

# Aerostatische Führungen in Direktantrieben



## Stand der Technik

Luftgeführte Ein- und Mehrkoordinatenantriebe sind in vielen Bereichen der Industrie und Wissenschaft unverzichtbar. Hohe Genauigkeit, nahezu nicht vorhandene Reibung, keine verunreinigenden Schmiermittel sowie weitgehende Wartungsfreiheit stellen wichtige Eigenschaften dar, die heute von vielen Anwendungen in Mess-, Prüf- und Produktionseinrichtungen gefordert werden.

Den derzeit verfügbaren aerostatisch geführten Linearachsen und Planarmotoren (Abb. 1) ist gemein, dass sie läuferseitig integrierte Führungskomponenten zur Drucklufteinspeisung im Zusammenhang mit ebenfalls meist läuferseitig aktiven Antriebskomponenten nutzen. Diese Anordnung der Funktionselemente bedingt aber Versorgungsleitungen für z. B. Druckluft, Strom, Steuer- und Messsignale, die nicht nur sorgsam nachgeführt werden müssen, sondern zugleich die Dynamik, die Bewegungsfreiheit und den Arbeitsraum erheblich einschränken. Antriebe dieser Bauart eignen sich daher lediglich für kleine Verfahrenwege.

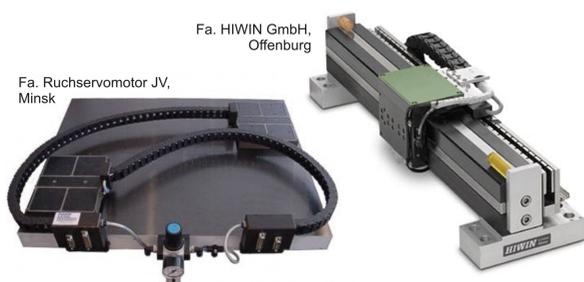


Abb. 1: Aerostatisch geführte Direktantriebe

## Neues Antriebskonzept

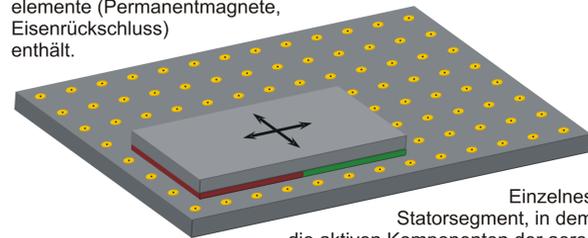
Die Realisierung großer Verfahrenwege für räumlich unbegrenzte Transport- und Positionieraufgaben erfordert ein hiervon abweichendes Gestaltungskonzept, das die vollständige Integration der aktiven Antriebs- und Luftführungsteile in den Stator vorsieht, folglich auf die sonst läuferseitig notwendigen Zuleitungen verzichtet und einen gänzlich ungebundenen, frei beweglichen Läufer ermöglicht.

Dieser Ansatz setzt allerdings eine konstruktive Umkehrung der bisher üblichen Anordnung der aktiven und passiven Baugruppen voraus (Abb. 2). Während sich dies antriebsseitig mit vertretbarem Aufwand durch eine gestellfeste Antriebswicklung und einen passiven, magnetbehafteten Läufer realisieren lässt, ergeben sich bei der aerostatischen Führung auf Grund der ortsfesten Drucklufteinspeisung und des im Vergleich zum Läufer flächen-

mäßig größeren Luftaustrittsbereichs eine Reihe prinzipbedingter Probleme, die den Aufbau und den Betrieb der Führung grundlegend beeinflussen und im Einzelnen erst noch zu untersuchen und zu lösen sind.

### Planarmodul

In der xy-Ebene frei beweglicher Läufer, der die passiven Antriebskomponenten (Permanentmagnete, Eisenrückschluss) enthält.



Einzelnes Statorsegment, in dem die aktiven Komponenten der aerostatischen Führung (Drosselstellen, Druckluftversorgung) und des Antriebssystems (Spulenwicklungen, Wegmessung) integriert sind.

