



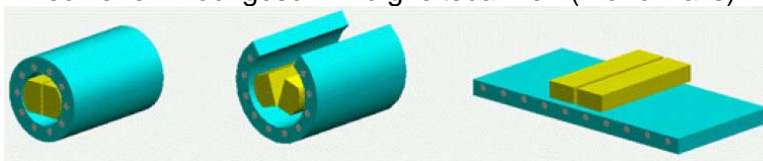
# Zerspanende Bearbeitungseinheiten mit Linearmotoren für Rundtaktanlagen



*imo-space der Imoberdorf AG (Bild1)*

Die Imoberdorf AG, ein traditionell innovatives Schweizer Maschinenbauunternehmen aus Oensingen, präsentierte auf seiner Hausmesse im November 2006 erstmals eine Rundtackanlage für die Uhrenindustrie, deren Bearbeitungseinheiten alle mit linearen Direktantrieben ausgerüstet sind.

Was ist ein linearer Direktantrieb oder ein Linearmotor eigentlich? Bildlich gesehen nichts anderes als ein aufgeschnittener und in einer Ebene ausgerollter Drehstrommotor. Die elektrische Erregerwicklung, der „Stator“, ist auf einer ebenen Strecke angeordnet und der „Läufer“ wird von einem längs bewegten Magnetfeld über die Fahrstrecke transportiert. Konstruktiv wird der Abstand zwischen Läufer und Linearwicklung mit Rädern, Luftkissen oder durch elektromagnetisch geregeltes Schweben erzeugt. Als bekannteste Anwendung eines solchen linearen Direktantriebes gelten die Einschienen-Hochgeschwindigkeitsbahnen (Mono Rails).



*Prinzipskizze Linearmotor(Bild2)*

Im zerspanenden Werkzeugmaschinenbau kommen neben konventionell angetriebenen Achsen mit Kugelumlaufspindeln immer mehr Achsen mit linearen Direktantrieben zum Einsatz.

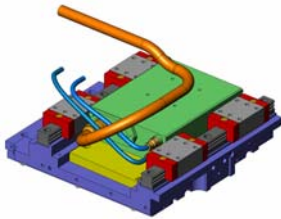
Die extreme Dynamik der neuen Antriebe bietet deutliche Vorteile gegenüber konventionellen Drehstromantrieben. So lassen sich höhere Geschwindigkeiten und Beschleunigungen bei gleichen bewegten Massen erreichen. Dieser Umstand findet bei HSC-Bearbeitungszentren (High Speed Cutting) heute große Beachtung, bei denen die Achsen der Bearbeitungseinheiten in der Teilebearbeitung einer Vielzahl von Beschleunigungen und Verzögerungen ausgesetzt sind.

Bearbeitungseinheiten mit herkömmlichen Kugelumlaufspindeln erreichen heute Geschwindigkeiten im Bereich von 60-80 m/min und Beschleunigungen von 10-20 m/s<sup>2</sup>. Eine weitere Steigerung der dynamischen Eigenschaften ist nur mit großem technischem Aufwand erreichbar. Die Beschleunigung wird vor allem durch das Massenträgheitsmoment des Motors und der mechanischen Nachgiebigkeit der Achsen begrenzt. So werden bis zu 80% des Motordrehmoments zum Beschleunigen des Drehstrommotors und der Antriebsspindel benötigt. Bei Bearbeitungseinheiten



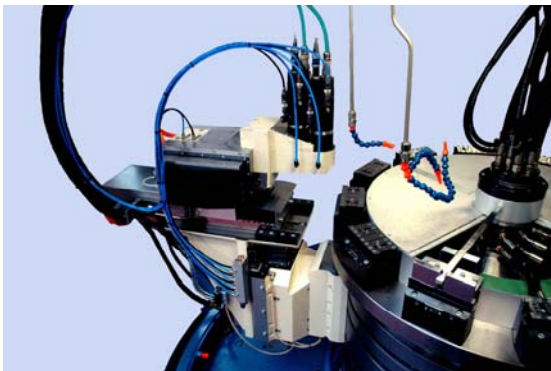
mit linearem Direktantrieb gibt es keine mechanische Nachgiebigkeit und keine Motordrehmomente. Es lassen sich Vorschubgeschwindigkeiten bis zu 80 m/min und Beschleunigungen von 20 m/s<sup>2</sup> erzielen, also eine Steigerung der dynamischen Eigenschaften bis zu 100% im Vergleich zu Bearbeitungseinheiten mit Kugelumlaufspindeln.

