

---

---

# Kurzfassung Dissertation

---

---

Martin Oettmeier

29. Juni 2012

## **Statorflussorientierte Regelung und Strategien zur Echtzeit-Nachbildung für permanenterregte Synchronmaschinen**

*Stator-flux-oriented control and real-time emulation techniques for permanent-magnet synchronous machines*

Permanenterregte Synchronmaschinen (PMSM) werden heutzutage zunehmend für Traktionsantriebe eingesetzt. Nur die steigenden Preise der Seltenen-Erden-Materialien – notwendig für die Herstellung der Permanentmagnete – wirkt dieser Tendenz entgegen. PMSM zeichnen sich durch eine besonders hohe Leistungsdichte und geringe Instandhaltungskosten aus. Für die effiziente Ansteuerung der Maschinen sind leistungselektronische Umrichter erforderlich: Hier wird die bereitgestellte elektrische Energie für die Maschine angepasst. Im Detail wird eine frequenz- und amplitudenvariable Spannung erzeugt, mit der die Maschine geregelt werden kann.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der effizienten Regelung dieser leistungselektronischen Umrichter. Ausgehend von dem bereits bewährten Konzept der Indirekten Statorgrößen Regelung (ISR), die 1987 am Lehrstuhl für elektrische Energietechnik und Leistungselektronik der Ruhr-Universität Bochum für die Asynchronmaschine entwickelt wurde, wird im Rahmen der Dissertation das Konzept auf die Regelung der PMSM erweitert. Dies erlaubt die hochdynamische Regelung dieser Maschinen durch die vollständige Ausnutzung der physikalischen Möglichkeiten. Damit kann die PMSM für die Schlupfregelung, elektronische Stabilitätsprogramme in elektrischen Fahrzeugen sowie für alle weiteren Anwendungen mit hochdynamischen Anforderungen eingesetzt werden.

Neben der Regelung ist die Verifikation des sicheren Betriebs der PMSM wichtig. Hier wurden im Rahmen der Dissertation zwei Konzepte entwickelt und in Kooperation mit Industriepartnern in marktreife Produkte umgesetzt: In Zusammenarbeit mit der ETAS GmbH wurde ein Hardware-in-the-Loop- (HiL-) System auf FPGA-Basis entworfen. Hier werden Umrichter und PMSM durch eine Echtzeit-Nachbildung ersetzt – es muss weder ein leistungselektronisches noch ein mechanisches Testsystem zur Verfügung stehen um Regelung und Regelungshardware auf ihre Funktionstüchtigkeit zu überprüfen. In Zusammenarbeit mit der Scienlab electronic systems GmbH wurde ein Power-Hardware-in-the-Loop- (PHiL-) System entwickelt. Hier wird die PMSM in Echtzeit durch einen leistungselektronischen Umrichter nachgebildet. Dies erlaubt die Verifikation von Regelung, Regelungshardware sowie Maschinenumrichter ohne den aufwändigen Aufbau eines mechanischen Versuchsstandes.