

## Magnetkupplungspumpen

Energieeffiziente Alternativen zu den üblichen metallischen Spalttopfwerkstoffen

Die Energieeffizienz von Pumpen und Pumpensysteme beschäftigt seit längerem die deutsche und europäische Pumpenindustrie und ist das zentrale Thema der nächsten Jahre. Laut einer EU-Studie sind Pumpen mit etwa 20% am Energieverbrauch motorbetriebener Systeme beteiligt. Dies entspricht einem jährlichen Energieverbrauch von ca. 160 TWh. Nach Hochrechnung der Deutschen Energie-Agentur könnten durch die Optimierung von Pumpensystemen über 10 Milliarden KWh pro Jahr eingespart werden. In diesem Zusammenhang rücken Magnetkupplungspumpen mit metallischen Spalttöpfen verstärkt in den Fokus der Betrachtung.



Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Konrad,  
technischer Leiter bei Dickow Pumpen

Den grundsätzlichen Aufbau einer Magnetkupplung zeigt die Abbildung 1. Das Fördermedium wird durch den Spalttopf hermetisch gegen die Atmosphäre abgedichtet. Die Antriebsleistung wird vom

Motor über die Außenmagnete auf die innere Magnetkupplung übertragen. Dadurch, dass die magnetischen Feldlinien den metallischen Spalttopf schneiden, entstehen durch die elektrische Leitfähigkeit Wirbelstromverluste, die den Wirkungsgrad der Pumpe in Abhängigkeit zur Größe der Übertragungsleistung der Magnetkupplung mehr oder weniger stark negativ beeinflussen. Um die Wirbelströme zu vermeiden, sollte der Spalttopfwerkstoff bzw. die -konstruktion eine sehr niedrige oder am besten gar keine elektrische Leitfähigkeit besitzen. Zusätzlich sind die Randbedingungen der Explosionschutzrichtlinie hinsichtlich elektrostatischer Aufladung zu berücksichtigen.

### Alter Spalttopf raus – neuer Spalttopf rein

Das übertragbare Drehmoment der Magnetkupplung ist abhängig vom Luftspalt  $s$  zwischen dem Innen- und Außenmagneten bzw. vom Verhältnis Luftspalt  $s$  zum Durchmesser  $D$  des Innenmagneten. Deshalb wird die Akzeptanz energieeffizienter Spalttopfwerkstoffe stark davon abhängig sein, ob sich die Standardkonstruktion der umliegenden Bauteile ändert. Nur wenn die Mehrkosten und der Mehraufwand in einem vertretbarem Rahmen bleiben, ist betreiberseitig auch die Bereitschaft da, einen Austausch vorhandener metallischer Spalttöpfe vorzunehmen.

Ideal wäre die Vorgehensweise: Alter Spalttopf raus – neuer Spalttopf rein!

### Lösungen für den energieeffizienten Einsatz von Spalttopfwerkstoffen in Magnetkupplungen

#### Der keramische Spalttopf

Schon etwas länger bekannt ist der keramische Spalttopf. Als Werkstoff hat sich hier ein mit MgO teilstabilisiertes Zirkoniumdioxid ( $ZrO_2$ ), umgangssprachlich Zirkonoxid, aus der Gruppe der Oxidkeramiken durchgesetzt. Für diesen Werkstoff spricht seine hohe Verschleißfestigkeit und Korrosionsbeständigkeit, die niedrige Wärmeleitfähigkeit und gute Temperaturwechselbeständigkeit. Aufgrund des sehr hohen spezifischen Widerstandes von

$10^{10} \Omega \text{mm}^2/\text{m}$  werden keine Wirbelstromverluste induziert. Mit einer Wandstärke von 1,9 mm und der Gestal-



