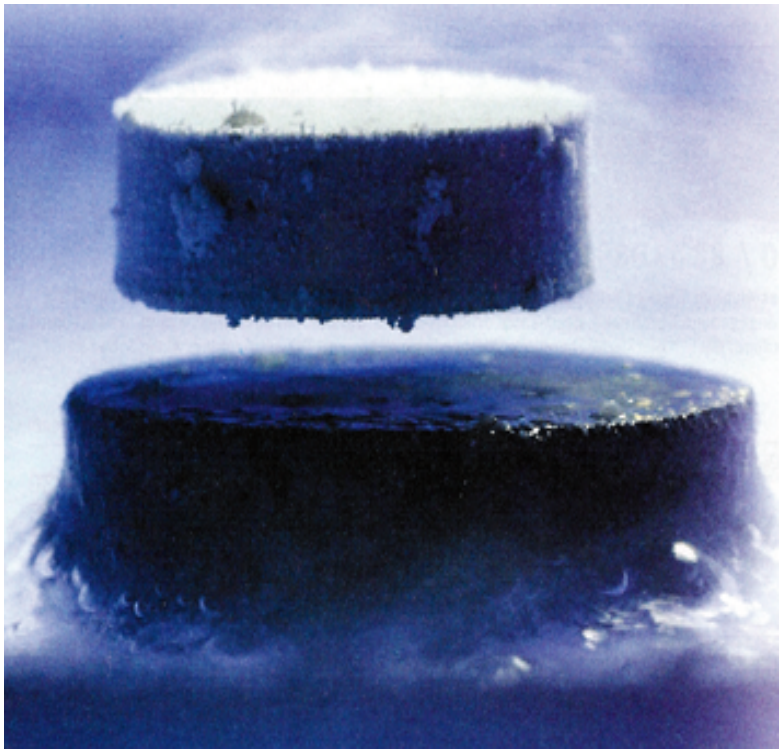
FERTIGUNG IN DER SCHWEBE

Magnetschwebende Baugruppen stehen kurz vor ihrem Durchbruch im Maschinenbau. Sie ersetzen mechanische Lagerungen und Antriebe durch beriihrungslose Systeme, die blitzschnell und hochpräzise arbeiten. Eine neue Ara in der Fertigungstechnik beginnt.

» Wie ungerecht: Als Bundeskanzler Gerhard Schröder und der chinesische Ministerpräsident Zhu Rongji am Silvestertag 2002 in Shanghai die erste Transrapidstrecke der Welt einweihten, war ihnen das internationale Medieninteresse sicher. Galt es doch, den Siegeszug einer neuen Technologie zu verkünden, die Passagiere mit 430 Kilometern pro Stunde leise von A nach B katapultiert. Kein Mikrofon, keine Fernsehkamera richtete sich jedoch an diesem Tag auf Karl-Heinz Wiemers in Barleben bei Magdeburg. Dabei vollzog sich unter seiner Regie unweit des Elbestrandes eine ebenso epochale Umwälzung wie im fernen China. Der Geschäftsführer der W.I.T. Wiemers innovative Technik GmbH kombinierte weltweit erstmalig die Transrapid-Magnetschwebetechnik mit einem berührungslos arbeitenden Direktantrieb für den Einsatz in Werkzeugmaschinen.



Festhalten, ohne zu berühren: MAGNETKRÄFTE eröffnen dem Maschinenbau völlig neue Perspektiven.

Heraus kam dabei ein Rundtisch, dessen rotierende Platte auf einem Luftspalt von weniger als einem Millimeter Breite schwebt. Dafür sorgen zwei kräftige Dauermagneten, die zur stufenlosen Dosierung der Feldkräfte mit Elektromagneten der drehbaren Platte, die als Werkstück-aufnahme dient, sind ihre Lagesensoren. Meldet einer von ihnen, dass der Spalt auch nur um Bruchteile eines Mikrometers kleiner wird, dann gibt das integrierte Rechensystem in 0,3 Tausendstel Sekunden den Befehl, elektromagnetisch eine Gegenkraft aufzubauen, welche die Abweichung ausgleicht. Diese Positionskorrektur funktioniert derart schnell, dass man mit einem Hammer gegen das Werkstück schlagen könnte, ohne an der Werkstückaufnahmeplatte geringste Erschütterungen zu bewirken. Software und Rechenpower halten die Platte stets auf einer definierten Null-Linie, unabhängig von den Kräften, die auf das Werkstück bei der Bearbeitung einwirken. Firmenchef und Patentinhaber Karl-HeinzWiemers ist deshalb überzeugt: **"Magnetschwebetechnik und Linearantriebe werden die industrielle Produktion von morgen total umkrempeln."**

