzahnradpumpen verminderte der Maschinenhersteller Maplan diesen Energieanteil auf ein Fünftel des früheren Wertes und senkte zugleich den Geräuschpegel um 50 %. Auch die ebenfalls erzielte Verkürzung der Trockenlaufzeit um 10 bis 15 % trägt zur Amortisierung der Anschaffungskosten in kürzester Zeit bei.*

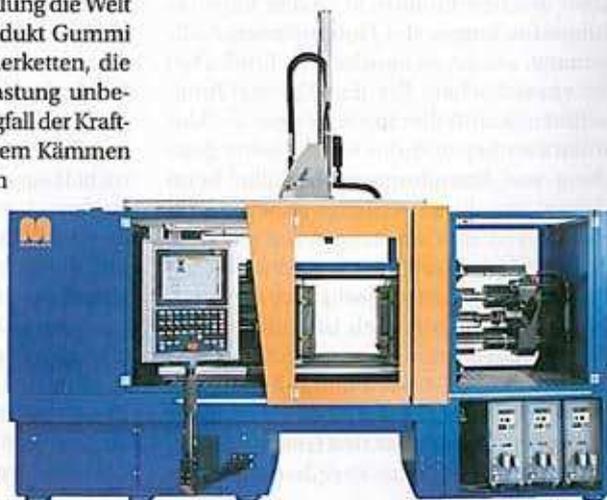
Als Charles Goodyear 1839 mit dem chemisch-technischen Verfahren der Vulkanisation einen Weg fand, das Baumharz Kautschuk durch Zugabe von Schwefel und unter Einfluss von Zeit, Temperatur und Druck gegen Alterung und mechanische Beanspruchung widerstandsfähig zu machen, ahnte er nicht, wie sehr seine Entwicklung die Welt verändern würde. Das Endprodukt Gummi besteht aus geringelten Polymerketten, die eine Streckung durch Zugbelastung unbeschadet überstehen und bei Wegfall der Krafteinwirkung wie Locken nach dem Kämmen wieder ihre ursprüngliche Form annehmen. Das Material ist daher ebenso flexibel wie elastisch und wird heute

überall dort eingesetzt, wo diese Eigenschaften gefragt sind. Von der Dichtung über den Faltenbalg, vom Gerätefuß bis hin zur Kabeldurchführung: Keine Installation und kaum ein Gerät kommt ohne Teile aus Gummi, Silikon oder Elastomeren aus. Der Autoverkehr wurde überhaupt erst durch die Gummibereifung massentauglich.

Formteile aus Gummi wurden früher in Pressen hergestellt. Sie hatten den Nachteil einer inhomogenen Temperaturverteilung durch die Wärmezufuhr von außen. Innerhalb von 50 Jahren hat sich praktisch überall der Gummispritzguss durchgesetzt, bei dem die Homogenität des Ausgangsmaterials und damit die Produktqualität wesentlich besser zu steuern sind. Er funktioniert im Grunde ähnlich wie bei Thermoplasten. Auch beim Gummispritzgießen fördert eine Schnecke das Material in eine Einspritzkammer, um es schließlich unter hohem Druck in die Form einzuspritzen. Ein wesentlicher Unterschied ist im chemischen Prozess begründet, der in der Form stattfindet. Er dauert länger als das Auskühlen eines thermoplastischen Werkstoffs und ist mit einem Expansionsdrang des Materials verbunden, dem die Schließkräfte entgegenwirken müssen.

Einer der drei weltweit größten Anbieter von Gummispritzgießmaschinen ist Maplan. Am Hauptsitz in Ternitz im südlichen Niederösterreich nach europäischen Qualitätsmaßstäben entwickelt, gefertigt und montiert, gehen die Maschinen über Tochtergesellschaften in Deutschland, Frankreich und Nordamerika sowie Vertretungen und Servicepartner in die ganze Welt. Die Bandbreite der Modelle reicht beim verarbeit-

1: Cool Drive® revolutioniert die Wirtschaftlichkeit von Gummispritzgussmaschinen



baren Spritzvolumen von 10 bis 26000 cm<sup>3</sup> und bei der Schließkraft von 150 bis 10000 kN. Vertikale Ausführungen werden dort verwendet, wo manuell entformt wird, horizontale Ausführungen werden in automatisierten Anwendungen herangezogen.

