

### Von der Sinusform abweichende Feldverteilung der Permanentmagnete des Rotors

Gegeben ist die Feldstärke- oder Flussdichte-Verteilung über ein Polpaar in Abhängigkeit des Winkels relativ zum Rotor, bezogen auf ein Polpaar. Es genügt die Angabe für eine halbe Polteilung  $[0.. \frac{\pi}{2})$ , die Verteilung entlang der nächsten halben Polteilung  $[\frac{\pi}{2}.. \pi)$  ist abszissensymmetrisch. Der weitere Verlauf  $[\pi.. 2\pi)$  ist punktsymmetrisch um den Punkt mit der Winkelkoordinate  $\pi$ . In den optional folgenden Polpaaren wiederholt sich die Feldverteilung periodisch.

Bei bekanntem Verdrehwinkel  $\delta$  des Rotors gegenüber dem Stator kann die Flussverkettung der Statorspulen durch Integration über den Winkel relativ zum Stator bestimmt werden. Erfolgt die Angabe der Feldverteilung relativ zum Rotor mit einfachen Funktionen (konstant, Potenzfunktion inkl. linear, sinusförmig, ...), ist diese Integration leicht analytisch zu bewerkstelligen. Die zeitliche Ableitung der Flussverkettung ergibt unter Berücksichtigung der komplexen Windungszahl die in den Spulen induzierten Spannungen. Die komplexe Windungszahl berücksichtigt Windungszahl, Lage und Sehnung der Spulen.

Berücksichtigt man nur Maschinen ohne Dämpferwicklung, entfallen im Modelica-Modell die Komponenten

- airGap
- permanentMagnet
- optionaler rotorCage

Stattdessen ist die entsprechende Feldverteilung bzw. die daraus durch Integration gewonnene Flussverteilung im Modell des Ständers einzuspeisen. Vernachlässigt man magnetische Sättigung, können die Teilflussverkettungen der Permanentmagnete (abhängig von der Rotorlage) und der Ständerströme (Grundwelle der nach wie vor räumlich sinusförmigen Verteilung) addiert werden. Die Connectoren (MagneticPort) berücksichtigen nur die Grundwelle des Flusses und können damit nur zur Bestimmung der Teilflussverkettung der Ständerströme verwendet werden, die Teilflussverkettung der Permanentmagnete ist getrennt einzuspeisen. Aus der Gesamtflussverkettung werden die induzierten Spannungen wiederum als Zeitableitung berechnet. Rückwirkungen auf die Permanentmagnete werden dabei nicht modelliert.

Das bedeutet umfangreiche Änderungen auch am Modell des electroMagneticConverter, stellt aber eine performantere Lösung als eine räumliche Fourierzerlegung der Feldverteilung (HarmonicWave) in Aussicht.

Vom Grundwellenmodell (FundamentalWave) abgedeckt ist räumlich sinusförmige Feldverteilung.

Bei konstanter Drehzahl und damit linear ansteigendem Verdrehwinkel  $\delta$  erhält man zeitlich sinusförmiger Verlauf der Flussverkettung, was zu zeitlich sinusförmigem Verlauf der induzierten Spannung führt.