Das Antriebsprinzip des Transrapid bringt ungeheure Dynamik in den Maschinenbau. Wie Wissenschaftler des Instituts für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen -IFW- der Universität Hannover bestätigen, geht

der Trend zu extrem hohen Vorschubgeschwindigkeiten und Beschleunigungen. Bei Linearachsen seien Geschwindigkeiten von 120 Metern pro Minute keine Seltenheit mehr, betont der Leiter des IFW, Professor Berend Denkena. Das gelte auch für Beschleunigungsleistungen, die heute schon über 1 g (Erdbeschleunigung) erreichen. Moderne Werkzeugmaschinen können dadurch immer besser und schneller auf Eigenverhalten, Prozesskräfte und Fremdeinflüsse reagieren", erklärt Denkena Damit die erhöhten Antriebsleistungen auch zu Produktivitätssteigerungen führen, sind grundsätzliche Änderungen an den Maschinenkonzepten nötig. Die Magnetschwe- betechnik ermöglicht hier revolutionäre Entwicklungen. Berührungslos gelagerte Baugruppen arbeiten geräuschlos, ohne Schmiermittel und völlig verschleißfrei. Überdies ist die Technologie in der Lage, selbst tonnenschwere Werkstücke blitzschnell und auf den Nanometer genau an jeden Ort schweben zu lassen. „Man muss die darin steckenden Ideen konsequent umsetzen und in den Markt bringen," fordert Professor Hans-Jörg Bullinger Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft. Erst dann schließe sich der Kreis: Durch Forschung werde Geld zu Wissen, durch Innovation werde Wissen zu Geld. „Wir haben zu wenig Neues, mit dem wir international konkurrenzlos sind", moniert Bullinger. Das gilt nicht für die Magnetschwebetechnik. **Hier haben deutsche Forscher und Ingenieure weltweit die Nase vorn.** Seit Oktober 2002 arbeiten sieben Institute der Universität Magdeburg, die TU Braunschweig und weitere Hochschulen gemeinsam mit Industrieunternehmen daran, aus der Transrapidtechnik marktreife Produkte für den Maschinenbau zu entwickeln. Rund 30 Hersteller von spanenden Werkzeugmaschinen meldeten bereits ihr Interesse an, teilt das sachsen-anhaltinische Wirtschaftsministerium in Magdeburg mit. Laut Staatssekretär Manfred Maas beträgt das Marktvolumen für schwebende Maschinenkomponenten allein in Deutschland rund 23 Millionen Euro pro Jahr. Koordiniert werden die Arbeiten an dem Projekt von der Barleber W1.T.Wiemers innovative Technik GmbH. Ihr funktionsfähiger Rundtisch-Prototyp soll nun im nächsten Schritt auf einem Trägersystern zum Schweben gebracht werden. **Das wäre der Transrapid in der Fabrikhalle.** Wie der Hightech-Zug auf seiner Trasse, gleitet der schwebende Rundtisch dann samt eingespanntem Werkstück von einem Werkzeugportal zum nächsten durch die Fertigungsstraße. Drehen, Bohren, Fräsen, Lasern und weitere Arbeits-

Erwartet von der Magnettechnik ungeheure Dynamik im Maschinenbau: BEREND DENKENA, Uni Hannover.

„Der Trend geht zu extrem hohen Vorschüben und Beschleunigungen."

Professor Berend Denkena

Revolutionierte Mechanik

DIE VORZÜGE DER MAGNETSCHWEBETECHNIK

Präzise: Magnetgelagerte Trägerplatten bringen Werkstücke nanometergenau in Position und halten sie bei der Bearbeitung trotz unterschiedlicher Kräfte ortsgenau fest. Dafür sorgen Sensoren, die im Millisekundenbereich jede Ortsveränderung melden, und Rechner, die nahezu in Echtzeit den Aufbau von Gegenkräften auslösen.

