

Dipl.-Ing. Holger Kremer, WITTE PUMPS & TECHNOLOGY GmbH

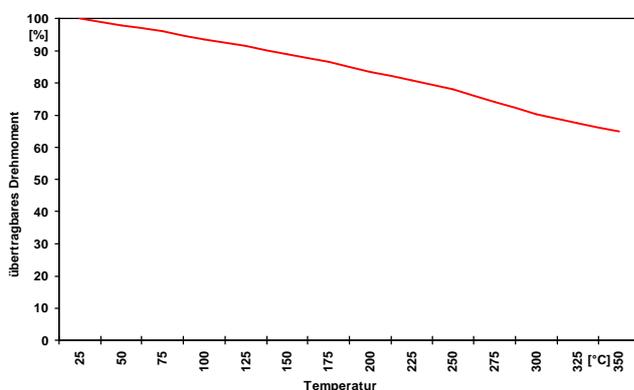
In der chemischen Industrie werden Zahnradpumpen für eine Vielzahl von unterschiedlichen Anwendungen eingesetzt. Das Anwendungsspektrum erstreckt sich über einen Viskositätsbereich von 1 mPas (Wasser) und weniger bis hin zu mehreren 100 Pas (Monomerlösungen).

Neben den „klassischen“ Gleitringdichtungen werden aufgrund hoher Anforderungen an Arbeitssicherheit und Umweltschutz häufig Magnetkupplungen eingesetzt. Im Gegensatz zur Gleitringdichtung muß keine rotierende Welle abgedichtet werden, die Abdichtung des Spalttopfes erfolgt mittels einer einfachen statischen Dichtung. Bei richtiger Auslegung und Dimensionierung kann praktisch von einer hermetischen Abdichtung zur Umwelt ausgegangen werden. Die Einsatzgrenzen der Magnetkupplung werden zum einen durch die Viskosität und zum anderen durch die Betriebstemperatur bestimmt. Um die durch die Wirbelstromverluste entstandene Wärme abführen zu können, wird der Magnetaum kontinuierlich mit dem Fördermedium gespült. Um einen ausreichenden Produkt- und Wärmehaustausch zu gewährleisten, ist die Viskosität auf max. 30 Pas begrenzt.

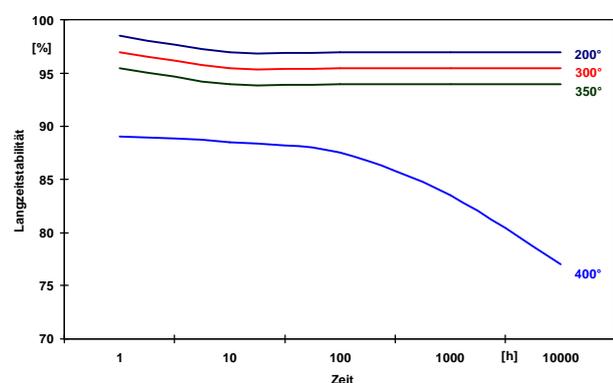
Bei der Konstruktion einer magnetgekuppelten Zahnradpumpe für die Förderung von stark abrasivem Medium bei einer Betriebstemperatur von 350°C galt es mehrere Probleme zu lösen, insbesondere da das Fördermedium stark feststoffhaltig war.

Das maximal von den Magneten übertragbare Drehmoment ist stark temperaturabhängig und sinkt mit steigender Temperatur. Bezogen auf 20°C kann mit Magneten aus Samarium-Kobalt bei 300°C beispielsweise nur noch rund 70% des ursprünglichen Drehmomentes übertragen werden (siehe Diagramm 1).

Bei der Auswahl eines geeigneten Werkstoffes für die Magnete ist ferner auch die Langzeitstabilität zu berücksichtigen. In Diagramm 2 ist diese exemplarisch für Magnete aus Samarium-Kobalt (SmCo) für verschiedene Temperaturen dargestellt. Wie zu erkennen ist, liegt die maximale Temperatur bei 350°C. Für höhere Betriebstemperaturen bieten sich Legierungen wie z.B. Aluminium-Nickel-Kobalt (AlNiCo) an, Temperaturen von 450°C und mehr im Dauerbetrieb können mit diesen Magneten realisiert werden.



