

HVG-Mitteilung Nr. 2039

Elektrische Servo-Antriebe in der IS-Maschine

H. Bögert, Heye International GmbH, Obernkirchen

Vortrag im Fachausschuss IV der DGG am 25. März 2003 in Würzburg

Die IS-Maschine ist die Standard-Maschine der Hohlglasfertigung. Die Bewegungen sind traditionell durch pneumatische Antriebe realisiert. Die heute verfügbaren Mittel der elektrischen Antriebstechnik und Steuerung können erheblich zur Verbesserung der Maschinen unter Beibehaltung des Grundaufbaus beitragen. Heye hat viele Jahre Erfahrungen mit dem Einsatz der elektrischen Servo-Antriebstechnik im Bereich der Hohlglas-Produktionsanlagen. Beispiele sind:

- Servo-Plungermechanismus,
- Servo-Scherenantrieb,
- Doppelmotor-Schere (2 Servo-Antriebe pro Schere),
- Tropfenverteiler,
- Servo-Einschieber (3 Servo-Antriebe pro Einschieber) und
- H 1-2 Produktionsmaschine (13 Servo-Antriebe pro Maschine).

Darauf aufbauend bietet Heye jetzt ein modulares Antriebskonzept an, welches eine große Anzahl von Servomotoren speisen und kontrollieren kann. Damit wird es möglich, auch Element-Antriebe der IS-Maschine in Servo-Technik auszuführen. Die Charakteristik dieser Servo-Antriebe erfordert jedoch angepasste Mechanismen. Für eine konventionelle IS-Box hat Heye 5 neue Mechanismen entwickelt:

- Servo-Vorform-Schließmechanismus,
- Servo-Fertigform-Schließmechanismus,
- Servo-Invert-Mechanismus,
- Servo-Takeout-Mechanismus und
- Servo-Preßmechanismus.

Alle Baugruppen sind so gestaltet, dass die Hauptabmessungen der Maschine erhalten bleiben, dass weitgehend Nachrüstfähigkeit besteht und dass alle variablen Ausrüstungsteile weiterverwendbar sind. Die Möglichkeit eines schrittweisen Ausbaus und der Modernisierung der IS-Maschine ist somit gegeben. Betont werden sollen die Vorteile der elektrischen Servo-Antriebstechnik gegenüber der konventionellen Pneumatik:

- Gute Kontrolle der Geschwindigkeit über den Verfahrweg und damit
 - programmierbare beschleunigungs-optimierte Bewegungsprofile,
 - Vermeidung von Stößen und Kraftspitzen,
 - Verringerung von Verschleiß an Mechanismen und Formenmaterial,
 - programmierbare Endpositionen,
 - engere Überschneidungen von Bewegungen programmierbar und
 - Gewinn von Prozesszeiten,
- daraus ergibt sich ein positiver Einfluss auf
 - die Produktqualität,
 - die Produktionsgeschwindigkeit,
 - den Energieverbrauch,
 - die Umrüstdauer,

- die Lebensdauer der Mechanismen und Formen,
- die Reparaturkosten und
- die Geräuschemissionen.

Die verbesserte Visualisierung der Prozessparameter und die verringerte Anzahl von erforderlichen Einstellungen ergibt zusätzlich eine bessere Wiederholgenauigkeit von einmal ermittelten günstigen Abläufen und Verfahrenszeiten.

