

PERMANENTMAGNETABDICHTUNG FÜR MAGNETORHEOLOGISCHE FLUIDE

Dietrich Lampe¹, Boris Messerschmidt²

^{1,2} TU Dresden, Institut für Luft- und Raumfahrttechnik, D-01062 Dresden
Email: Lampe@tfd.mw.tu-dresden.de Fax: +49-351-4638087

Bei Geräten und Instrumenten die magnetorheologische Fluide (MRF) enthalten, muß ein Auslaufen der MRF durch Dichtungen oder andere Maßnahmen verhindert werden. Aufgrund des Feststoffpartikelanteiles in MRF wären mechanische Dichtungen einem starken Abrieb ausgesetzt. Erschwerend kommt hinzu, daß das Basisöl der MRF oft nicht kompatibel mit der Gummisorte verschiedener Dichtungen ist. Zur Umgehung dieser Schwierigkeiten bietet sich eine Abdichtung mit Hilfe von magnetischen Feldern an. Diese Art der Abdichtung ist möglich, da MRF magnetisierbar sind und da sie aufgrund ihres Binghamverhaltens eine Schubspannung auch ohne Schergeschwindigkeit ertragen können. Eine Abdichtung mit Hilfe von magnetischen Feldern hat den weiteren Vorteil, daß sie verschleißfrei ist und daß bei Anwendung in der MRF-Kupplung keine Dichtungsreibung auftritt. Dabei wird die MRF durch Zentrifugalkräfte aus dem Bereich erhöhter magnetischer Flußdichte heraus geschleudert und somit ein erhöhtes Leerlaufdrehmoment vermieden.

Bekanntes von Ferrofluiddichtungen Zwischen Ferrofluiddichtungen und der Abdichtung für MRF gibt es Analogien. Im Gegensatz zu Ferrofluiddichtungen wird bei der zu entwickelnden Abdichtung für MRF aber das Ziel verfolgt, ein Auslaufen der MRF selbst zu verhindern. Der maximal ertragbare Dichtungsdruck einer Dichtungsstufe ist praktisch gleich dem Maximum des magnetischen Druckes im Ferrofluid:

$$p_{\text{mag}} = \mu_0 \int_0^H M dH \quad (1)$$

Aufbau der Permanentmagnetabdichtung für MRF Der Abdichtung kommt bei Anwendung in einer MRF-Kupplung die Aufgabe zu, die MRF im Kupplungsstillstand in den Drehmomentübertragungsspalten zu halten. Bei Rotation der Kupplung ist eine Abdichtung nicht erforderlich, da die MRF durch Zentrifugalkräfte in die Drehmomentübertragungsspalte gepreßt wird.

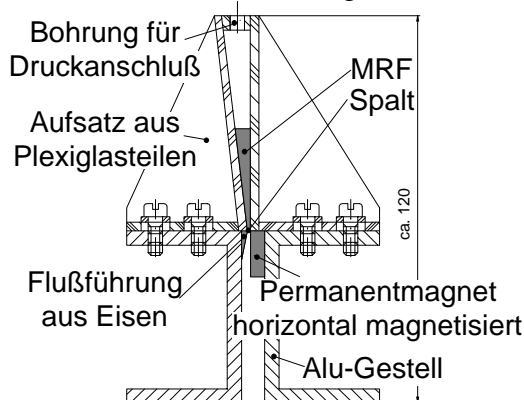


Bild 1: Untersuchter Aufbau

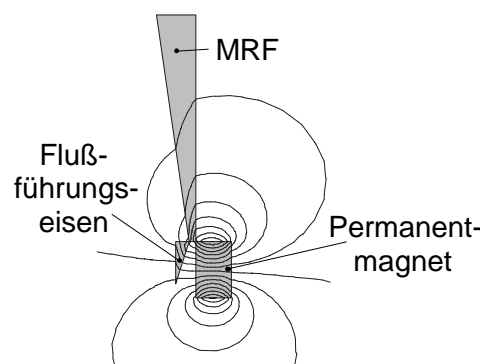


Bild 2: Berechneter magnetischer Feldlinienverlauf

Bei der Permanentmagnetabdichtung für MRF liegen sich der mit dem Abtriebsteil der Kupplung verbundene Permanentmagnet und der in das Antriebsteil der Kupplung integrierte Feldführungsring gegenüber und können unabhängig voneinander rotieren. Da die Permanentmagnetabdichtung in der MRF-Kupplung rotationssymmetrisch mit großem Radius ist, genügt es, einen Ausschnitt mit im Bild 1 dargestellten Querschnitt zu untersuchen. Die Versuchsvorrichtung wurde so aufgebaut,

daß variable Spaltweiten eingestellt und unterschiedliche magnetische Flußdichtenbereiche durch Einsatz verschiedener Magnetmaterialien realisiert werden konnten.