Diagr. 1: Drehmoment in Abhängigkeit von der Temperatur



Diagr. 2: Langzeitstabilität von SmCo

Magnetgekoppelte Chemie-Zahnradpumpe für Hochtemperaturanwendungen

Dipl.-Ing. Holger Kremer, WITTE PUMPS & TECHNOLOGY GmbH

Wie in Abbildung 1 zu erkennen ist, wurde der Aufbau des Gesamtapparates stark von der hohen Betriebstemperatur beeinflusst. Besonders auffällig ist in diesem Zusammenhang das zusätzliche Zwischenstück zwischen Magnetkupplung und Antrieb.

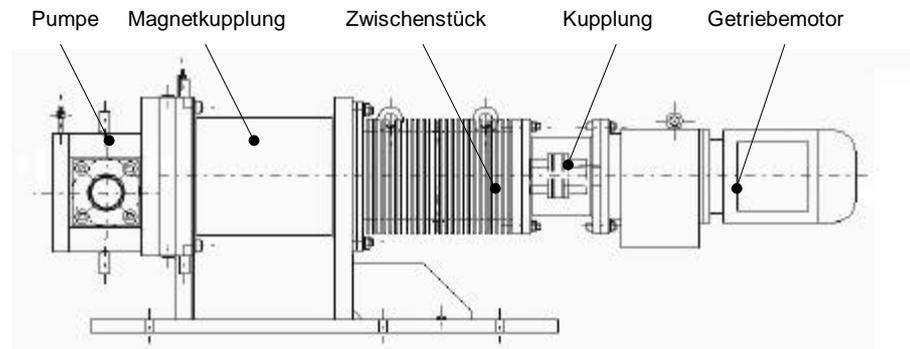
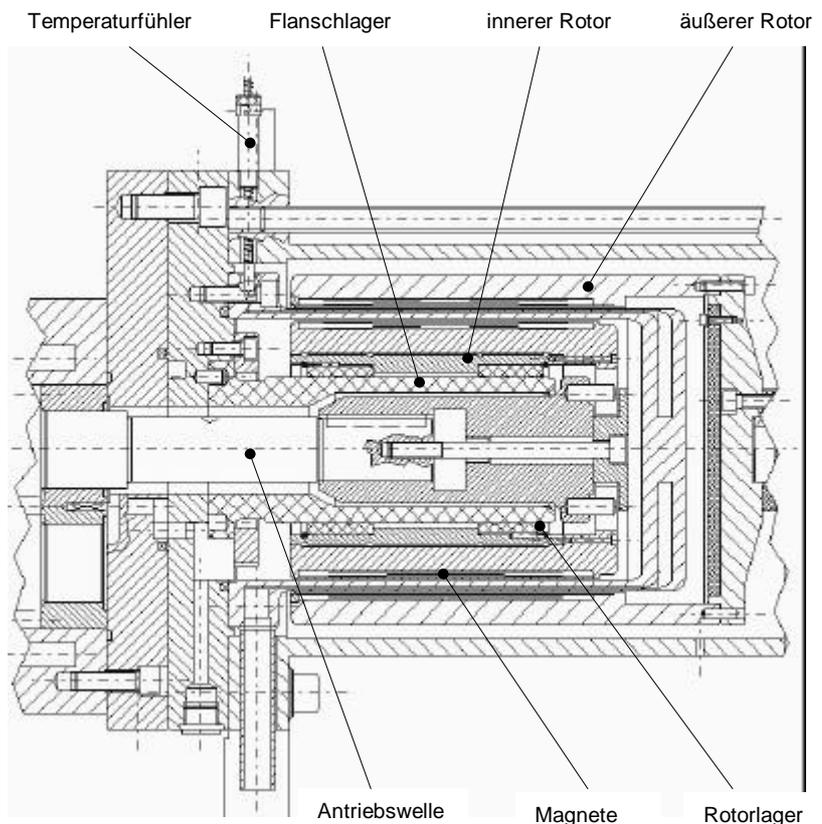


Abb. 1: komplett montiertes Pumpenaggregat

Die große Masse des inneren Magnetrotors in Kombination mit dem relativ langen Hebelarm führt zu einem nicht zu vernachlässigenden Biegemoment an der Antriebswelle. Beim Betrachten der Schnittzeichnung (Abb. 2) fällt auf, daß die Magnetkupplung über eine separate Lagerung im Bereich des Rotors verfügt. Diese Ausführung stellt sicher, daß ausschließlich Drehmoment über die Antriebswelle übertragen wird. Andernfalls würde die große Masse des inneren Magnetrotors in Kombination mit dem relativ langen Hebelarm zu einem nicht zu vernachlässigenden Biegemoment an der Antriebswelle und entsprechendem Verschleiß an Wellen und Gleitlagern sorgen.