Alleinstellungsmerkmale von Maplan-Maschinen sind die FIFO-Gummispritzeinheit, die durch ihre kurze Bauform den maximalen Einspritzdruck direkt am Werkzeug anstehen lässt und mehr Wärme direkt an die Kavitäten bringt, und die selbstoptimierende, automatische Nachregelung der Prozessparameter.

### Einsparungspotenzial Energieverbrauch

Andere Optimierungspotenziale waren bereits ausgeschöpft, also wendete sich Maplan anlässlich einer Neuentwicklung dem Energieverbrauch als Angriffsziel zu. Eine von Maplan-Entwicklungsleiter Ing. Rudolf Eisenhuber durchgeführte Energieanalyse ergab, dass etwa ein Drittel des Energieaufwandes durch den Antrieb verursacht wird.

In bis zu 6000 Betriebsstunden pro Jahr absolvieren die Maschinen mehrere hunderttausend Fertigungszyklen mit Zykluszeiten von 30 s bis zu mehreren Minuten. Dabei kommt es prozessbedingt zu Pausen, in denen sich der hydraulische Antrieb im Leerlauf befindet. Bisher wurde der Antrieb mit einer druckgeregelten Verstellpumpe realisiert, die von einem Asynchronmotor angetrieben wird. Dieser läuft permanent, da ein ständiges Aus- und Einschalten in den Zyklen wegen Überhitzungsgefahr am Motor und wegen mangelnder Eignung der Kolbenpumpen für diese Betriebsart nicht zulässig wäre. Überschüssige Energie wird in Wärme umgewandelt, die mit zusätzlichem Energieaufwand über Kühler abgeführt werden muss. Dabei senken vor allem Leerläufe bzw. der Spülbetrieb drastisch den Gesamtwirkungsgrad des Antriebssystems. Zudem ergibt sich durch diese Belastung des Antriebs ein erheblicher Blindleistungsbedarf. Im Bereich des Kunststoffspritzgusses ist daher ein Trend zu rein elektrischen Antrieben zu erkennen. Diese sind jedoch in der Kautschukverarbeitung



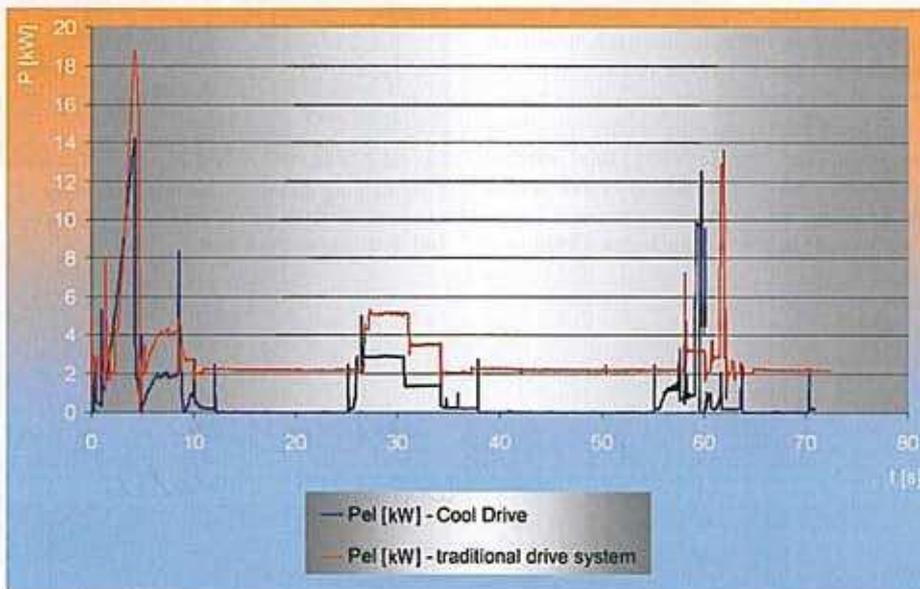
2: Der ACOPOS-Servoverstärker ist über POWERLINK mit dem Steuerrechner APC620 verbunden



3: Bedienung und Diagnose mit Hilfe eines kundenspezifisch gestalteten AP900 mit 15-Zoll-Touchscreen von B&R



4: Systemvergleich von drei möglichen Antriebsvarianten



5: Cool Drive® senkt den Energieverbrauch für den Antrieb bei mindestens gleicher Leistung um bis zu 70 %

