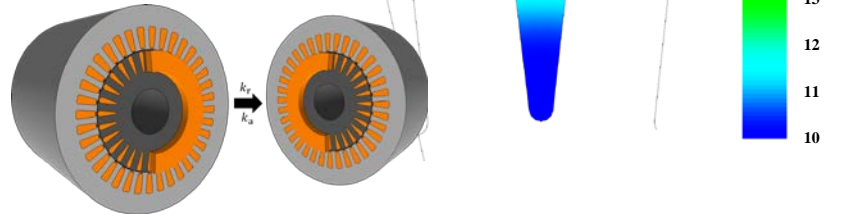


# Masterarbeit Master Thesis



## Modellierung des Skin效ekts in einem skalierbaren numerischen Maschinenmodell einer Asynchronmaschine mittels analytischer Berechnungsmethoden

### Motivation

Kleine Änderungen in den geometrischen Abmessungen einer vorhandenen Maschine können genutzt werden, um die Maschineneigenschaften auf spezifische Lastszenarien oder Randbedingungen zu optimieren. Eine effiziente Methode hierfür ist die Skalierung der Finite-Elemente- (FE-) Lösung der Referenzmaschine. In den Rotorstäben einer Käfigläuferasynchronmaschine tritt der Skin Effekt auf, welcher eine ungleichmäßige Verteilung des Stroms zur Folge hat. Dieser Stromverdrängungseffekt hat neben der Widerstandsänderung einen Einfluss auf die Läuferstreuinduktivität und die Feldverteilung der Maschine. Der Skin Effekt sollte daher in der Skalierung der FE-Lösungen der Maschine mit berücksichtigt werden. Ziel der Arbeit ist es, durch analytische Berechnungsmethoden den Skin Effekt zuerst bei der radialen Geometrieänderung und darauf folgend bei kleinen Änderungen der Rotorstabgeometrie, wie z.B. das Einbringen von Kühlkanälen, in der Skalierung zu modellieren.

### Themengebiet

Analytische Rechenverfahren, Skin Effekt, Asynchronmaschine, Skalierungsgesetze

### Möglicher Ansatz

Die Arbeit basiert auf einer vorhanden Implementierung der Skalierung ohne Skin Effekt. Mittels FE Rechnungen wird der Einfluss des Skin Effekt für unterschiedliche radial skalierte Maschinen und Rotorstabtopologien analysiert und mit den skalierten FE-Lösungen verglichen. Auf Basis der Analyse und auf analytischen Berechnungsverfahren zur Berechnung des Skin Effekts werden Anpassungen in den Skalierungsgesetzen getroffen und erweiterte Skalierungsgleichungen zur Modellierung des Skin Effekts in der Skalierung hergeleitet.

### Erwartete Ergebnisse

1. Kurze Literaturstudie zur Skalierung von ASM und zum Skin Effekt
2. Analyse des Skin Effekteinflusses für radiale Skalierungen und kleine Änderungen der Rotorstabgeometrie
3. Implementierung einer analytischen Berechnungsmethode in den Skalierungsgleichungen
4. Schriftliche Ausarbeitung und Dokumentation



**RWTHAACHEN**  
UNIVERSITY

**Betreuer / Supervisor:**

Martin Nell, M.Sc., Dipl.-Ing. Andreas Thu

**E-Mail / E-mail:**

[martin.nell@iem.rwth-aachen.de](mailto:martin.nell@iem.rwth-aachen.de)

**Telefon / Telephone:**

+49 (0) 241 80-97641

**Raum / Room:**

208

## Modeling of the skin effect in a scalable numerical machine model of an induction machine using analytical calculation methods

### Motivation

Small changes in the geometric dimensions of an existing machine can be used to optimize the machine properties for specific load scenarios or boundary conditions. An efficient method for this is the scaling of the finite element (FE) solution of the reference machine. In the rotor bars of a squirrel cage induction machine the skin effect occurs, which results in an uneven distribution of the current. In addition to the resistance change, this current displacement effect has an influence on the rotor leakage inductance and the field distribution of the machine. The skin effect should therefore be taken into account in the scaling of the FE solutions of the machine. The aim of this work is to model the skin effect in the scaling procedure using analytical calculation methods to determine the skin effect first with the radial geometry change and subsequently with small changes in the rotor bar geometry, such as, for example, the introduction of cooling channels.

### Field of Application

Analytical calculation methods, skin effect, induction machine, scaling laws

### Possible Approach

The work is based on an existing implementation of scaling without the skin effect. Using FE calculations, the influence of the skin effect on different radial scaled machines and rotor bar topologies is analyzed and compared with the scaled FE solutions. Based on the analysis and analytical calculation methods for the calculation of the skin effect, adjustments are made in the scaling laws and extended scaling equations for consideration of the skin effect in the scaling procedure are derived.

### Expected Results

1. Short literature study on the scaling of IM and on the skin effect
2. Analysis of the skin effect influence for radial scaling and small changes of the rotor bar geometry
3. Implementation of an analytical calculation method in the scaling equations
4. Documentation of all models and results