

# Beiträge zur lagerlosen Asynchronmaschine

**Doctoral Thesis**

**Author(s):**

Schöb, Reto

**Publication date:**

1993

**Permanent link:**

<https://doi.org/https://doi.org/10.3929/ethz-a-000926136>

**Rights / license:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#)

Diss. ETH ex. A

Diss. ETH Nr. 10417

# Beiträge zur lagerlosen Asynchronmaschine

ABHANDLUNG  
Zur Erlangung des Titels

DOKTOR DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN  
der  
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

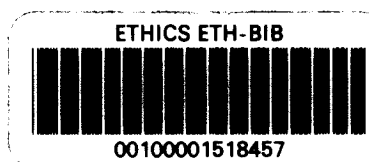


vorgelegt von

RETO SCHÖB

Dipl. El.-Ing. ETH  
geboren am 7. August 1963  
von Gams SG

Angenommen auf Antrag von:  
Prof. Dr. J. Hugel, Referent  
Prof. Dr. G. Schweitzer, Korreferent  
1993



# Kurzfassung

---

In der konventionellen elektrischen Maschine wird einer von sechs Freiheitsgraden des starren Rotors durch die Wicklung kontrolliert (Drehung um die Schaftachse). Die übrigen fünf Freiheitsgrade werden normalerweise durch zwei Kugellager fixiert. Bei Spezialanwendungen können gewisse Eigenschaften der Kugellager wie Erwärmung, Abrieb, Einsatz von Schmiermitteln, Lagerspiel, Nachgiebigkeit, beschränkter Rundlauf oder die beschränkte Lebensdauer, stören. In solchen Fällen bieten sich Magnetlager an. Die aktive magnetische Lagerung eines Rotors ist allerdings aufwendig. Zur Stabilisierung eines Freiheitsgrades ist ein Paar regelbarer Elektromagnete notwendig. Der hohe Aufwand lässt sich teilweise reduzieren, falls es gelingt, die Radialmagnetlager in die Maschine zu integrieren. Zusätzlich öffnet die Integration ein weites Feld neuer Konstruktionsmöglichkeiten und Anwendungen.

In der vorliegenden Arbeit wird aufbauend auf einer früheren Arbeit von J.Bichsel [Bich/90] gezeigt, dass durch die geeignete Kombination von zwei Wicklungen in einer Drehfeldmaschine nicht nur ein Drehmoment, sondern auch eine Radialkraft erzeugt werden kann. Diese Kraft lässt sich zur radialen magnetischen Lagerung des Rotors nutzen. Zwei solche Maschinenhälften können zu einer "lagerlosen" Maschine, das heisst zu einer elektrischen Maschine, bei der das Drehmoment und die magnetischen Lagerkräfte am gleichen Ort entstehen, kombiniert werden. Die Arbeit befasst sich hauptsächlich mit der "lagerlosen" Asynchronmaschine. Es wird gezeigt, wie eine solche gebaut und einfach modelliert werden kann. Ein Schwerpunkt bilden Verfahren zur Regelung der Rotorlage (aktive Magnetlagerregelung) und des Drehmoments. Für beide Aufgaben ist das Verfahren der Feldorientierung sinnvoll, weshalb die feldorientierte Regelung der Asynchronmaschine eingehend behandelt wird. Dass die "lagerlose Asynchronmaschine" mehr als nur eine theoretische Spielerei ist, wird durch die praktische Realisierung einer Versuchsmaschine mit der zugehörigen Regelung und durch vielversprechende Messergebnisse unterstrichen.

# Abstract

---

In a conventional electrical machine, one of six degrees of freedom is controlled by the winding (building up of the torque). The other five degrees of freedom are normally stabilized by two ball-bearings. For special purposes, some properties of the ball-bearings like heating, abrasion, the need of lubricants, backlash, complaisance, the limited true running or the limited durability, can cause problems. In such cases magnetic bearings are often used. But the active magnetic mounting of a rotor requires a great deal of additional hardware. For the stabilisation of one degree of freedom, a pair of electrically controlled magnets is necessary. The high expense can be partly reduced by integration of the radial magnetic bearings into the machine. Additionally, the integration opens a wide field of new designs and applications.

The following thesis is based on an earlier work of J. Bichsel [Bich/90]. It illustrates a feasible way to build up in an electrical machine not only a torque, but also a radial magnetic force by the combination of two windings. This force can be utilized to stabilize two additional degrees of freedom by control. Two of these machines are combined to the "bearingless machine", which means, that the torque and the magnetic bearing forces are formed at the same winding space in the machine.

The thesis focuses on the "bearingless induction motor". It shows how such a machine can be built and modelled. A focal point is the control of the lateral rotor position and the torque. For both control-problems the principle of "field orientation" is essential. The successful realisation of a prototype system and the very promising results prove, that the bearingless induction motor is more than only a theoretical game.