Der doppelwandige Spalttopf wird ebenso wie das Pumpengehäuse mittels Wärmeträgeröl beheizt.



A

bb. 2: Schnitt durch die hydr. beheizte Magnetkupplung

Abweichend von der Standardausführung ist der äußere Magnetrotor nicht direkt auf der Antriebswelle montiert. Eine zusätzliche Kühleinrichtung verhindert ein unzulässiges Aufheizen des Antriebes. Die Wärmeabfuhr erfolgt dabei über das Ölbad an die Motorlaterne des Zwischenstücks. Kühlrippen sorgen für eine effektive Wärmeableitung an die Umgebung. Das Fördergewinde auf der Welle sorgt für eine gleichmäßige Zirkulation des Öls (rote Pfeile). Durch die Bohrung in der Welle fließt das Öl in Richtung der Magnetkupplung. Die Zentrifugalkraft sorgt dafür, daß das Öl nach außen gedrückt wird. Das Gewinde fördert das Öl zurück in Richtung des Antriebes. Neben einer guten Durchmischung wird so auch eine gleichmäßige Temperaturverteilung im Öl erreicht.

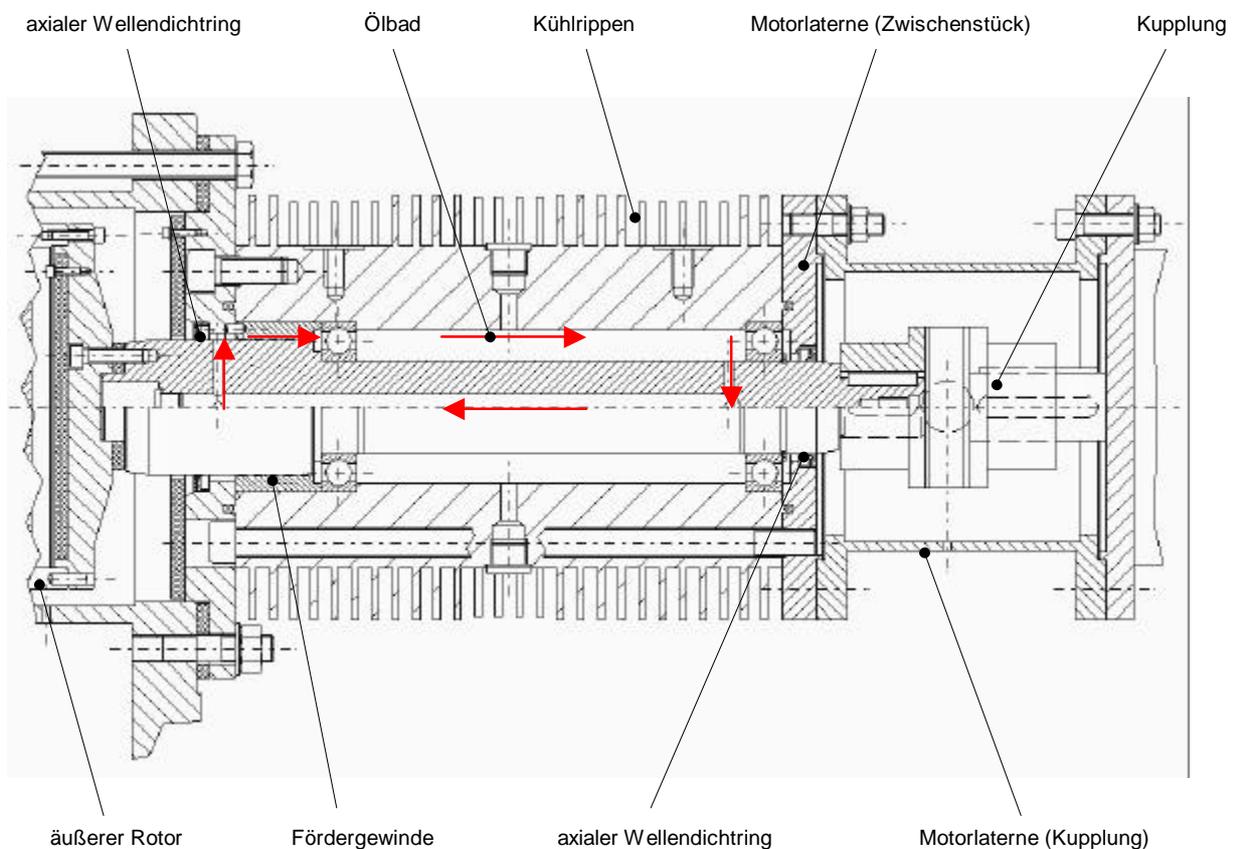


Abb. 3: Schnitt durch Zwischenstück und Motorlaterne

Der Auslegung der Betriebsspiele in der Pumpe kommt eine besonders große Bedeutung zu. Um den mechanischen Verschleiß gering zu halten, sollten die Spiele zwischen Gehäuse, Lager und Wellen größer als die maximale Partikelgröße ausgeführt werden. Andererseits bewirkt eine Vergrößerung der (Betriebs-) Spiele ein Absinken des Wirkungsgrades.

Als Gehäusewerkstoff wurde der warmfeste Edelstahl 1.4313 eingesetzt. Neben einer 3 mal höheren 0,2%-Dehngrenze wirkt sich bei 300°C vor allem die im Vergleich zu

Magnetgekuppelte Chemie-Zahnradpumpe für Hochtemperaturanwendungen

Dipl.-Ing. Holger Kremer, WITTE PUMPS & TECHNOLOGY GmbH

1.4571 um 36% geringere Wärmeausdehnung positiv auf den Wirkungsgrad der Pumpe aus.