In den fünf vorgenannten Mechanismen wurden die unterschiedlichsten Antriebssysteme entsprechend dem Einbauraum und den Anforderungen eingesetzt, vom Schnecken-, Zahnrad- bis zum Spindeltrieb, aber eines haben sie gemeinsam: die gleiche Größe und Leistung des Servomotors. Die Mechanismen Vorform-Schließmechanismus, Invert-Mechanismus und Takeout wurden als sogenannte Nachrüstmechanismen ausgeführt, d.h. dass diese Mechaniken ohne Nacharbeit der Box dort eingebaut werden können, wo vorher die pneumatisch angetriebenen Mechaniken installiert waren. Alle Variables und Formen lassen sich weiterverwenden. Für den Fertigform-Schließmechanismus und den Pegelmechanismus trifft dieses nicht in vollem Umfang zu. Diese beiden Mechanismen erfordern eine im Innenraum neu gestaltete Box, wobei die Außenabmessungen und alle System- und Stichmaße beibehalten wurden. Auch für den Fertigform-Schließmechanismus gilt, dass alle Variables und Formen weiterverwendbar sind. Für den Pegelmechanismus sind die Formenwerkzeuge wie Stempel und Kühlrohre weiterhin einsetzbar. Alle fünf Grundmechaniken mit ihren Antrieben sind so konstruiert, dass sie in den Maschinengrößen von 4 1/4“ DG bis 4 1/4“ TG einsetzbar sind. In der in Bild 1 gezeigten Box wurde eine 5“ DG Ausrüstung gewählt. Nachfolgend werden die einzelnen Mechanismen vorgestellt.

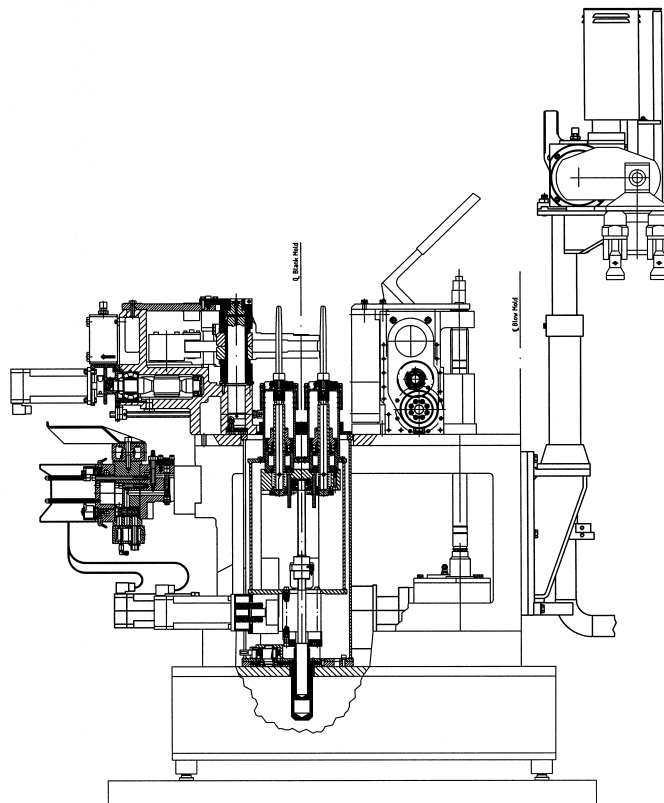


Bild 1: Seitenansicht einer IS-Station.