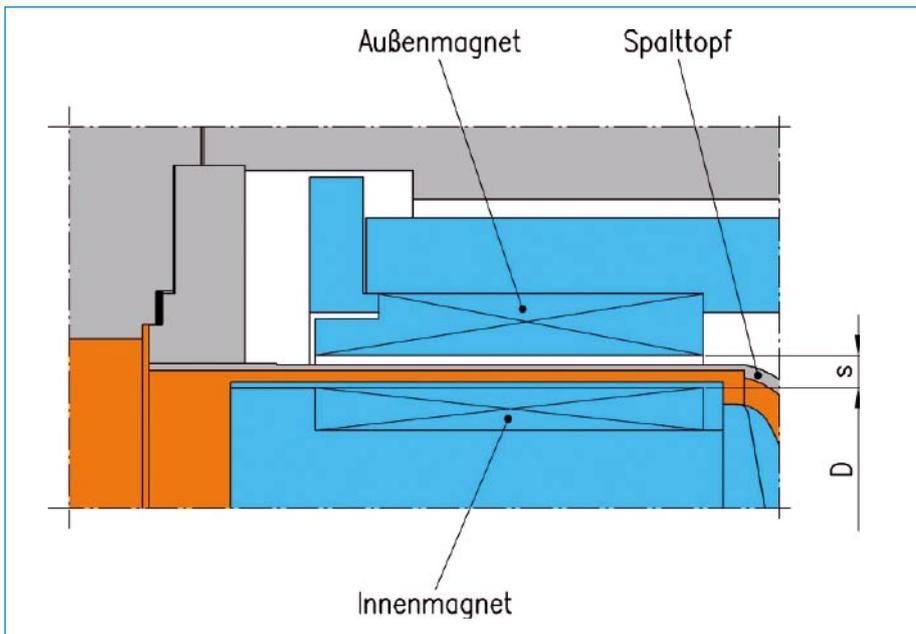


Abb. 1: Aufbau einer Magnetkupplung



Abb. 2: Keramikspaltöpfe unterschiedlicher Abmessungen



Abb. 3: PEEK-Composite-Spalttopf



Abb. 4: Titan-Spalttopf

tung der Flanschgeometrie ist ein problemloser Austausch in eine vorhandene Pumpenkonstruktion möglich. Der zulässige Betriebsdruck beträgt 16 bar mit einem Temperatureinsatzbereich zwischen  $-40^{\circ}\text{C}$  und  $+250^{\circ}\text{C}$ .

Abbildung 3 zeigt einen PEEK-Composite-Spalttopf, der erstmalig auf der Achema 2009 von Dickow präsentiert wurde. Nur mit diesem neuen Werkstoff und dem dazugehörigen Herstellungsverfahren lassen sich Wandstärken erzielen, die eine Austauschbarkeit in vorhandene Konstruktionen erlauben. Mit einer Wandstärke von 2,0 mm beträgt der zulässige Betriebsdruck 24 bar bei einer maximalen Temperatur von  $150^{\circ}\text{C}$ . Trotz des relativ niedrigen spezifischen Widerstandes von  $157 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$  entstehen keine Wirbelstromverluste. Dies ist auf die Ausrichtung der eingebrachten Carbonfasern zurückzuführen. Umfangreiche interne und externe Tests vor Serienfreigabe haben die Anwendbarkeit bestätigt. Erste Feldtests unter realen Betriebsbedingungen laufen seit mehreren Wochen. Auch hinsichtlich der Explosionsschutzrichtlinie 94/9/EG gibt es keinerlei Einschränkungen, diesen PEEK-Composite-Spalttopf in einem Gerät der Gruppe II, Kategorie 2 für den Einsatz in Zone 1 einzubauen. Der Oberflächenwiderstand  $R_o$  ist deutlich kleiner als  $10^{11} \Omega$ . Gemäß BGR 132 besteht demzufolge keine Zündgefahr.

### Ein gegossener Titan-Spalttopf

Eine weitere Neuentwicklung, die erstmalig auf der Achema 2009 präsentiert wurde, ist auf Abbildung 4 zu sehen: ein gegossener Titan-Spalttopf. Titan als Spalttopfwerkstoff ist schon seit längerem bekannt, jedoch nur in tiefgezogener Ausführung. Dieses Herstellungsverfahren ist sehr kostenintensiv, sodass sich dieser Werkstoff trotz seiner Vorteile bisher nicht durchgesetzt hat. Aber durch die Verwendung der gießbaren Titanlegierung Titan Grade 5 lassen sich die hervorragenden mechanischen Eigenschaften und die gute Korrosionsbeständigkeit zu einem konkurrenzfähigen Preis umsetzen. Mit einer Wandstärke von 1,0 mm können so Betriebsdrücke bis zu 60 bar realisiert werden. Durch den spezifischen elektrischen Widerstand von  $1,62 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$  werden im Vergleich zu einem Hastelloyspalttopf die Wirbelstromverluste um 30 – 50% reduziert.

