



Doctoral Thesis

## **Auslegung, Simulation und Aufbau einer lagerlosen Spaltrohrpumpe**

**Author(s):**

Redemann, Christian

**Publication Date:**

2000

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-004016349> →

**Rights / License:**

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

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

*Diss. ETH Nr.: 13736*

*Auslegung, Simulation und Aufbau  
einer lagerlosen Spaltrohrpumpe*

*ABHANDLUNG  
zur Erlangung des Titels*

*DOKTOR DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN  
der  
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH*

*vorgelegt von  
CHRISTIAN REDEMANN*

*Dipl. Ing. Elektrotechnik  
Universität - Gesamthochschule Paderborn  
geboren am 16. August 1967  
deutscher Staatsangehöriger*

*Angenommen auf Antrag von  
Prof. Dr. J. Hugel, Referent  
Prof. Dr. H. Grotstollen, Korreferent*

*2000*

## *Kurzfassung*

---

Heute weit verbreitete Pumpen für die Förderung von kritischen Medien sind die sogenannten Spaltrohr- und Magnetkupplungspumpen, die durch das Fehlen von rotierenden Wellendichtungen einen hermetisch dichten Systemaufbau ermöglichen. Die zur Lagerung des Rotors eingesetzten Gleitlager sind eine häufige Ausfallursache der Fördereinrichtungen und können somit kostenintensive Stillstandszeiten der Produktionsanlagen zur Folge haben. Durch den Ersatz der Gleitlager durch Magnetlager können auch kritische Betriebszustände, wie der Trockenlauf der Pumpe, schadlos überstanden werden.

Im ersten Teil der vorliegenden Arbeit wird aufbauend auf früheren Veröffentlichungen ([SCHÖ/93], [GLAC/94]) eine für die Spaltrohrmotorpumpe geeignete Magnetlagerkonfiguration erarbeitet, welche die für die Industrie geltenden Normen erfüllen soll. Die Verwendung von 3-phasigen Standard-Umrichtern aus der Antriebstechnik und der Einsatz von Komponenten die durch das metallische Spaltrohr hindurch arbeiten, ergeben eine Lösung mit der wesentliche Forderungen bezüglich Zuverlässigkeit, Preis und Systemkomplexität erfüllt werden können. Der Einsatz eines 3-phasigen, homopolaren und permanentmagnetisch vorgespannten Radiallagers, sowie eines lagerlosen Motors führen auf eine kurze Bauform der Spaltrohrpumpe. Daraus folgend ergibt sich eine Reduzierung der hydraulischen Verluste und somit eine Erhöhung des Gesamtwirkungsgrades der Spaltrohrpumpe. Neben der Auslegung erfolgt eine Simulation und Verifikation der charakteristischen Eigenschaften der verwendeten Magnetlager. Zur Überprüfung der Machbarkeit wird eine lagerlose Spaltrohrpumpe mit einer hydraulischen Leistung von 19 kW aufgebaut und auf einem Pumpenprüfstand getestet.

Durch die gleichzeitige Verwendung der Magnetlager als Aktuator und als Sensor wird einerseits der Rotor berührungsfrei gelagert, andererseits ist es aufgrund der für die Magnetlagertechnik verwendeten Systemkomponenten einfach möglich, eine Messung von Prozesskräften im Betrieb und gleichzeitig auch eine Betriebszustandserkennung vorzunehmen. Diese Aspekte gewinnen insbesondere im Zusammenhang mit der geforderten Erhöhung der Verfügbarkeit von komplexen Produktionseinrichtungen zunehmend an Bedeutung.

## *Abstract*

---

Today widely used pumps for the production of critical media are the so-called canned motor pumps and magnetic-clutch pumps, which enable a hermetically closed system structure by the absence of rotary shaft seals. The slide bearings used for supporting the shaft are a frequent failure cause of the pump systems and can thus lead to cost-intensive down times of the production plant. By substitution of the slide bearings by magnetic bearings even critical operating conditions cause no problem, such as dry running of the pump.

In a first part of this thesis, based on earlier publications (*[SCHÖ/93]*, *[GLAC/94]*), a magnetic bearing configuration suitable for the canned pump is compiled, which has to fulfill the standards, applicable for industry. The use of 3-phase standard converters from the drive technology and the use of components which can act through the metallic can lead to a solution whereby substantial demands affecting reliability, price and system complexity can be fulfilled. The application of a 3-phase, homopolar, permanent-magnet-biased radial magnetic bearing and a bearingless motor lead to a short design of the pump. Therefore the hydraulic losses decrease and the overall efficiency of the pump increases. Apart from the design, there is also a simulation and a verification of the characteristics of the magnetic bearings used. For the acid feasibility test, a 19 kW bearingless canned motor pump is assembled and tested on a pump test bed.

By the simultaneous use of the magnetic bearings as an actuator and as sensor on the one hand the shaft is levitated, and on the other hand it is possible to make simply a measurement of process forces in operation and also operation condition recognition at the same time. These aspects assume increasing importance especially in connection with the demand for heightened availability in complex production facilities.