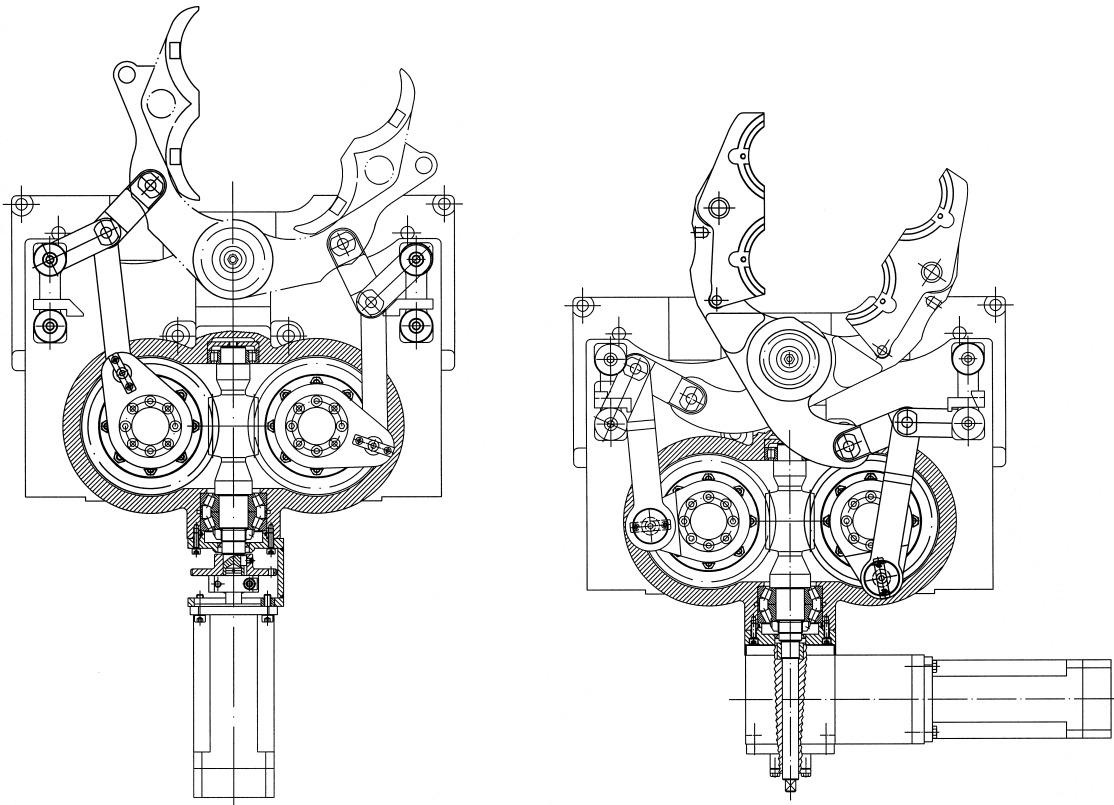


Bild 2: Vorform-Schließmechanismus.

Der Vorform-Schließmechanismus lässt sich anstelle der Vorformtraverse auf jede Box aufbauen. Der Antrieb erfolgt über eine zentrale Schnecke, die zwei Schneckenräder antreibt. So entstehen die beiden gegenläufigen Drehungen der Antriebskurbeln mit gleich großen Kräften (Momenten). Der weitere Kraft- und Bewegungsverlauf erfolgt je Seite über eine Schubstange auf eine Doppelschwinge, die an einem Ende am Grundrahmen fest angelenkt und am anderen Ende mit dem zentral gelagerten Vorformscharnier verbunden ist.

Die Grundeinheit ist je nach Kühlsystem sowohl für die innere als auch für die äußere Scharnieranlenkung verwendbar. Für den Fall einer Umrüstung müssen Kurbel, Schubstange und Doppelschwinge gewechselt werden. Eine Ausrichtung und Mitfindung der beiden Scharnierhälften und Antriebsstränge erfolgt, indem die beiden Antriebskurbeln im gelösten Zustand der Spannsätze durch Abstecken aus der oberen Abdeckplatte zentriert werden. Im abgesteckten Zustand werden dann die Spannsätze, die die beiden Kurbeln mit den Schneckenwellen verbinden, angezogen. Diese Einrichtung muss nur einmal vorgenommen werden, da anzunehmen ist, dass bei gleichen Kräften in den Antriebssträngen, der Verschleiß an den Antriebsteilen auch gleichmäßig erfolgt. Die Zuhaltekräfte von bis zu 20000 N stehen sofort bei Ende der Bewegung, d.h. bei geschlossener Form zur Verfügung.