Effizient: Durch die extrem genaue Positionierbarkeit der Werkstücke entfällt das Aus- und Umspannen. Stattdessen schwebt das Werkstückträgersystem samt eingespanntem Teil einfach von einer Bearbeitungsstation zur nächsten.

Sauber: Magnetschwebende Antriebe und Lager benötigen keine Schmiermittel. Das prädestiniert sie auch für den Einsatz in Reinst- und Steril räumen.

Verschleißfrei: Magnetisch gelagerte Maschinenkomponenten verursachen weder Abrieb nochVerschleiß. Sie reduzieren die Wartungskosten und gewährleisten eine weitaus längere Maßhaltigkeit als jede mechanische Baugruppe.

Leise: Da magnetisch geführte Werkstücke beziehungsweise Trägerplatten ohne jede mechanische Berührung auskommen, sinkt der Lärmpegel in der Fabrikhalle erheblich.

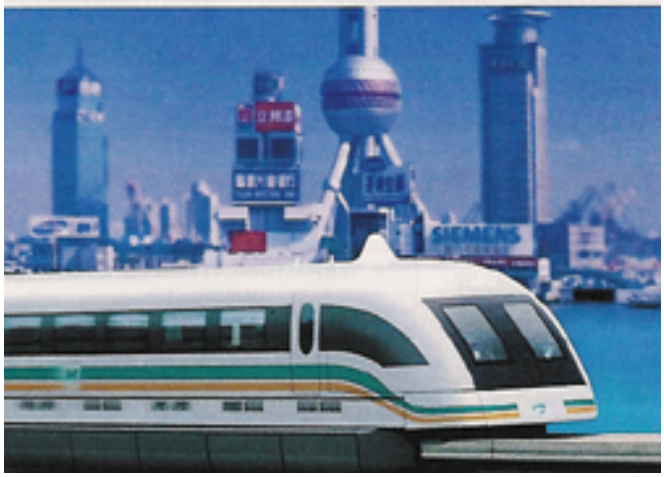
Schnell: Magnetisch gesteuerte Antriebe und Führungen sind mechanisch bewegten Komponenten an Schnelligkeit und Präzision weit überlegen. Schwebend gelagerte Positioniersysteme zum Beispiel verfahren Werkstücke schneller, als ein Laser überhaupt schneiden oder schweißen kann.

schritte ließen sich auf diese Weise in einer Aufspannung Zeit sparend und hochpräzise ausführen. Denn die Werkstücke werden durch die Magnetlagerung nicht nur schnell und mikrometergenau positioniert, sondern während der Bearbeitung auch ortsgenau festgehalten - ein Quantensprung gegenüber bisherigen Maschinentechniken. Anwendungen für einen solchen Maschinen-Transrapid ergeben sich laut W.I.T.-Chef Karl-Heinz Wiermers mehr als genug: „Werkstücke von höchster Präzision braucht man weltweit, etwa in der Luft- und Raumfahrt oder in der Medizintechnik." Aber nicht nur den derart gefertigten Werkstücken, auch den magnetschwebenden Baugruppen

Berührungslos: Der von K.-Heinz Wiemers (u.r.) entwickelte RUNDTISCH (oben im Schnitt) nimmt Werkstücke auf einer magnetisch gelagerten und angetriebenen Rotationsplatte auf.

selbst sagt er eine große Zukunft voraus, zum Beispiel in der dynamischen Vermessung und in der Lagerungstechnik. Mit ihrer Hilfe ließen sich unter anderem rotierende Teile im Drehprozess auf Unwucht prüfen oder Weltraumteleskope völlig wackelfrei lagern.