Um die durch den Gießprozess entstehenden Mikrolunker zu beseitigen, wird die Molekularstruktur im halbzähen Zustand nochmals verändert. Dies geschieht durch ein heiß-isostatisches Pressverfahren, in dem die Bauteile bei Temperaturen nahe dem

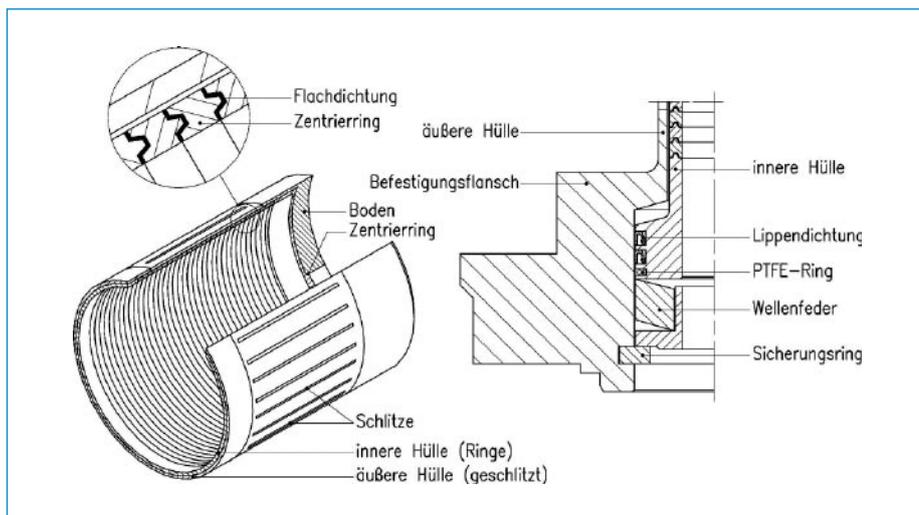


Abb. 5: Nova-Magnetics-Spalttopf

Tabelle 1: Gegenüberstellung technischer Daten				
	Zirkonoxid	PEEK-Composite	Titan Grade 5 gegossen	Nova-Magnetics**
spezifischer elektrischer Widerstand [ $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ ]	1.010	157	1,62	
Wandstärke [mm]	1,9	2,0	1,0	7,5
max. Betriebsdruck bei 20 °C [bar]	16	24	60	35
Max. Nennleistung Magnetkupplung* [kW]	100	50	380	300
Wirbelstromverluste	0	0	$\approx 0,5-0,7 \times \text{HC4}$	$\approx 0,2-0,5 \times \text{HC4}$

HC4 = 2.4610 \*aktueller Stand. Erhöhung geplant

\*\* Austausch in vorhandene Konstruktion nicht möglich

Transitpunkt, unter Schutzgasatmosphäre, bis zu mehrere Stunden hohen Drücken ausgesetzt und anschließend gezielt über mehrere Stunden abgekühlt werden.

Damit die mechanische Bearbeitung so weit wie möglich reduziert wird, beträgt die gegessene Spalttopfwandstärke 1,5 mm, der Spalttopfflansch ist integriert und die Bohrungen für die Spalttopfverschraubung mitgegossen.

### Nova-Magnetics- oder Sandwich-Spalttopf

Schon länger bekannt ist der sogenannte Nova-Magnetics- oder Sandwich-Spalttopf. Dieser besteht im Gegensatz zu der sonst üblichen einwandigen Ausführung aus zwei Hüllen. Die innere Hülle, welche die radialen Belastungen aufnimmt, wird aus mehreren zentrierten Ringen gebildet, die durch nichtleitende Dichtelemente gegeneinander isoliert sind. Die äußere Hülle besteht aus einem geschlitzten Rohr, welches die axialen Belastungen aufnimmt. Durch diese

Konstruktion wird, zusammen mit der besonderen Anordnung der Magnetreihen, eine Reduzierung der Wirbelstromverluste um mehr als 50% erreicht. Der zulässige Betriebsdruck beträgt 35 bar bei 200 °C.

Aufgrund der Spalttopfwandstärke von 7,5 mm ist ein Austausch in vorhandene Standardpumpen nur mit großem Mehraufwand möglich.