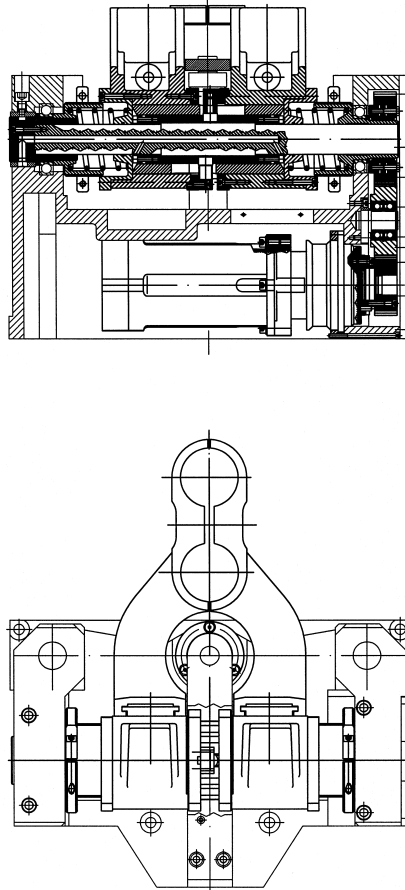


Bild 3: Servo-Invert-Mechanismus.

Der Servo-Invert-Mechanismus in Bild 3 ist eine kompakte Baueinheit, die sowohl den Neckring (Mündungshalterachse) mit Lagerung sowie den parallel eingebauten Servoantriebmotor mit nachgeschaltetem Zahnradgetriebe für dessen Antrieb als auch die obere Drehstablagerung für den Fertigformantrieb und den Lagerbolzen mit Abstützung für das Fertigformscharnier beinhaltet. Diese Baueinheit kann ohne Nacharbeit auf die Box oder die Modulplatte aufgesetzt werden. Die Befestigungsbohrungen, Luftanschluss zum Öffnen der Mündungshalter sowie die Schmieranschlüsse sind passend von der Standardausrüstung übernommen worden. Vorhandene Variables wie Mündungshalter, Fertigformscharniere, Formenschalen etc. sind weiterverwendbar.

Als weiteres besonderes Merkmal ist die zwangs-synchronisierte Öffnungsbewegung der beiden Mündungshalterhälften zu nennen. Dieses wird erreicht durch eine zentral auf der Mündungshalterwelle drehbar gelagerte Hülse, die mit zwei um 180° versetzten Nutkurven versehen ist. In diesen Nutkurven laufen zwei ortsfeste Führungsrollen, die ihrerseits in je einem der beiden Mündungshalterträger verschraubt sind (Bild 4).

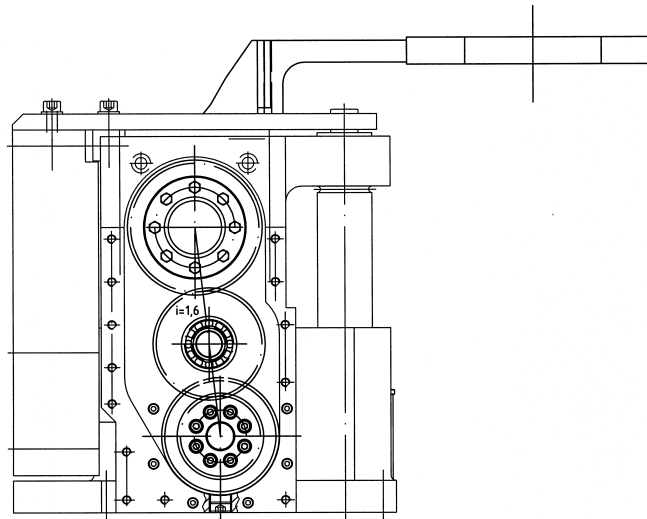


Bild 4: Mechanismus für die synchronisierte Öffnungsbewegung.

