



Christian Koster

Diplomand	Christian Koster
Examinator	Prof. Dr. Jasmin Smajic
Experte	Prof. Dr. Petr Korba, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften
Themengebiet	Environmental Engineering
Projektpartner	Maxon Motor AG, Sachseln, OW

Kommutierung bürstenloser Gleichstrommotoren

Einfluss des Statorfeldes auf die elektronische Kommutierung

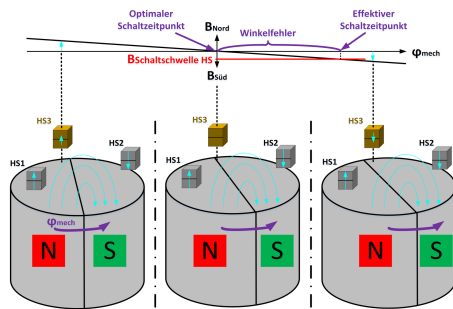


Abb.1 Entstehender Winkelfehler bezogen auf das Rotorfeld

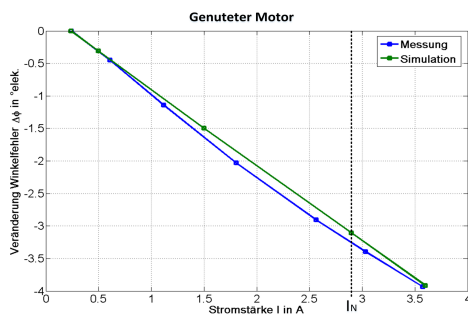


Abb.2 Veränderung des Winkelfehlers in Abhängigkeit der Stromaufnahme der Statorspulen

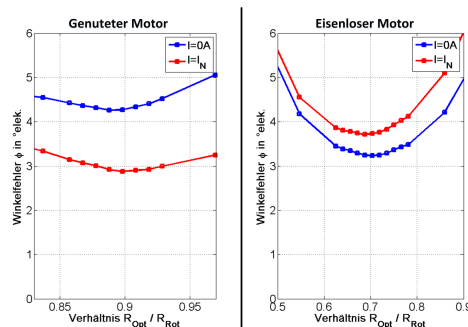


Abb.3 Optimale Hallensensorposition bei maximalem Toleranzabstand im Nennbetrieb

In dieser Masterarbeit wurde mit Hilfe einer 3D-Finite-Elemente-Simulation der Einfluss des Statorfeldes auf die elektronische Kommutierung für einen eisenlosen und einen genuteten Motor erarbeitet. Bei den zwei definierten Motoren werden für die Lageerkennung des Rotors digitale Hallensensoren eingesetzt. Die Hallensensoren reagieren auf das gemeinsam aufgebaute Rotor- und Statorfeld und schalten, sobald deren Schaltschwelle erreicht wird. Die geometrische Anordnung dieser Hallensensoren und der Einfluss auf den Hallensensor 3 sind in der Abb.1 dargestellt. Aufgrund der Schaltschwelle schaltet der Hallensensor 3 erst nach dem optimalen Schaltzeitpunkt, was zu einem Winkelfehler bzw. einer Verschiebung des Kommutierungswinkels führt.

Die 3D-Simulationen wurden mit Hilfe einer Messung auf deren Plausibilität geprüft. Für die Messung wurden die Motoren sensorlos betrieben, wobei das Schaltverhalten eines Hallensensors und die Stromaufnahme der Statorspulen bei unterschiedlicher Belastung über die Zeit gemessen wurden. Für die Auswertung wurden die Signalverläufe auf den mechanischen Winkel bezogen und die Phasenlage für die Hallensensorsignale berechnet. Die Veränderung des Winkelfehlers entspricht der Differenz der Phasenlagen. In der Abb.2 ist die Veränderung des Winkelfehlers in Abhängigkeit der Stromaufnahme der Statorspulen für die Mess- und die Simulationsergebnisse des genuteten Motors dargestellt. In der Abbildung wird ersichtlich, dass der Winkelfehler durch den Einfluss des Statorfeldes abnimmt, sofern der Hallensensor nicht vor dem optimalen Schaltzeitpunkt seine Schaltschwelle erreicht. Beim eisenlosen Motor nimmt der Winkelfehler durch den Einfluss des Statorfeldes leicht zu und verzögert die elektronische Kommutierung somit zusätzlich.

Mit Hilfe der Simulationsmodelle wurde in einem weiteren Schritt die optimale Hallensensorposition in radialer Richtung, bei maximalem Toleranzabstand zwischen Rotor und Hallensensor, bestimmt. Dabei wurde der Winkelfehler bei einer maximalen Schaltschwelle von +/-4mT an verschiedenen Hallensensorpositionen ausgewertet. Aus der Abb.3 ist eine optimale Hallensensorposition im Nennbetrieb bei $R_{Opt} = 0.9R_{Rot}$ für den genuteten Motor und bei $R_{Opt} = 0.7R_{Rot}$ für den eisenlosen Motor erkennbar, wobei R_{Rot} dem Rotorradius entspricht.