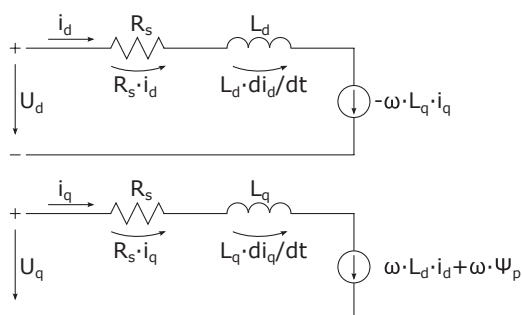
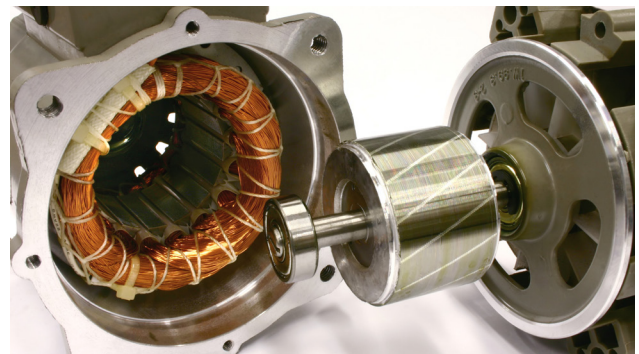


## > Energieeffiziente Ansteuerung von elektronisch kommutierten Motoren

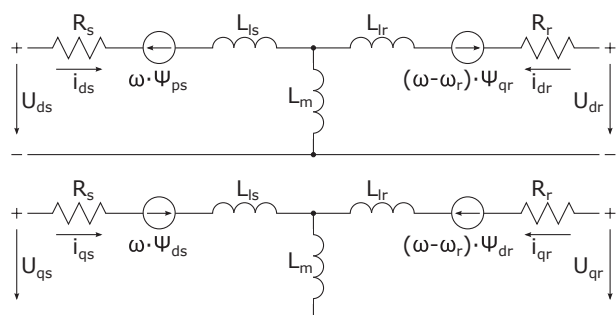
Der heutige Markt stellt zunehmend höhere Anforderungen an die Energieeffizienz von elektronisch kommutierten Motoren. Neben dem eigentlichen Motordesign haben vor allem die verwendeten Ansteueralgorithmen einen maßgeblichen Einfluss auf Motorverhalten und Wirkungsgrad. In diesem Umfeld liegt ein Schwerpunkt unserer FuE-Aktivitäten auf der Entwicklung von Steuer- und Regelalgorithmen für den hochdynamischen und energieeffizienten Betrieb von 3-phasigen elektronisch kommutierten Synchron- und Asynchronmotoren.

### Motorentypen

Es existieren zahlreiche unterschiedliche Arten und Bauformen von Elektromotoren. Der Schwerpunkt unserer FuE-Aktivitäten liegt dabei auf permanenterregten Synchronmotoren mit Oberflächenmagneten (SPMSM) und eingebetteten Magneten (IPMSM) sowie auf Asynchronmotoren mit Kurzschlussläufer (ASM). Unsere Algorithmen testen wir primär an Niederspannungsmotoren im Bereich von 12V bis 48V in Automotive-Anwendungen. Die Entwicklungsergebnisse sind auch auf andere Anwendungsgebiete mit höheren Spannungsklassen übertragbar.



Physikalisches Ersatzmodell PMSM



Physikalisches Ersatzmodell ASM

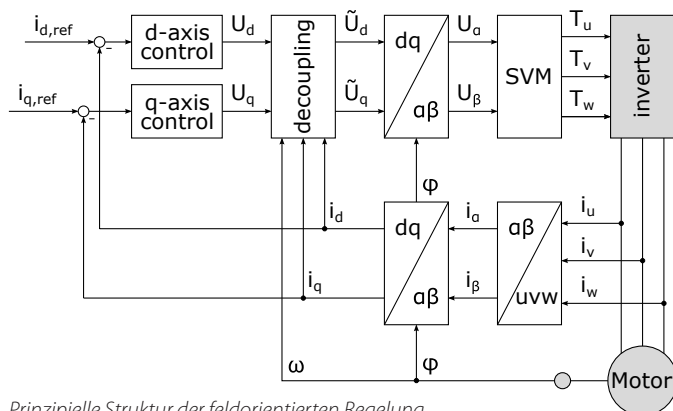
## Ansteueralgorithmen

Bei der Entwicklung unserer Steuer- und Regelalgorithmen kombinieren wir modellbasierte Methoden aus der modernen Regelungstechnik mit bewährten klassischen Ansätzen. Die Entwicklung erfolgt konsequent modellbasiert mit detaillierten Simulationsmodellen für die Motoren und Leistungsendstufen in MATLAB/Simulink. So können die Algorithmen durch Simulationen validiert und optimiert werden, bevor sie durch Autocodegenerierung auf dem Steuergerät integriert und am realen Motor getestet werden.

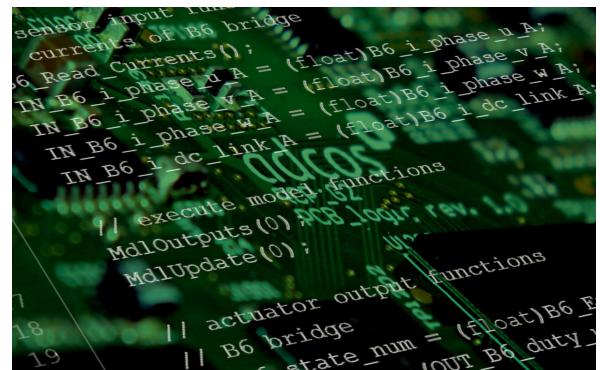
Derzeitig setzen wir u.a. folgende Steuer- und Regelalgorithmen ein:

- › Klassische Kommutierungsverfahren (Block, Sinus)
- › Feldorientierte Verfahren (FOC, DTC) mit klassischen PI-Reglern sowie diskreten Kompensationsreglern (Deadbeat-Control)
- › Sensorlose feldorientierte Verfahren basierend auf Kalman-Filtern und Sliding Mode Beobachtern

Unsere Algorithmen zeichnen sich durch einen hohen Wirkungsgrad aus und gewährleisten ein robustes und hochdynamisches Regelungsverhalten sowohl im Konstantdrehmoment- als auch im Feldschwächbereich.



Prinzipielle Struktur der feldorientierten Regelung



## Test und Validierung

Für die Erprobung und stetige Weiterentwicklung unserer Algorithmen setzen wir unter anderem unsere eigenen Rapid-Control-Prototyping Steuergeräte ein. Diese Steuergeräte verfügen über einen Standard Automotive Mikrocontroller und über eine integrierte Leistungselektronik für die Ansteuerung von Motoren bis zu einer Leistungsklasse von 2 kW. Darüber hinaus führen wir Systemerprobungen auf eigenen und kundenspezifischen Motorenprüfständen mit standardisierten Testprogrammen durch.

## Serienimplementierung

Die Serienimplementierung unserer modellbasiert entwickelten Algorithmen erfolgt mit dSPACE TargetLink durch Autocodegenerierung. Damit können wir unsere Software schnell auf unterschiedlichen Plattformen wie AUTOSAR (i.d.R. als Complex Device Driver) oder proprietärer Basissoftware einbinden.