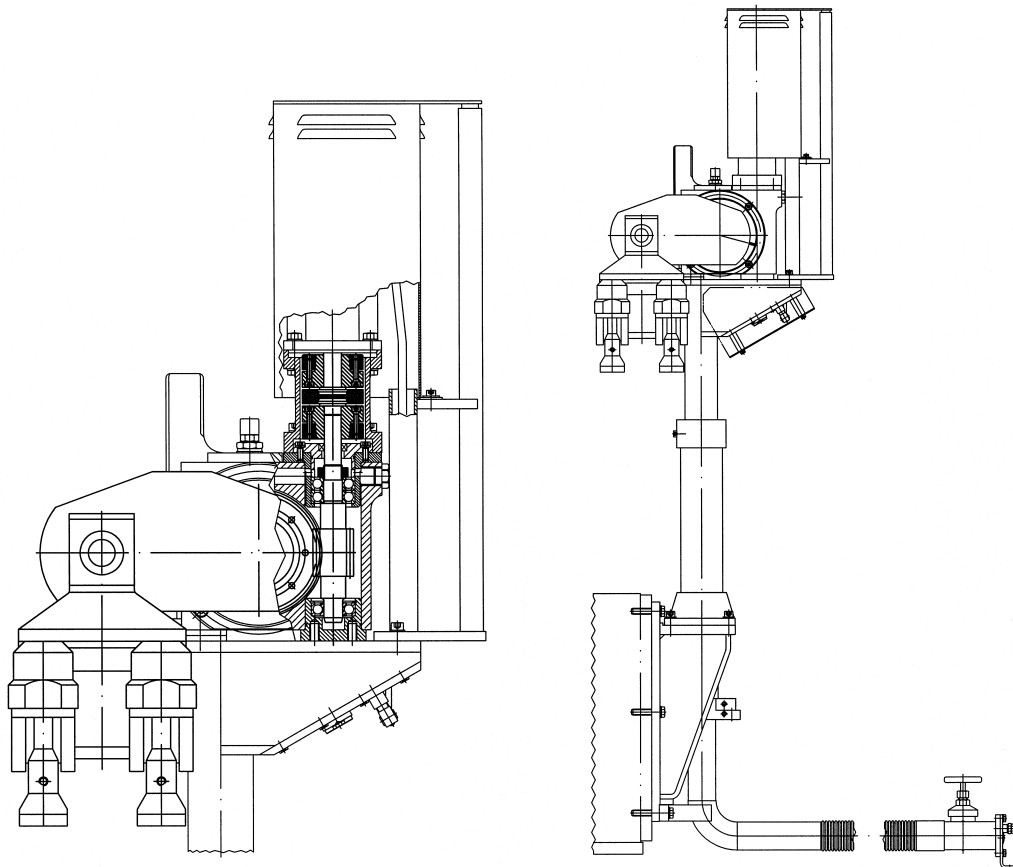


Bild 5: Servo-Takeout.

Der Takeout-Antrieb in Bild 5 besteht aus einem Spezial-Schneckentrieb in spielerarmer Ausführung. Die Kupplung am Schneckenabtrieb wurde so gestaltet, dass konventionelle Greiferarme, Greiferbrücken und Greiferzangen einsetzbar sind. Der gesamte Antriebsblock nebst Greiferarm, Greiferbrücken und Greiferzangen lässt sich individuell auf die Fertigformmitte in allen Achsen einrichten. Getragen wird der Antriebsblock von einem in der Höhe verstellbaren verdrehgesicherten Führungsrohr,

das wiederum von einer Grundkonsole getragen und fest verspannt wird. Durch das Führungsrohr werden die Motorkabel und die Druckluftversorgung für die Greiferzangen geführt. Desweiteren dient dieses Rohr bei Bedarf der Zuführung von Gebläseluft für die Motorkühlung.

