

## Wachstumskern LEANTEC-Antrieb - Verbundprojekte:

TP1: Grundlagen und Untersuchung zu Rotor und Stator	FKZ: 03WKBY01E
TP2: Auslegung, Optimierung und Prüftechnik	FKZ: 03WKBY02C
TP3: Anwendungsspezifische Antriebsregelung und Motorerprobung	FKZ: 03WKBY03E

BMBF 2011 – 2014

### Zusammenfassung:

Als Ausgangsbasis dienten Labormuster, an denen erste Untersuchungen an Transversalfluss-Reluktanzmaschinen durchgeführt wurden. Wesentliches Ziel des Teilprojekts 1.5 war die elektromagnetische und thermische Auslegung einer Transversalfluss-Reluktanzmaschine. Das umfasst die Entwicklung einer konkreten Ausführung des magnetischen Kreises, die Optimierung der Hohlleiterwicklung nach elektrischen, magnetischen und thermischen Gesichtspunkten, die Maximierung des Motordrehmoments und das Finden einer optimalen Zahn-Nut-Struktur von Stator und Rotor, die einfach auf verschiedene Leistungen, Drehmomente, Drehzahlen und Anwendungen angepasst werden kann. Innerhalb der interdisziplinären Teamarbeit des Wachstumskerns LEANTEC wurden Berechnungsmodelle entwickelt, die das elektromagnetische, elektrische, thermische und mechanische Systemverhalten eines LEANTEC-Antriebs methodisch analysieren sollten. Im Ergebnis bestehen Berechnungsmodelle zu den genannten Disziplinen, die die speziellen Randbedingungen eines LEANTEC-Antriebs abbilden. Innerhalb des TP 1.5 wurden numerische und analytische Berechnungsmethoden entwickelt, die das elektromagnetische sowie das thermische Verhalten eines Motors abbilden. Schwerpunkt war dabei die Berechnung der Motorverluste und des Drehmoments. Auf dieser Basis ist die Möglichkeit geschaffen worden, neue LEANTEC-Antriebe zu entwickeln und deren Leistungsfähigkeit nach den genannten Zielen bereits im Vorfeld zu beurteilen.

Wesentliches Ziel des Teilprojekts 2.3 war die Entwicklung eines theoretischen Modells zur Beschreibung des gesamten LEANTEC-Antriebes. Das umfasst sowohl die Modellierung des Motors als auch die Entwicklung einer Regelungsstrategie, die den besonderen Anforderungen und Schwierigkeiten des Transversalfluss-Reluktanzprinzips gerecht wird. Die im Teilprojekt 1.5 entwickelten Werkzeuge werden für das TP 2.3 verallgemeinert, um zusätzliche Modelle zur Regelung ergänzt, und zu einem Auslegungsprogramm zusammengefasst. Mit diesem Programm ist die Auslegung beliebiger Antriebe in einem iterativen Prozess, bestehend aus analytischen und numerischen Berechnungen, möglich. Zusätzlich werden Optimierungsmöglichkeiten für die Motoren aufgezeigt und die theoretischen Erkenntnisse an einem Prüfling durch umfangreiche Messungen validiert. Im Ergebnis der Messungen konnten Probleme am Motor, insbesondere die Maßhaltigkeit des Luftspaltes und die Erwärmung betreffend, identifiziert werden. Es wurden Vorschläge erarbeitet, diese Probleme zu lösen. Beispielhaft wurde die Rotorscheibe so verändert, dass tangentiale Wirbelstrombahnen unterbrochen werden, was zu einer deutlichen Verringerung der Erwärmung und zu einer Steigerung des Wirkungsgrades geführt hat. Das Teilprojekt 2.3 hat damit zu einer weiteren Optimierung des LEANTEC-Antriebes beigetragen.

Konkrete Anwendungen für eine Transversalfluss-Reluktanzmaschine sind bislang nicht bekannt. Im Rahmen des Teilprojekts 3.5 sollen LEANTEC-Antriebe für festgelegte industrielle Anwendungen entwickelt werden. Ziel des TP ist dabei die Ermittlung der Anforderungen, die sich aus den Anwendungen ergeben, und daraus die Auslegung der entsprechenden Antriebe und das Fest-

schreiben der Antriebsparameter in einem Pflichtenheft. Die Auslegung der Antriebe erfolgt dabei mit in den Teilprojekten 1.5 und 2.3 entwickelten Modellen und Methoden. Wo möglich, werden für ähnliche Anforderungen baugleiche Motoren ausgelegt, die sich nur in den Bemessungsdaten unterscheiden. Damit können im Rahmen der Entwicklung und Fertigung viele Ressourcen eingespart werden. Im Ergebnis werden zwei Motortypen unterschiedlicher Geometrie festgelegt, mit denen alle Anwendungen abgedeckt sind. Für alle projektierten Motoren ist nach deren Fertigstellung eine umfangreiche Messkampagne vorgesehen, um die Einhaltung der Anforderungen zu prüfen. Dabei festgestellte Probleme dienen der weiteren Optimierung der LEANTEC-Motoren.

Zusammenfassend steht der deutschen Wirtschaft ein Elektromotor mit spezifischen Vorteilen zur Verfügung und die Wirtschaft der neuen Länder wurde gestärkt. Der LEANTEC-Antrieb verzichtet auf seltene Erden, weist einen geringen Kupferbedarf auf und besitzt einen kurzen axialen Aufbau sowie eine geringere Masse im Vergleich zu Konkurrenzprodukten. Als Anwendungsmöglichkeiten sind sowohl stationäre und als auch mobile Antriebslösungen denkbar. Der LEANTEC-Antrieb ist zudem als Direktantrieb einsetzbar und erhöht die geopolitische Unabhängigkeit von Ressourcen.

#### Literatur:

Jan Döring: Elektromagnetische Auslegung einer Transversalfeldreluktanzmaschine in Scheibenläuferbauweise mit weichmagnetischen Pulververbundwerkstoffen, Dresdner Schriftenreihe zu elektrischen Maschinen und Antrieben. Band 18. (Hrsg.: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wilfried Hofmann Dresden). 120 Seiten, Shaker Verlag Aachen 2019

J. Doering, G. Steinborn, and W. Hofmann, "Torque, power, losses and heat calculation of a transverse flux reluctance machine with soft magnetic composite materials and disc-shaped rotor," IEEE Trans. Ind. Appl., vol. 51, no. 2, pp. 1494–1504, 2015

J. Doering, W. Hofmann: Design of a Transverse Flux Reluctance Machine with Mutual Flux Paths and Disc Rotors, European Power Electronics and Applications - EPE, Geneva, Switzerland, 2015.

J. Döring, G. Steinborn, W. Hofmann: Torque, Power, Losses and Heat Calculation of a Transverse Flux Reluctance Machine with Soft Magnetic Composite Materials and Disc-shaped Rotor. IEEE ECCE 2013 pp. 4326-4333

J. Doering, W. Hofmann: Comparison of magnetic circuit design methods of transverse flux reluctance machines, IEEE IEMDC, 2015.