

**Dipl.-Ing. Matthias Ulmer, Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schinköthe**

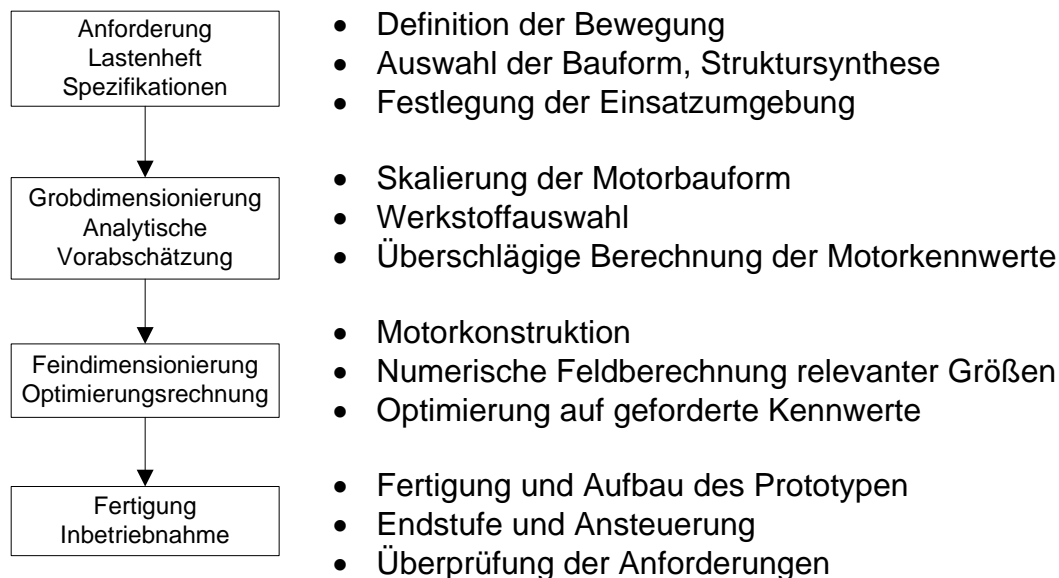
Institut für Konstruktion und Fertigung in der Feinwerktechnik

## **Auslegung und Dimensionierung feinwerktechnischer Lineardirektantriebe**

### **1. Motivation und Zielsetzung**

Bereits seit vielen Jahren zeichnet sich ein Trend zu schnelleren und kürzeren Produktentwicklungszeiten ab. Da diese Zeiten nicht beliebig verkürzt werden können, muss zudem die Effizienz in der Entwicklung gesteigert werden. Weiterhin genügen Erfahrungswerte oft nicht mehr, um weiteres Optimierungspotential bei elektromechanischen Komponenten und Baugruppen erschließen zu können. Hierbei muss auf simulationsgestützte Verfahren zurück gegriffen werden. Durch diese Verfahren entfallen aufwändige Aufbauten von Prototypen und mehrmalige Revisionsschleifen.

In diesem Beitrag soll ein systematischer Ansatz für die Auslegung und Dimensionierung feinwerktechnischer elektrodynamischer Lineardirektantriebe exemplarisch aufgezeigt werden. Dabei findet eine Auslegung des elektrischen, mechanischen, magnetischen und thermischen Teilsystems unter Berücksichtigung der physikalischen Zusammenhänge verschiedener Domänen statt.



### **2. Spezifikation und Struktursynthese**

Nach der Definition der Anforderungen und Festlegung der Motorspezifikationen erfolgt die Struktursynthese. Hierbei muss die Bauform des Antriebs sowie das Zusammenspiel der einzelnen Motorkomponenten definiert werden.

## **Auslegung und Dimensionierung feinwerktechnischer Lineardirektantriebe**

---

### **3. Analytische Grobdimensionierung**

Bei der analytischen Grobdimensionierung werden auf Basis des verfügbaren Bauraums die Abmessungen und Verfahrwege des Motors definiert. Daraus ergeben sich eine überschlägige Bestimmung der Rückschlussgeometrie sowie die Auswahl der verwendeten Werkstoffe. Auf Basis der benötigten Kraft erfolgt die Definition des Wickelfensters, der Stromstärke in Amperewindungen und der Spulengeometrie.

Als Ergebnis der Grobdimensionierung liegt ein vorläufiges Geometriemodell mit Werkstoffkenndaten und überschlägigen Berechnungen der Kraft-Weg-Kennlinie sowie der Verlustleistung vor.

### **4. Simulationsgestützte Feindimensionierung**

Aus dem Ergebnis der Grobdimensionierung kann nun mit der Optimierung und Feindimensionierung des Geometriemodells hinsichtlich magnetischen, elektrischen, mechanischen und thermischen Parametern begonnen werden. Dabei ist es notwendig, den Einfluss der unterschiedlichen Teilsysteme aufeinander zur berücksichtigen.

Mit Hilfe einer statischen Magnetfeldberechnung können zunächst Aussagen zur Flussdichte im Luftspalt und Sättigungserscheinungen im Rückschluss an unterschiedlichen Arbeitspunkten getroffen werden. Im Anschluss daran können in einer transienten Simulation zeitabhängige dynamische Anforderungen analysiert werden. Gekoppelte Simulationen unter Berücksichtigung der Wechselwirkungen zwischen den unterschiedlichen Teilsystemen schließen die Analyse ab.

### **5. Zusammenfassung**

Durch systematischen Einsatz von simulationsgestützten Verfahren konnte eine durchgängige Methodik zur Entwicklung von elektrodynamischen Lineardirektantrieben entwickelt werden. Auf Basis der Anforderungen wird zunächst eine Grobdimensionierung durchgeführt und anschließend durch Simulation gestützt eine Optimierung und Feindimensionierung des Antriebs durchgeführt. Damit ist es möglich, die Entwicklungszeiten für Linearantriebe stark zu verkürzen sowie eine optimale Variante für die geforderte Aufgabenstellung zu finden.