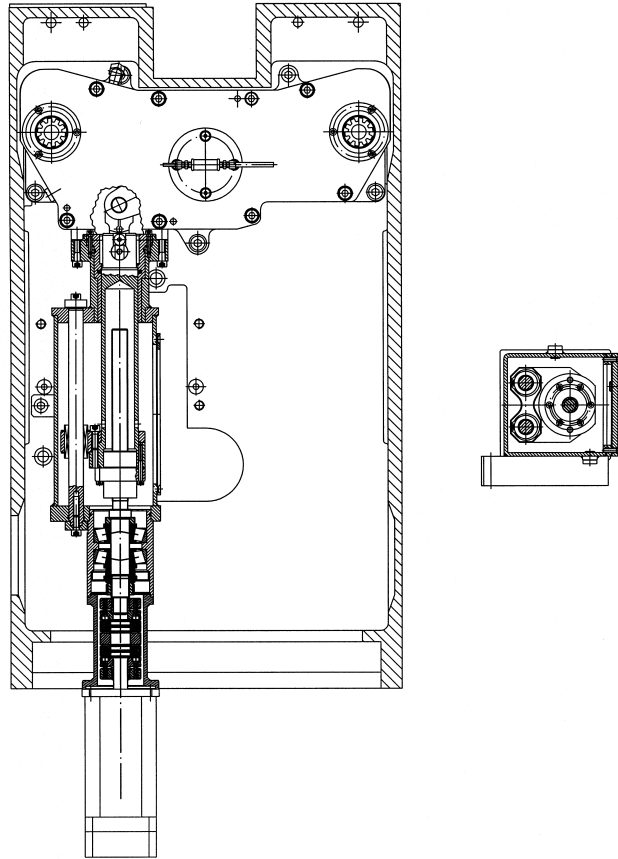


Bild 6: Fertigform-Schließmechanismus.

Bild 6 zeigt den Fertigform-Schließmechanismus. Dieser Mechanismus erfordert - wie eingangs schon erwähnt - einen Eingriff in den Innenraum der Box. Bei dieser Mechanik wurde das Standard-Hebelgetriebe weitgehend beibehalten. Lediglich kleine Änderungen unter anderem am Getriebegehäuse zur Zentrierung und Befestigung der neuen Antriebsachse sind vorzunehmen. Der Antrieb gestaltet sich für diesen Mechanismus recht einfach. Hier wurde der Pneumatikzylinder durch eine verdrehgesicherte Spindeleinheit ersetzt. Diese Antriebseinheit schafft in der Box Platz für den Servo-Pressmechanismus.

Auch für diesen Mechanismus gilt wie bei der Vorform: volle Schließkraft bei Bewegungsende, d.h. Form geschlossen. Der Antrieb durch eine Servoachse gestattet es, den Öffnungswinkel der Formenhälften den Artikeldurchmessern anzupassen, d.h. die Formen nur soweit zu öffnen, dass der fertige Artikel vom Ausnehmer ohne Beschädigung entnommen werden kann. Die dabei eingesparte Zeit kann direkt in die Zyklusdauer einfließen.

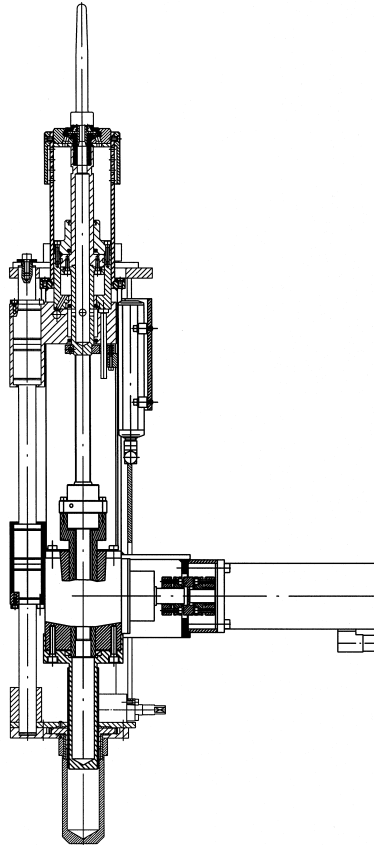


Bild 7: Servo-Pegelmechanismus (Pressmechanismus).

