



LAUFZEIT: 4 JAHRE

EISENVERLUSTE IN ROTIERENDEN ELEKTRISCHEN MASCHINEN

Analytische Bestimmung der Eisenverluste in Asynchronmaschinen

Kurzbeschreibung

Das Thema Energieeffizienz nimmt eine zentrale Rolle im Rahmen der Energiewende Deutschlands an (siehe Norm 60034-30). In diesem Zusammenhang ist eine Zusammenarbeit der Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm und einem externen Industriepartner entstanden. Innerhalb dieser auf zunächst vier Jahren festgelegten Kooperation wurde die Verbesserung der analytischen Berechnung der Verluste von Asynchronmaschinen als ehrgeiziges Ziel gesetzt. Dabei hat sich herauskristallisiert, dass die Berechnung der Eisenverluste, welchen einen dominanten Verlustanteil der Maschine darstellen, besonderes Verbesserungspotential besitzen.

Ausgangspunkt der analytischen Berechnung der Eisenverluste bildet der magnetische Kreis der Maschine. Dabei wird die Maschine in möglichst wenige Abschnitte eingeteilt, welche in guter Näherung gleiche magnetische Flussdichten besitzen (Abb.1 und Abb.2). Die Berechnung des magnetischen Kreises wird anhand von Messungen des Magnetisierungsstromes von Asynchronmaschinen im Leerlauf validiert. Außerdem werden die Flussdichten mit Hilfe von analytischen Simulationsprogrammen (SPEED) und Finite-Elemente-Methoden (MAXWELL und FE-MAG) überprüft.

Anschließend werden durch Einsetzen der Flussdichten und Frequenzen in die aus der Literatur bekannten Ansätze (Jordan, Bertotti, Jacobs, etc.) die Eisenverluste in der Maschine bestimmt. Dabei fällt auf, dass gerade im Bereich hoher magnetischer Flussdichten eine deutliche Abweichung zwischen Berechnung und Messung entsteht. Dies wirkt sich in der Gegenwart in zunehmender Weise aus, da der heutige Trend zu Maschinen neigt, die im Nennpunkt hoch gesättigt sind. Die größten Unbekannten bei der Berechnung der Eisenverluste sind die sog.

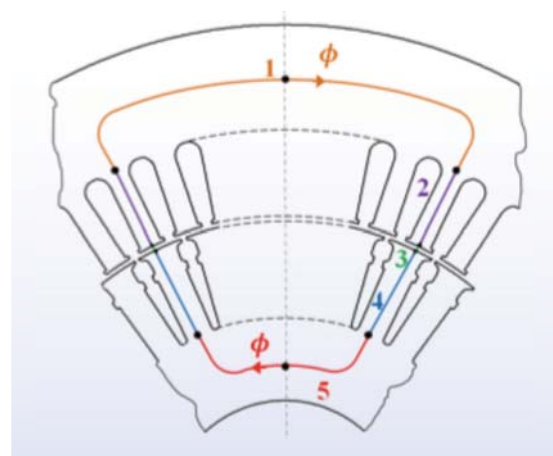


Abb.1: Magnetischer Kreis einer Asynchronmaschine

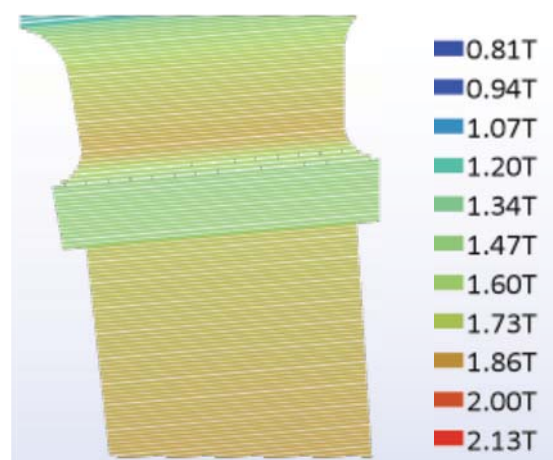


Abb.2: Analytische Bestimmung der magnetischen Flussdichten z.B. Läuferzähne (eigenes Programm)