Vorsicht ist geboten, wenn Pumpen mit Nova-Magnetics-Spalttöpfen im drehzahlgeordneten Betrieb mit Frequenzumrichter eingesetzt werden sollen. Aufgrund der Belastung der äußeren Lamellen durch die Vorspannung der inneren Hülle sowie des rotierenden Magnetfeldes und dessen Anregungsfrequenz kann der Spalttopf im Eigenfrequenzbereich betrieben werden. Auf jeden Fall ist eine Eigenfrequenzanalyse des Spalttopfes notwendig, um dem Betreiber mitzuteilen, welchen Drehzahlbereich er während des Betriebes der Pumpen zu vermeiden hat. Natürlich kann die Firma Dickow auch hierfür eine konstruktive Abänderung des Spalt-



topfes anbieten. Messungen haben erwiesen, dass durch diese Maßnahme die Resonanzregung des Spalttopfes deutlich gemindert werden konnte. Ein Bruch der äußeren Lamellen ist damit ausgeschlossen.

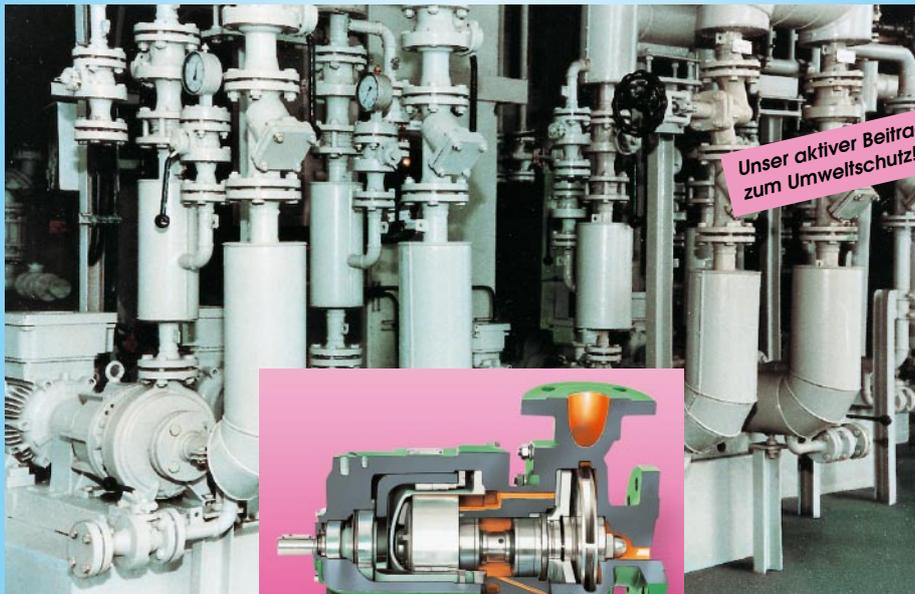
### Zusammenfassung

In Tabelle 1 sind die zurzeit verfügbaren energieeffizienten Spalttopfwerkstoffe mit ihren technischen Daten gegenübergestellt. Mit diesen Varianten ist ein problemloser Austausch in vorhandenen Konstruktionen möglich. Somit können dem Betreiber sichere und dem aktuellen Stand der Technik entsprechende Alternativen zu den bisher üblichen metallischen Spalttopfwerkstoffen angeboten werden. Es obliegt dem Betreiber, ob er von diesem Mehrwert an Energieeinsparungen profitieren möchte, denn schon nach relativ kurzer Zeit amortisiert sich der Mehrpreis dieser modernen Werkstoffe.

**Kontakt**

Jürgen Konrad  
Dickow Pumpen KG, Waldkraiburg  
Tel.: 08638/602-0  
Fax: 08638/602-200  
konrad@dickow.de  
www.dickow.de

# <sup>®</sup> DICKOW



Unser aktiver Beitrag  
zum Umweltschutz!

## NML



Die magnetgekuppelte **Chemienormpumpen-**  
**Baureihe NML nach DIN EN 22858** von Dickow  
überzeugt Anlagenplaner, Betreiber und Kostenrechner  
durch ausgereifte Technologie und hohe Wirtschaftlichkeit.

*Hermetisch dichte Spiralgehäusepumpen ohne  
Wellendurchführung zur Atmosphäre zur Förderung  
giftiger, explosibler und allgemein umwelt  
belastender Medien gemäß TA Luft.*

**leckagefrei**  
**wartungsfrei**  
**hohe Verfügbarkeit**

Bitte fordern Sie  
detaillierte Unterlagen an!



Dickow Pumpen KG  
Siemensstr. 22, D-84478 Waldkraiburg  
Tel. 0 86 38/602-0, Fax 0 86 38/602-200  
E-Mail: [verkauf@dickow.de](mailto:verkauf@dickow.de) · [export@dickow.de](mailto:export@dickow.de)  
Internet: <http://www.dickow.de>



## <sup>®</sup> DICKOW PUMPEN