

Neue robuste Dichtungstechnik

Für Unterwasseranwendungen müssen alle Teile einer Pumpe auf höchste Prozesssicherheit, Zuverlässigkeit und Robustheit ausgelegt sein. Besonders die Dichtungen sind hohen Absolutdrücken und Temperaturen ausgesetzt. Eine neu entwickelte Gleitringdichtung arbeitet zuverlässig bei bis zu 1 000 bar a und 180 °C.



1 Aussendruckbeaufschlagte Dichtung mit Kühlmantel und DiamondFace®-Gleitringen.

Die Erschließung von Offshore-Feldern in Meerestiefen von über 3 000 m stellt die Öl- und Gasindustrie vor eine Vielzahl von Herausforderungen. Dies gilt auch für die Gleitringdichtungen von Druckerhöhungspumpen (Boosterpumpen). Für eine neue Generation von Unterwasserpumpen hat Sulzer zusammen mit EagleBurgmann eine Gleitringdichtung entwickelt, die den hohen Drücken und Temperaturen (HP/HT) in Offshore-Feldern standhält.

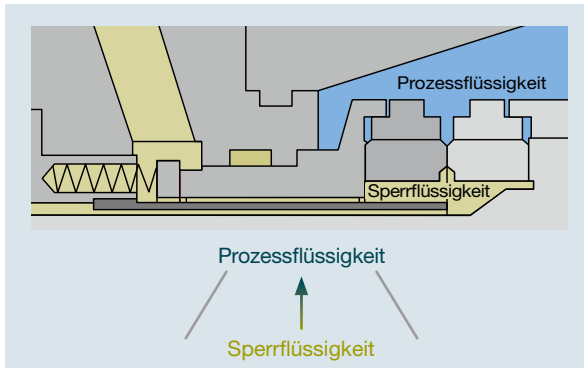
Dichtung für einen heißen Prozess

Die Öltemperatur der Unterwasser-Lagerstätten hängt von der Tiefe und dem tektonischen Gebiet des Ölfelds ab und reicht von 70 °C bis 180 °C. Durch die hohe Temperatur des gefördert Materials erhitzt sich die

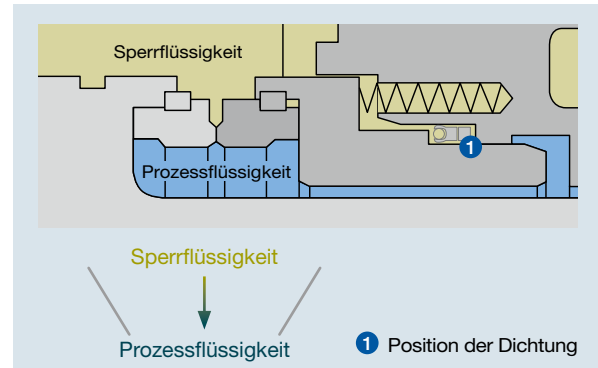
Dichtung, was die zuverlässige Versorgung mit Sperrflüssigkeit beeinflussen oder zur Verformung der Gleitringe führen kann. Im Rahmen eines gemeinsamen Projekts, das von weiteren Unternehmen der Branche unterstützt wurde, optimierten die Ingenieure von Sulzer und EagleBurgmann eine Dichtung für HP/HT-Anwendungen (Abb. 1). Das Ziel war die Entwicklung einer verbesserten HP/HT-Lösung und die Beseitigung der Einschränkungen herkömmlicher Gleitringdichtungen in Unterwasseranwendungen.

Folgende Aspekte wurden analysiert und verbessert:

- Druckbeaufschlagungsrichtung der Gleitringe
- Konstruktion der Sekundärdichtung
- Gleitwerkstoff und Montage der Gleitflächen.



2 Innendruckbeaufschlagte Dichtung.



3 Aussendruckbeaufschlagte Dichtung.

In der neuen robusten Gleitringdichtung sind mehrere innovative Details vereint: aussendruckbeaufschlagtes Konstruktionsprinzip mit einer neuartigen Sekundärdichtung, einem Kühlmantel und diamantbeschichteten Gleitflächen. Die neue Kombination liefert gute Ergebnisse in Hochdruck- und Hochtemperaturanwendungen.