Berechnung des maximalen Dichtungsdruckes Da MRF im Gegensatz zu Ferrofluiden als Binghamkörper mit von der magnetischen Flußdichte abhängiger Grenzschubspannung zu betrachten sind, ergibt sich aus der Analyse der an einer infinitesimal dünnen MRF-Schicht wirkenden Kräfte:

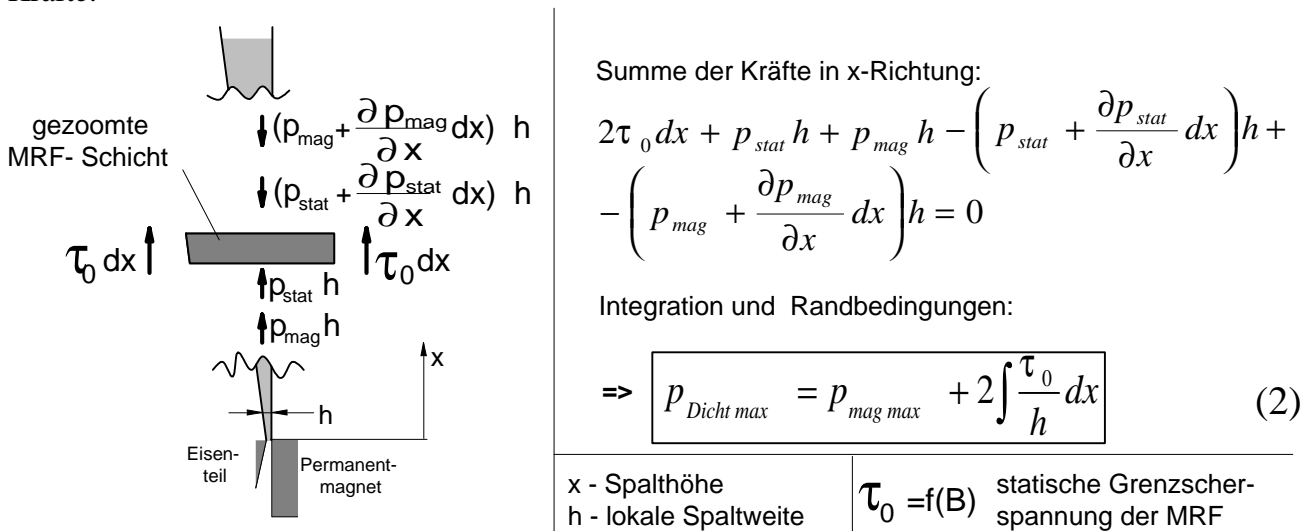


Bild 3: Kräfte in x-Richtung

Die numerische Berechnung des maximalen Dichtungsdruckes erfolgte aus den mit dem FEM-Programm OPERA 2d ermittelten magnetischen Flußdichteverteilungen.

Experimentelle Bestimmung des maximalen Dichtungsdruckes Als maximaler Dichtungsdruck ist in Bild 4 der Druck aufgetragen, bei dem erstmals MRF durch den Spalt hindurch trat.

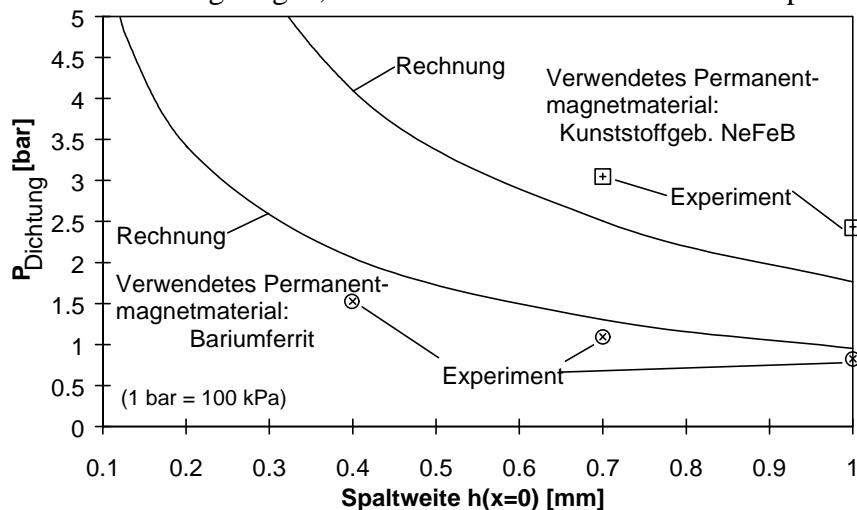


Bild 4: Berechnete und experimentell bestimmte maximale Drücke vs. min. Spaltweite

Schlußfolgerungen Die mit der relativ einfachen Meßmethode und unter Berücksichtigung der Vielzahl der in die Rechnung einfließenden Fehlermöglichkeiten erzielte gute Übereinstimmung zwischen Rechnung und Experiment zeigt, daß das entworfene Berechnungsverfahren die Einflußgrößen richtig erfaßt. Besonders bemerkenswert ist die durch das Binghamverhalten mögliche starke Steigerung des maximalen Dichtungsdruckes im Verhältnis zu Ferrofluiden.