Abb. 2: Konstruktionsansatz für Direktantriebe mit passiven Läufern

## Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Ohne detaillierte Kenntnisse zur Auslegung, zur Gestaltung und zum Gebrauch derartiger Führungen ist eine ganzheitliche Lösung dieser Probleme nicht zu erreichen. Zu den Untersuchungsschwerpunkten zählen deshalb

- die Entwicklung einer selbsttätigen Kommutierung der Druckluftzufuhr zur Reduzierung des Luftverbrauchs
- die Gestaltung der Drosselstellen (Mikrodüsen oder offenporöse Werkstoffe) und Bestimmung der Anforderungen an die Führungsflächen
- das Führungsverhalten beim Überfahren beaufschlagter Drosselstellen (auch unter Berücksichtigung der zeitlich und örtlich veränderlichen Antriebskräfte)
- die modulare Gestaltung des Stators
- die Entwicklung geeigneter Berechnungs- und Simulationsverfahren

Für experimentelle Untersuchungen steht am IKFF ein eigens hierfür eingerichteter Prüfstand mit modernsten Messgeräten zur Verfügung (Abb. 3).



Abb. 3: Institutseigener Prüfstand

## Selbsttätige Druckluftkommutierung

Unabhängig von der Statorgröße kann nur über die kleinere Läuferfläche die Tragkraft der Führung erzielt werden. Die den Stator umgebenden Bereiche

sind zwar beaufschlagt aber ohne Belastung, so dass nahezu die gesamte Druckluft ungenutzt entweicht. Zur Senkung des Luftverbrauchs ist folglich eine Begrenzung der Druckluftzufuhr auf die vom Läufer tatsächlich benötigte Statorzone unerlässlich.

Am IKFF wurden deshalb bereits verschiedene Verfahren zur selbsttätigen Kommutierung der statorseitigen Luftversorgung entwickelt. Als besonders geeignet hat sich hierbei eine Lösung erwiesen, deren Funktionsweise auf der geschickten Ausnutzung des Antriebsmagnetfeldes durch integrierte ferromagnetische Ventilkörper basiert (Abb. 4 und 5).

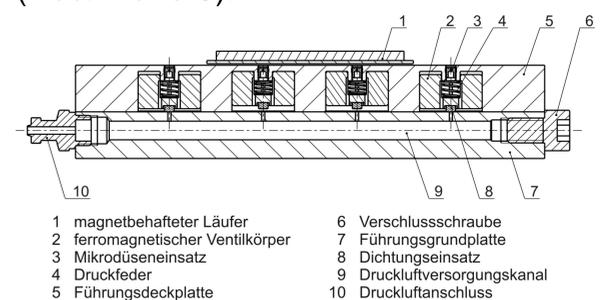


Abb. 4: Aerostatische Führung mit selbsttätiger Kommutierung der statorseitigen Druckluftzufuhr

## Ausblick

Ogleich erste Ergebnisse bereits das enorme Potential dieses neuen Konzepts aufzeigen, müssen noch eine Reihe offener Fragen gelöst werden, um einen wirtschaftlichen sowie störungsfreien Betrieb dieser Systeme auch unter industriellen Einsatzbedingungen gewährleisten zu können. Letztlich eröffnen die Vorteile dieser aerostatisch geführten Direktantriebe mit statorseitiger Druckluftversorgung und passivem Läufer aber die Chance, mit innovativen Lösungen neue Anwendungsfelder zu erschließen oder bestehende zu optimieren. Dies gilt insbesondere für die Fein- und Mikrobearbeitung sowie die Medizintechnik, die Pharma- und die Lebensmittelindustrie, wo neben höchster Präzision auch ein kontaminationsfreier Betrieb angesichts steriler oder emissionskritischer Umgebungen zu garantieren ist.

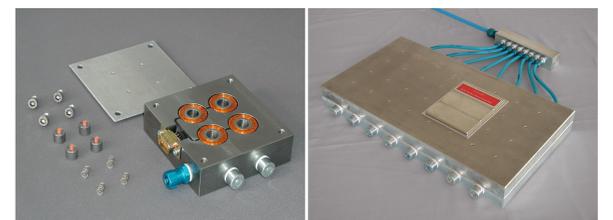


Abb. 5: Versuchsstatoren

### Kontakt:

IKFF Universität Stuttgart  
Dipl.-Ing. Frank Mochel  
Tel.: 0711 / 685 66424  
Fax: 0711 / 685 66356  
E-Mail: linearantriebe@ikff.uni-stuttgart.de