Druckbeaufschlagungsrichtung der Gleitringe

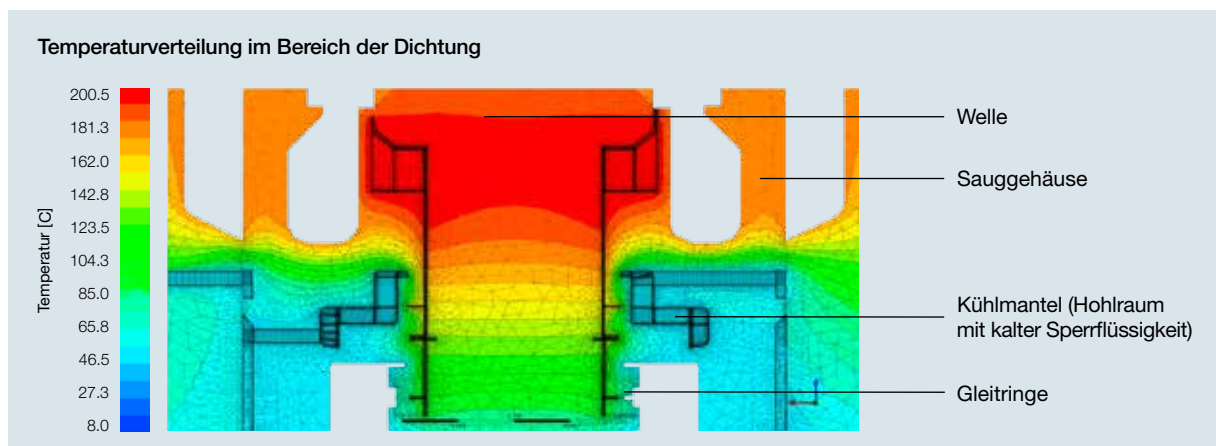
Herkömmliche Dichtungen für Unterwasseranwendungen sind innendruckbeaufschlagt und gewährleisten eine hervorragende Fluidfilmbildung bei moderaten Temperaturen. Prozesspartikel werden zentrifugal von den Gleitflächen gespült. Bei Unterwasser-Öllagerstätten mit hoher Temperatur oder hohem Gasgehalt stoßen innendruckbeaufschlagte Dichtungen jedoch an ihre Grenzen. Bei höheren Temperaturen können die Gleitringe verformen, sodass die zuverlässige Verteilung der Sperrflüssigkeit, die die Gleitringe schmiert und kühlt, nicht mehr gewährleistet ist (Abb. 2).

Für die neue HP/HT-Dichtung wählten die Ingenieure von Sulzer und EagleBurgmann ein aussendruckbeaufschlagtes Design. Der V-förmige Spalt zwischen

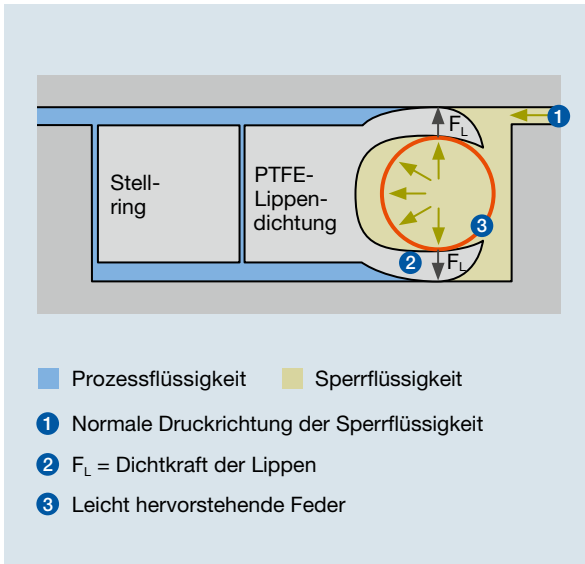
den Gleitflächen ermöglicht ein leichtes Eindringen der Sperrflüssigkeit und ein robustes Design ohne verschleißendes Verformen der Gleitringe (Abb. 3). Sulzer entwickelte einen Kühlmantel (Patente angemeldet). Der um die Dichtung herum angeordnete Mantel beugt einem Temperaturanstieg der Sperrflüssigkeit vor und verhindert die Verformung der Gleitringe.