Da die im Fördermedium enthaltenen Partikel mit 250 bis 300 µm für Zahnradpumpen relativ groß sind – üblicherweise sind die Betriebsspiele von Standardpumpen dieser Größe wesentlich kleiner – mußte auf eine sehr harte Werkstoffpaarung bei Wellen und Lagern zurückgegriffen werden.

Die Wellen wurden aus Ferro Titanit gefertigt. Bei diesem Werkstoff sind Titankarbide in einer martensitischen Gefügematrix eingelagert. Die Gebrauchshärten von ca. 67 HRC liegen deutlich über denen der normalerweise eingesetzten martensitischen Edelstählen (ca. 54 bis 56 HRC). Der Chromgehalt von 13,5% sorgt zusätzlich für eine hohe chemische Beständigkeit.

Ferro-Titanit Nikro 128	30,00	13,50	9,00	4,00	5,00	1,00	1,00	0,80	-	-	-	-
1.4112	-	17,50	-	-	1,10	-	-	-	0,90	0,45	0,40	0,10

Tabelle 1: chemische Zusammensetzung von Ferro-Titanit und 1.4112

Aufgrund der sehr großen Härte und der hohen Oberflächengüte eignet sich Siliziumkarbid (SiC) ausgezeichnet als Gleitlagerwerkstoff für die geforderte Anwendung. Diese Nichtoxidkeramik verfügt über sehr gute Wärmeleiteigenschaften, so daß auch bei starker Wärmeentwicklung in den Lagern die Bildung von thermischen Spannungsrissen verhindert wird.

Um den überaus kritischen Betriebsbedingungen gerecht zu werden, waren neben dem Einsatz von Sonderwerkstoffen auch konstruktive Sonderlösungen unumgänglich. Die Erfahrungen im Betrieb zeigen, daß die Anforderungen hinsichtlich Förderleistung und Verfügbarkeit voll und ganz erfüllt werden. Selbstverständlich dürfen bei der Bewertung des Verschleißes die kritischen Betriebsparameter nicht vernachlässigt werden, so daß insgesamt von einer hohen Zuverlässigkeit gesprochen werden kann. Durch die beschriebenen Maßnahmen konnte die Standzeit deutlich erhöht werden.