

## Promotionsvorschlag

Eine Promotionsstudentin sucht für ihre Doktorarbeit einen Industriepartner.

Das Promotionsthema: „**Einfluss der magnetischen Materialien auf das statische und dynamische Verhalten von Magnetaktoren**“

könnte seine Anwendung finden z.B. in Magnetventilen, Elektromotoren, etc.. Die genaue Themenstellung kann auf die Bedürfnisse des jeweiligen Unternehmens angepasst werden.

Betreut wird die Promotion von der Technischen Universität Ilmenau (Fakultät Maschinenbau) und dem Steinbeistransferzentrum Mechatronik (Prof. Dr.-Ing. habil Kallenbach).

Es besteht die Möglichkeit zur Beantragung von Fördergeldern.

Auf Wunsch kann auch für die Geheimhaltung von Forschungsergebnissen gesorgt werden.

Zum Inhalt der Arbeit:

### 1. Allgemein

Die Wahl der Materialien hat auf das statische und dynamische Verhalten von Magnetaktoren erhebliche Auswirkungen. Deshalb werden in der Entwicklungs- und Auslegungsphase verschiedene Berechnungen/Simulationen – beginnend bei der von Hand gerechneten Auslegung bis hin zur FEM-Simulation – durchgeführt um charakteristische Größen wie die Kraft-Hub-Kennlinie sowie Sättigungs- und Flussbilder vorher zu berechnen bzw. diese durch Materialanpassungen oder Geometriekorrekturen gezielt verändern zu können.

Für solche Simulationen, Berechnungen und deren Auswertungen werden in der entsprechenden Software meist einige Materialien zur Verfügung gestellt, die allerdings nur eine kleine Auswahl darstellt und lange nicht ausreichend ist. Allerdings verändern die Werkstoffkennlinien die Ergebnisse der Simulation beträchtlich. Deshalb kommt es – gerade bei den immer kleiner werdenden Magnetaktoren mit möglichst vielseitiger Nutzbarkeit (Kosten, Bauraum, Gewicht) – sehr genau darauf an die B-H-Kennlinien der Werkstoffe zu kennen.

Neben der statischen Auslegung sind diese Werkstoffkenntnisse auch für das Verständnis und zur Optimierung des dynamischen Verhaltens notwendig. Effekte wie Wirbelströme und deren Auswirkungen wie z.B. ein verzögerter Kraftaufbau bzw. dessen bremsende Wirkung können damit gezielt reduziert werden.

### 2. Werkstoffuntersuchungen

Im ersten Schritt sind B-H-Kennlinien, sowie deren Streubreite von den momentan zu verbauenden Werkstoffen zu ermitteln. Dabei gilt es zu beachten, dass sich Werkstoffkennlinien sehr stark durch die Bearbeitung oder Veredelung eines Werkstoffes verändern. Dazu gehören z.B. die Art der Spanenden Bearbeitung, Glühprozesse, Schweißprozesse und ähnliches mehr. Deshalb ist eine Beurteilung des fertigen Bauteils am aussagekräftigsten. Eine erste Einschätzung der magnetischen Eigenschaften des fertigen Einzelteils lässt sich zwar mit Koerzimetern vermessen, birgt aber einen hohen Zeit- und Kostenaufwand und liefert nur den Wert der Koerzitivfeldstärke. Deshalb ist hier in Folge einer größeren Messreihe bzw. einer Untersuchung der physikalischen Hintergründe eine spätere Abschätzung der Veränderung der B-H-Kennlinien durch Bearbeitungsprozesse denkbar. Daraus soll eine Datenbank entstehen, die Aufschluss über Hystereseveränderungen durch Bearbeitungsprozesse enthält und die Zusammenarbeit mit dem Werkstofflieferanten vereinfacht, in dem gezielt die Herstellparameter verbessert werden können, um einen optimalen Werkstoff für das jeweilige Produkt zu erhalten. Für die Beurteilung bezüglich des dynamischen Verhaltens und der Effekte wie Wirbelströme sind Messungen zur Leitfähigkeit der entsprechenden Werkstoffe angedacht. Damit ist das weiter entwickeln der Bauteile zur dynamischen Anwendung möglich.

### 3. Auswirkungen auf das Bauteil

Durch genauere Kenntnisse über magnetische Materialien kann das Verhalten der Magnetaktoren genauer eingestellt werden. Die Untersuchungen sollen darüber Aufschluss geben, ob mit gezielt eingestellter Werkstoffverarbeitung oder verbesserte Werkstoffe gleiches oder verbessertes Ventilverhalten denkbar wäre. Beispielsweise kann damit eine Abschätzung der Hystereseveränderung bzw. dynamische Verbesserungen durch Werkstoffanpassungen prognostiziert werden.

### 4. Messmethoden in der Fertigung

Um Ventilkennlinien gezielt einzustellen ist bisher zum Teil eine Einschränkung der magnetischen Eigenschaften auf die einzelnen Bauteile notwendig. Diese sind teilweise schwer vom Hersteller umsetzbar und dieser kann Bauteile auf deren Eigenschaften nur selten prüfen. Außerdem kann nur tendenziell vorhergesagt werden inwieweit sich Magnetaktoren in ihrem Verhalten (z.B. Q-I-Kennlinien, Hysteresewerte usw.) ändern sofern man z.B. die Koerzitivfeldstärke einzelner Bauteile verändert. Um genaue Werte zu erfahren sind immer Versuche (meist über eine größere Versuchsreihen in Verbindung mit DoE) notwendig. Deshalb soll durch gezielte Modelle eine Vorhersage von quantitativen Werten von z.B. Hub- und Hystereseveränderungen und dessen Streuung möglich werden. Ziel ist es außerdem eine Matrix (bestehend aus Eingangs- und Ausgangsgrößen) festzulegen, mit der die einzelnen Messstationen und eine Bewertung dieser eine Gesamtbeurteilung des einzelnen Ventils erfolgen kann. Eventuell lässt sich auch diese Matrix ausbauen um dynamisches Verhalten der Magnetaktoren zu beurteilen.

### 5. Zusammenfassung und Nutzen

Solche Kenntnisse beschleunigen nicht nur den Entwicklungsprozess sondern geben später Auskunft darüber welche Bauteile stärkerer oder weniger starken Einschränkungen in ihren magnetischen Eigenschaften unterliegen und wie sich diese umsetzen lassen. Dies reduziert vor allem die Kosten und ist gerade für High End Anwendungen von Vorteil.

**Kontakt:** Cluster Mechatronik & Automation e.V., Rüdiger Busch, Tel. 0911/ 3769-199, Mobil 0160/ 887 09 73 oder Email: [ruediger.busch@cluster-ma.de](mailto:ruediger.busch@cluster-ma.de)

28.01.2009

Jobservice