ENERGIE
CAMPUS
NÜRNBERG

PROJEKTLEITER

Prof. Dr. Andreas Kremser

PROCESS -

Energieeffiziente Elektrische Antriebs- und Maschinenkonzepte

Institut für leistungselektronische Systeme – ELSYS

Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm

ANSPRECHPARTNER

M. Eng. Michael Reinlein

Fachbereich Elektrische Antriebe

Tel.: +49.911.5880.3125

Fax: +49.911.5880.3126

michael.reinlein@th-nuernberg.de

www.encn.de



>>

EISENVERLUSTE IN ROTIERENDEN ELEKTRISCHEN MASCHINEN

Analytische Bestimmung der Eisenverluste in Asynchronmaschinen

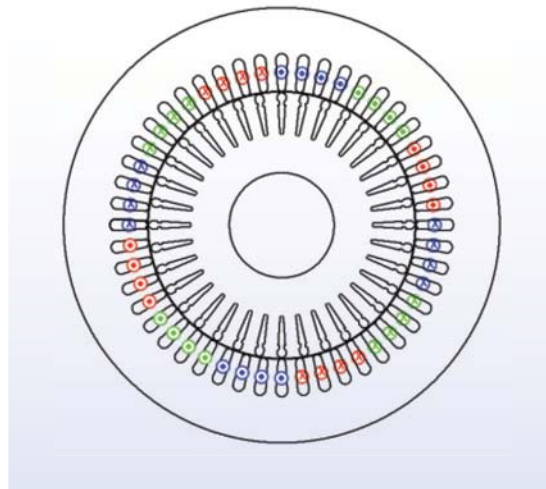


Abb.3: Festlegung des Designs der Maschine
(eigenes Programm)

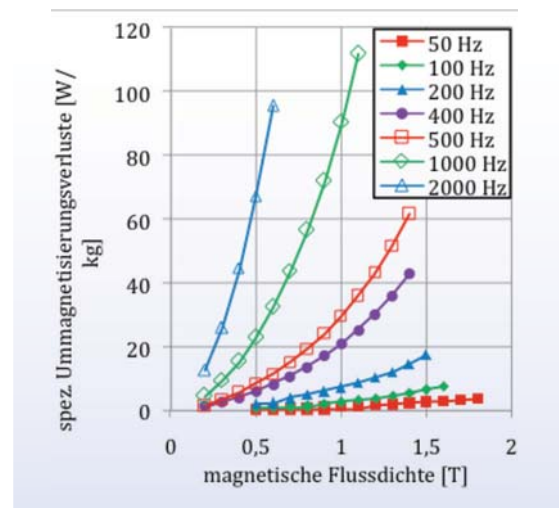


Abb.4: Spezifische Ummagnetisierungsverluste

Zuschlagfaktoren. Diese können als Korrekturfaktoren angesehen werden, die Fertigungseinflüsse bei der Verarbeitung von Elektrobänder berücksichtigen. Die Größe der Zuschlagfaktoren für Elektromotoren ist in der Literatur zwischen 1,3 und 2,5 angegeben und wurde durch eigene Untersuchungen an mehr als 1700 Maschinen bestätigt. Aufgrund der großen Schwankung der Zuschlagfaktoren ergibt sich eine erhebliche Abweichung bei der Berechnung der Eisenverluste. Im Herstellungsprozess des Blechpakets durchläuft das Ausgangsprodukt Elektrobänder zahlreiche Stationen (z.B. Stanzen, Verpressen der Lamellen, Schweißen, Einpressen der Blechpakete ins Gehäuse, etc.). All diese Fertigungseinflüsse auf den Werkstoff Elektrobänder wirken sich negativ sowohl auf das Magnetisierungsverhalten als auch auf die spezifischen Ummagnetisierungsverluste aus. Die Synthese zwischen den einzelnen Bearbeitungseinflüssen und der Bestimmung eines qualitativen Zuschlagfaktors für Hysterese- und Wirbelstromanteil der spezifischen Ummagnetisierungsverluste (Abb.4) konnte bisher

nicht zufriedenstellend hergestellt werden. Dies ergab eine ausgiebige Literaturrecherche. Vielmehr werden bisher die Zuschlagfaktoren aus Erfahrungswerten von Messungen an bereits existierenden Maschinen nur mit großer Ungenauigkeit abgeleitet.