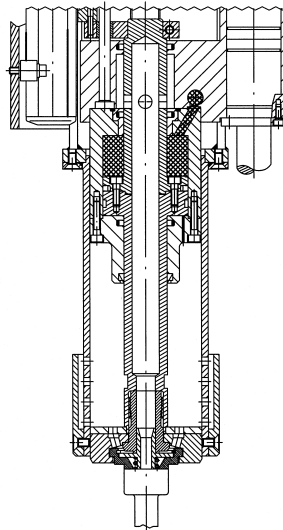


Bild 8: Pneumatischer Presskraftbegrenzer.

Der Hubantrieb besteht aus einer zentralen Motor-Getriebe-Spindel-Kombination, deren Hub 190 mm beträgt (Bild 7). Die gesamte Antriebseinheit lässt sich zusätzlich um 100 mm in der Höhe verstellen, um so den unterschiedlichen „Überschlagsmaßen“ gerecht zu werden.

Der zentralen Antriebskombination ist ein sogenannter pneumatischer Presskraftbegrenzer (Bild 8) für jeden Pressstempel nachgeschaltet. Diese Kombination lässt eine schnelle Hubbewegung zu, ohne unzulässig große Kräfte des Pressstempels in der Endphase des Pressens im Glas zu erzeugen. Alle Presskraftbegrenzer werden

mit demselben Luftdruck gefahren, der entsprechend den Pressspalten einstellbar ist.

Die Stempelkühlung erfolgt über eine gemeinsame Luftzuführung. Die Kühlluft verteilt sich im Gehäuse auf die jeweilige Anzahl der eingesetzten Stempel. Eine Rückwirkung des Kühlluftdrucks auf die Presskraft wird durch konstruktive Maßnahmen vermieden. Die Stempelstellung in der Press-Endphase wird für jeden Stempel über einen Wegaufnehmer abgetastet und von der Process Control als Messgröße weiterverarbeitet.

Als Antriebsmaschine wurde ein Drehstromservomotor mit Resolvertechnik eingesetzt. Die Resolverauflösung beträgt 65000 Inkremente pro Umdrehung. Die Genauigkeit mit der die einzelnen Mechanismen positioniert werden können, beträgt in den ungünstigsten Fällen bei den Spindelantrieben – $1,5 \times 10^{-4}$ mm.

Die Wiederholgenauigkeit ist eine Zehnerpotenz schlechter, weil sie in Abhängigkeit von einem zulässigen Schleppfehler definiert ist und als reiner Praxiswert bei Versuchen mit allen zu bewegenden Massen und den minimalen Bewegungsdauern ermittelt wurde.

Die Motor-Leistungsdaten sind:

Stillstandsmoment	4 Nm
Nennmoment	8 Nm
Spitzenmoment	16 Nm

Die Übersetzungen der Getriebe und Hebelgetriebe bei den beiden Schließmechanismen wurden so gewählt, dass mit dem Stillstandsmoment die nötigen Zuhaltkräfte aufgebracht werden können.

Der Einsatz der drei Nachrüstmechanismen auf oder an der Box erfordert keinerlei Nacharbeit an den anderen Mechanismen oder der Box selbst. Wenn man aber an die Installation der anderen beiden Mechanismen denkt, wird eine neue Box oder zumindest eine Nacharbeit erforderlich. Dabei muss die Vorformseite geöffnet werden, um eine bessere Zugänglichkeit zur Kabelverlegung und Wartung der Mechanismen zu ermöglichen.

Die Box war bisher Vorrats- und Durchgangsraum für die Kühlsysteme. Ein Öffnen der Box hat zur Folge, dass die Kühlluft aus dem Maschinenbett oder direkt aus einem Verteiler über ein Kanalsystem, welches in der Box integriert sein könnte, den Stellen zugeführt wird, an denen sie gebraucht wird, also zur Vorform, Fertigform und zum Fertigformboden. Desweiteren kann eine gezielte Kühlung für die Servomotoren oder Mechanismen aus dem Kanalsystem bereitgestellt werden.