	Verstellpumpe mit konstanter Drehzahl	Hybridantrieb	Ersparnis
Elektrische Wirkarbeit	18.100 kWh	5.800 kWh	12.300 kWh
Kosten Wirkarbeit	2.170 €	690 €	1.480 €
CO <sub>2</sub> Emission	14.480 kg	4.640 kg	9.840 kg
Elektrische Blindarbeit	58.200 kVAh	8.300 kVAh	49.900 kVAh
Blindarbeit Kosten	1.092 €	154 €	928 €
Kühlwassermenge	300 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	300 m <sup>3</sup>
Kühlenergie	5.400 kWh	0 kWh	5.400 kWh
Kosten Kühlwasser	648 €	0 €	648 €
<b>Summe Kostenersparnis</b>			<b>3.056 €</b>

6: Vergleichsrechnung und Kostenersparnis: Hybridantrieb Cool Drive® versus klassischer Hydraulikantrieb (Verstellpumpe mit konstanter Drehzahl)

wegen der speziellen Anforderungen von Seiten der Prozesstechnik nicht opportun.

**100 % Leistung, nur 20 % Energie**

Die Lösung brachten Konstantvolumenpumpen mit servomotorischem Antrieb. Um bis zu 60 % kleiner als Axialkolbenpum-

pen mit gleicher Fördermenge sind Innenzahnradpumpen durch Erhöhung der Eilgangsdrehzahl auf bis zu 4000 min<sup>-1</sup> statt der bei Asynchronmotor und Verstellpumpen üblichen 1500 min<sup>-1</sup> deutlich leistungsstärker. Bei geringerer Geräuschemission erlauben sie genauere Druckregelungen bei höherem volumetrischem Wirkungsgrad.

Die eigentliche Energieeinsparung ergibt sich aus der Anpassung der Pumpenaktivität und damit der Motordrehzahl an den tatsächlichen Leistungsbedarf. Da dieser in prozessbedingten Zykluspausen der hydraulischen Verbraucher null ist, kommt es somit automatisch zu einem Stillsetzen des Antriebs. Die antriebsseitige Energieersparnis ist mit gemessenen Werten bis zu 70 % sensationell. Dazu kommt ein deutlich geringerer Energieeintrag in das Hydrauliköl, durch den Ölwechsel seltener vorgenommen werden müssen und ein Ölkühler überflüssig ist. Das reduziert den Wasserverbrauch und den Gesamt-Energiebedarf um bis zu 50 %.

Ein vorteilhafter Nebeneffekt ist die Geräuschreduktion. „Schon während der Arbeitsbewegungen führt die größere Laufruhe der Pumpe zu einer Lärminderung um bis zu 10 dB(A)“, weiß der für den Vertrieb verantwortliche Maplan-Prokurist Gert Kain. „In den hydraulischen Zykluspausen entwickelt die Druckerzeugung überhaupt kein Geräusch. Dadurch kommt es insgesamt zu einer Verringerung des Geräuschpegels um bis zu 50 %, und das verbessert die Arbeitsplatzqualität in einer vollen Maschinenhalle enorm.“ Als weiterer Kundennutzen der bei Maplan Cool Drive® genannten elektrohydraulischen Technologie ergibt sich durch die höhere Dynamik der Servotechnik (Bild 1). „Das ermöglicht in den aktuellen Maplan-Maschinen eine Steigerung der Maschinenperformance um 10 % und damit eine weitere deutliche Senkung der Stückkosten“, sagt Gert Kain.

**Schlüssige Lösung aus Österreich**

Mit den besonderen Anforderungen im Gepäck machte sich Rudolf Eisenhuber auf die Suche nach einer entsprechenden Systemlösung. „Wir wollten einerseits eine integrierte Gesamtlösung mit bekannten, nachvollziehbaren Leistungsdaten“, erinnert er sich. „Andererseits musste die Lösung mit unserem extrem modularen Maschinenkonzept kompatibel sein, bei dem oft erst kurz vor Auslieferung die tatsächliche Bestückung und Konfiguration festgelegt wird. Und die hauseigenen Elektro- und Automatisierungstechniker sollten mit komfortablen Entwicklungswerkzeugen die Softwarehoheit im Haus behalten.“

Zwei Anbieter mit herkunftsbedingt unterschiedlicher Philosophie kamen in die engere Auswahl, einer davon mit langer Tradition in der Hydraulik. Das Rennen machte jedoch das von der elektronischen Seite der Problemstellung kommende Unternehmen B&R, das mit seinem Hydraulik-Partner **Dorninger Hytronics** unter dem Namen Hybrid Drive Control die elektrohydraulische Komplettlösung auf Basis servogesteuerter Innenzahnradpumpen anbieten konnte. Bei der an der deutschen Kautschuktagung 2009 vorgestellten Lösung steuert ein intelligenter ACOPOS-Servoverstärker einen belüfteten Drehstrom-Syn-

chronomotor der Serie 8LS an. Die hochdynamische Pumpenregelung für Hydraulikdruck und -menge ist im SPT-Code (Smart Process Technology) am ACOPOS implementiert. Diese frei konfigurierbare Technologie-Bibliothek nutzt indirekte Prozessgrößen und realisiert hohe Produktivität und Genauigkeit durch synchrone Abarbeitung und kurze Reaktionszeiten.