Für die extreme Präzision magnetschwebender Baugruppen sorgen Fortschritte in der Sensor-Aktor-Technologie sowie die immer bessere Kenntnis des Magnetverhaltens. Was das für den Maschinenbau in der Konsequenz bedeutet, erläutert Johannes Zentner, Mechatroniker an der Technischen Universität Ilmenau in Thüringen. Beim Laserschneiden zum Beispiel sei das Positioniersystem immer das schwache, die Produktion begrenzende Kettenglied gewesen. "Durch magnetisch geführte elektrodynamische Antriebe werden die Verhältnisse umgekehrt", betont Zentner. Die Antriebe böten so gute dynamische Eigenschaften, dass die Schneidleistung des Lasers nicht mehr ausreiche, um das volle Potential dieser Technik zu nutzen. Anders ausgedrückt: **Das Positioniersystem fährt jetzt schneller, als der Laser schneiden kann.** Doch die Magnetschwebetechnik besticht nicht nur durch Schnelligkeit und präzise Punktlandungen. Ein weiterer Vorteil ist, dass Schmiermittel wegfallen. Dadurch ergeben sich Anwendungen über die spanende Bearbeitung hinaus auch in Rein- und Sterilräumen. Besonders bei der Fertigung mikrotechnischer Bauteile im Hochvakuum oder bei der Herstellung von Wafern, aus denen Chips entstehen, ist der Einsatz mechanischer Werkstückhalter und Führungen mit sehr großem Aufwand verbunden. Eine Alternative entwickelte die TU Ilmenau gemeinsam mit dem IMMS Institut für Mikroelektronik- und Mechatronik-Systeme und der Leica Microsystems AG in Jena. Ihr Prototyp eines magnetisch geführten sechsachsigen Positioniersystems könnte die Wafer eines Tages **wie mit einem Minitransrapid von Bearbeitungsschritt zu Bearbeitungsschritt sausen lassen.** Die Antriebseinheit befindet sich dabei hinter einer Glaswand, denn die Magnetkraft reicht auch ins Vakuum hinein.



Vorbild für magnetschwebende Lösungen im Maschinenbau: Der TRANSRAPID, seit kurzem im chinesischen Shanghai im Liniendienst.

Dagegenrechnen muss man aber, dass der Anwender weder Verschleiß noch Ausschuss hat und die Ausgaben für Schmiermittel einspart. **Zudem sinken die Wartungskosten dank längerer Intervalle.** Von der Lärmreduktion ganz zu schweigen. ,,Man muss immer die Gesamtkosten und das Gesamtkonzept sehen, betont Budig, der sich schon im früheren Karl-Marx-Stadt mit Linearantrieben beschäftigte, ‚Als die da drüben noch gar nicht an denTransrapid dachten."

,,Die Magnetschwebetechnik wird die industrielle Produktion von morgen total umkrempeln."

Karl-Heinz Wiemers, W.I.T-Geschäftsführer

‚Die Positionierunsicherheit dieser Anlage beträgt zehn Nanometer, und das bei einer bewegten Masse von rund 5O Kilogramm" berichtet TU-Mitarbeiter Johannes Zentner. Für Professor Peter-Klaus Budig, Geschäftsführer der Elektrische Automatisierungs- und Antriebstechnik EAAT GmbH im sächsischen Chemnitz, liegt der Vorzug magnetischer Führungen in der Verbindung von einfacher Handhabung und höchster Präzision. Darum rät er Planern, überall dort, wo Teile zu holen, zu scannen, zu bearbeiten, zu messen und zu prüfen sind, genau abzuwägen, ob sich dies durch klassische Mechanik oder durch Magnetführungen besser und kostengünstiger realisieren ließe. Oft sind schwebende Lösungen für sich genommen teurer.

Immer mehr Werkzeugmaschinenhersteller sowie deren Zulieferer und Endkunden warten bereits ungeduldig darauf, dass die Magnetschwebetechnologie endlich einsatzbereit ist. Für den Fabrikhallen-Transrapid aus Barleben, sprich den Rundtisch der W.I.T.GmbH, stehen damit alle Signale auf Grün. Während Karl-Heinz Wiemers die Serienproduktion vorbereitet, tüftelt er bereits an der nächsten Innovation: einer Winkelverstelleinrichtung für den Rundtisch mit stufenloser Kippmöglichkeit bis 45 Grad. **,,Wir werden den Maschinenbau revolutionieren, weltweit",** prophezeit der Mittelständler.

«

Ulrich Schmitz