Einen weiteren Pluspunkt verbuchen Bearbeitungseinheiten mit linearem Direktantrieb in Bezug auf die Prozessfähigkeit, außerdem werden keinerlei mechanische Getriebe oder Umsetzungen innerhalb des Antriebselementes eingesetzt. Verschleißteile können vermieden werden, entsprechend verlängert sich die Lebensdauer bei gleich bleibender Bearbeitungspräzision und reduziertem Wartungsaufwand.



*Innenansicht Motor (Typische Auslegung eines Linearmotors)(Bild3)*

Die kompakte Bauweise der Lineareinheit 96-CNC von Imoberdorf AG hat den Einsatz von linearen Direktantrieben auf Rundtaktanlagen überhaupt erst ermöglicht. Denn dort ist der Maschinenarbeitsraum im Gegensatz zu Bearbeitungszentren (BAZ) extrem begrenzt, und die Wärmeentwicklung multipliziert sich mit der Anzahl der eingesetzten Bearbeitungseinheiten. Als weitere konstruktive Leistung präsentiert sich die Lineareinheit 96-CNC mit einem flachen Aufbau. Der optimierte Schwerpunkt und die steife Konstruktion reduzieren die Eigenschwingung und machen die Bearbeitungseinheit hochpräzise. Die dynamischen Eigenschaften eines linearen Direktantriebes stehen im direkten Zusammenhang mit den zu bewegenden Massen. Durch den Einsatz von leichtbautechnisch optimierten Vorschubachsen hat man bei Imoberdorf AG die Beschleunigungswerte der Lineareinheit 96-CNC ebenfalls verbessern können.



*Lineareinheit 96-CNC (Bild4)*

Der Anwendungsbereich dieser modernen Lineareinheiten ist noch auf die Bearbeitung von nicht magnetischen Werkstoffen begrenzt wie Leicht- und Buntmetall, Gold, Silber und Titan.

Dem entsprechend hat die Imoberdorf AG die erste Rundtaktanlage, eine imo-smart, für die Produktion von Uhrenplatinen aus Messing mit hochpräzisen Lineareinheiten CNC-96 ausgerüstet. Das Ergebnis überzeugt. Die Lineareinheit 96-CNC führt Fräsoperationen mit Interpolationen bis zu 4-mal schneller aus als mit herkömmlichen Antrieben mit Kugelumlaufspindeln.

Die Lineareinheiten 96-CNC werden bei Imoberdorf AG auch zur prozessintegrierten Teilvermessung eingesetzt. Hier gilt, je dynamischer die Messeinheit, desto mehr Punkte kann sie in der verfügbaren Zeit ausmessen. Deswegen kommen auch hier die Vorteile von Lineareinheiten mit entsprechend hohen Beschleunigungswerten positiv zum Tragen. Wiederum am Beispiel der Fertigung einer Uhrenplatine auf einer Rundtaktanlage hat die Imoberdorf AG zu Beginn und am Ende



des Bearbeitungsprozesses lineare Messeinheiten 96-CNC zur Teilvermessung vorgesehen. So können Bearbeitungsabweichungen über den kompletten Bearbeitungsprozess erfasst und über den Mittelwert der Abweichung automatisch korrigiert werden.

Die Lineareinheit 96-CNC für die Fertigung und Vermessung von Uhrenplatinen ist von Imoberdorf AG entwickelt und gebaut worden und ist auf allen Imoberdorf Rundtaktmaschinen einsetzbar. Sie ist heute mit zwei linearen Direktantriebsachsen (X- und Y- Achse) und mit einer Achse mit Kugelumlaufspindel (Z-Achse) ausgelegt. Für andere Märkte, wie z.B. Zahnimplantate oder Präzisionsdrehteile, will man auch die Z-Achse in Zukunft mit linearem Direktantrieb versehen.



*imo-smart, Beispielmachine der Imoberdorf AG für die Uhrenindustrie (Bild5)*

#### Technische Daten Lineareinheit 96-CNC

|                             |                         |
|-----------------------------|-------------------------|
| Schlittenhub                | Y=130 mm                |
| Querhub                     | X= 50 mm                |
| Vertikalhub                 | Z= 80 mm                |
| Spindelmotorenleistung      | bis 1,5 kW              |
| Vorschubkraft               | 800 N                   |
| Spindeldrehzahl             | bis 40'000 U/min        |
| Beschleunigung              | bis 12 m/s <sup>2</sup> |
| Bearbeitungsgeschwindigkeit | bis 40 m/min            |

#### Bilder:

- 1. Bild: imo-space der Imoberdorf AG
- 2. Bild: Prinzipskizze Linearmotor
- 3. Bild: Innenansicht Motor (Typische Auslegung eines Linearmotors)
- 4. Bild: Lineareinheit 96-CNC
- 5. Bild: imo-smart der Imoberdorf AG