Über POWERLINK verbunden ist der ACOPOS-Servoverstärker mit dem übergeordneten Steuerrechner APC620 (Bild 2), auf dem unter Automation Runtime AR010 die Soft-PLC-Steuerung ebenso läuft, wie die in Visual Components gestaltete Visualisierung und eine für den Benutzer nicht wahrnehmbare Windows-Instanz. Diese wird zum Beispiel benötigt, um die detailliert hinterlegte Produkt- und Wartungsdokumentation und das umfangreiche Hilfesystem darzustellen. Die Kommunikation zu den je nach Ausstattungsgrad der Maschine 50 bis 120 I/O-Punkten erfolgt über die schlanken X20-Schnittstellenmodule, zum Bedienpersonal über ein PC5000touch Automation Panel, hinter dem sich ein B&R-AP900 mit 15-Zoll-Touchscreen und kundenspezifischem Tastenfeld verbirgt (Bild 3).

„Die verglichenen Lösungen boten eine vergleichbar gute Energiebilanz“, sagt Alois Pichler, Leiter der Maplan-Elektrokonstruk-

tion. „Den Ausschlag für B&R gaben die Vorteile in der Entwicklung.“ Dazu zählt er außer der breiten Produktpalette, die der Maschinenvielfalt von Maplan entgegen kommt, die integrierte Softwareentwicklung sowohl der Ablaufsteuerung als auch der Bewegungssteuerung innerhalb einer einzigen Entwicklungsumgebung, die es erlaubt, selbst die Diagnostik nahtlos in die Steuerungsoberfläche zu integrieren. Und die reicht mit der B&R-Antriebstechnik bis zum Motor selbst.

Das Kundeninteresse lässt darauf schließen, dass Cool Drive\* die passende Antwort auf aktuelle Fragen bietet. „Die Mehrkosten der neuen Antriebstechnologie amortisieren sich in kürzester Zeit“, sagt Gert Kain. „Obwohl wir weiterhin alle Maschinen auch mit konventionellem Antrieb anbieten, liefern wir in allen Größen, für die Cool Drive\* bereits verfügbar ist, fast nur noch die Varianten mit der hybriden Antriebstechnik von B&R und Dorninger Hytronics aus.“

### Fazit

Ein systematischer Vergleich der drei möglichen Antriebsvarianten für Gummispritzgießmaschinen zeigt die deutlichen Vorteile der Cool Drive\*-Technologie (Bild 4). Echte Messergebnisse belegen, dass Cool Drive\* von Maplan mit B&R-Antriebstechnik und

### Maplan

Gegründet: 1835

Mitarbeiter: 150

Standorte: Ternitz (AT), Stuttgart, Neustadt a. Rbge. (DE), Chambéry (FR), Quedgeley, Gloucester (UK), Moscow (RUS), Hanover Park, IL (USA)

Umsatz: 31 Mio. Euro

Produkte & Services: Elastomer-Spritzgießmaschinen

Internet: [www.maplan.at](http://www.maplan.at)

Hydraulik von Dorninger Hytronics den Energieverbrauch für den Antrieb bei mindestens gleicher Leistung um bis zu 70 % senkt (Bild 5). Bild 6 zeigt eine Vergleichsrechnung basierend auf der Produktion einer Dichtung mit 73 s Zykluszeit auf einer MHF400/300E2-Maschine mit 6000 Betriebsstunden/Jahr und automatischer Entformung. Die jährliche Gesamtersparnis beträgt bis zu 3 056 Euro, der Mehrpreis für Cool Drive\* amortisiert sich in kürzester Zeit. Durch die Energieeinsparung ergibt sich darüber hinaus eine Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emission von ca. 10 000 kg jährlich.

B&R 14912790

[www.vf.v1.de/14912790](http://www.vf.v1.de/14912790)