Das Heye Antriebskonzept für Servo-Elementantriebe lautet HMST. HMST steht für **H**eye **M**odular **S**ervo **T**echnologie. Wie sieht dieses modulare Antriebskonzept aus? Bei der Auslegung des Systems war die Baugröße der Steuerung für die Entwickler ein entscheidendes Kriterium. Diese Überlegung führte zu einem Antriebskonzept, bei dem die Elemente der Antriebstechnik, der Leistungselektronik, der Regelungstechnik, der Mikro-Prozessortechnik, der Feldbus Technologie und der Steuerungstechnik in einer Baugruppe verschmelzen. Ein Modulschrank bietet dabei Platz für bis zu 32 solcher Baugruppen. Darüber hinaus lassen sich bis zu 3 Modulschränke an einem Einspeisungsschrank kaskadieren. Dadurch ergibt sich

- autarker Betrieb einer Achse, ohne übergeordnete Steuerbaugruppe,
- dadurch hohe Verfügbarkeit,
- optimales Raum- Nutzungsverhältnis,
- Wartungsfreundlichkeit,
- Universalität mit hohem Gleichteilfaktor und
- optimales PreisLeistungsverhältnis.

Ein weiteres wichtiges Kriterium war ein einfaches und universelles Interfacing zu bestehenden E-Timern. Die Ankopplung erfolgt bei HMST dabei durch die Nutzung der vorhandenen Ventil-Spuren und der konsequenten und ausschließlichen Nutzung der vorhandenen Bedienelemente. Ein entsprechendes Signal vom E-Timer führt somit zu einer dem Mechanismus zugeordneten geführten Bewegung.

Das Anfahren einer Sektion durch einen Bediener erfolgt unter Kontrolle der HMST-Steuerung. Dies führt im umgekehrten Sinne auch dazu, dass im Fall einer möglichen Störung die betreffende Sektion über die HMST-Steuerung abgeschaltet wird. Unnötige Materialbeanspruchungen werden somit vermieden.

Das HMST Konzept ist flexibel und erlaubt den Einsatz eines einzelnen Mechanismus oder aber den Einsatz mehrerer Mechanismen in einer Station. Dabei braucht der Anwender auch in der geringsten Ausbaustufe nicht auf den Komfort einer Prozessvisualisierung und auf Service und Diagnose Tools zu verzichten.

Alle HMST Achsen und die Prozessvisualisierung sind über einen CAN-Bus vernetzt. Jede Achse ist somit für den Bediener von zentraler Stelle aus individuell parametrierbar. Dabei bedeutet Parametrieren für einen Bediener in aller Regel das Einstellen einer Bewegungsdauer (in ms) für einen dazugehörigen Weg oder das Einstellen eines gewünschten Bewegungsprofils. Ausgewählte Parameter lassen sich somit verändern und erlauben dem Anwender eine komfortable Prozessoptimierung während des laufenden Betriebs. Gleichzeitig laufen alle Meldungen und Ereignisse – zusammen mit anderen Heye Heißend-Antrieben – in einem zentralen Melderegister auf.

Bestandteil der HMST Philosophie ist es auch, den CAN-Bus bis an die Maschine heranzuführen, um ihn an den Sektionen auf Service-Stecker zu führen. Mit Hilfe eines CAN Handheld Bediengerätes ist es somit während des Teachvorganges möglich, die verschiedenen Positionen eines Mechanismus frei einzustellen und durch manuelles Anfahren eine entsprechende Position zu überprüfen. Einmal gefundene Einstellwerte lassen sich in einer Artikelverwaltung abspeichern oder können zu anderen Antrieben kopiert werden.