Das Funktionsprinzip eines Kühlmantels ist einfach: Ein mit Sperrflüssigkeit gefüllter Hohlraum in der Nähe der Gleitringe ermöglicht eine rasche Wärmeübertragung zum Kühlsystem der Unterwasserpumpe. Die Temperaturverteilung (Abb. 4) zeigt, dass die Kühlung in der Lage ist, die Temperatur an den Gleitringen zu senken.

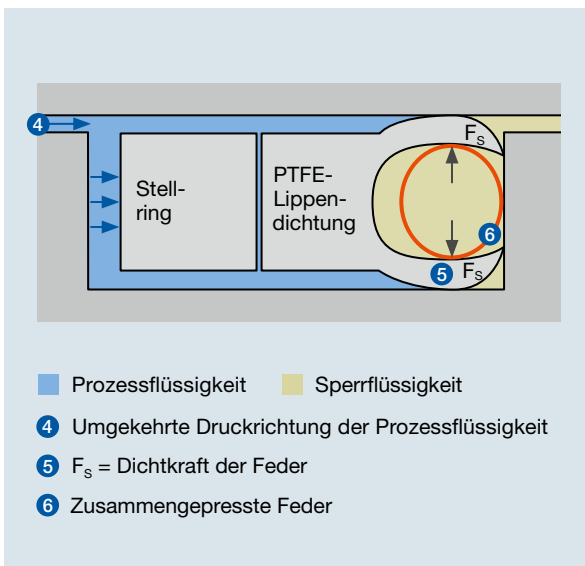
Im Rahmen des Projekts wurden eine Vielzahl von CFD- und FEA-Berechnungen durchgeführt, um die Verformung der Gleitringe und die Wechselwirkung mit der umgebenden Struktur unter sämtlichen Betriebsbedingungen vorherzusagen. Auf der Grundlage dieser Berechnungen wurde die Dichtungsgeometrie definiert.



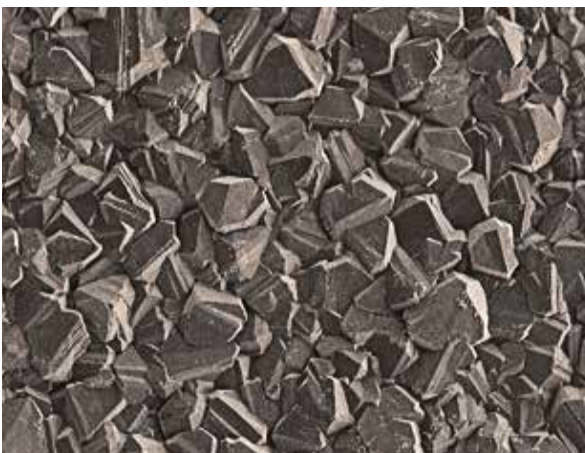
4 Temperaturverteilung mit niedriger Temperatur am Kühlmantel und an den Gleitringen.



5 Dichtungsfunktion bei normaler Druckrichtung.



6 Dichtungsfunktion bei umgekehrter Druckrichtung.



7 Langlebige DiamondFace®-Gleitringoberfläche.

Konstruktion der Sekundärdichtung

Die Sekundärdichtung hat die Aufgabe, die Sperrflüssigkeit von der Prozessflüssigkeit zu trennen. Dazu muss die Dichtung nicht nur unter normalen Pumpbedingungen einwandfrei funktionieren, sondern muss auch aussergewöhnlichen Druckumkehrsituationen standhalten. O-Ringe aus Elastomer können hervorragend in beide Richtungen abdichten, neigen aber unter hohem Absolutdruck und hoher Temperatur zum Schrumpfen. Für diese HP/HT-Anwendung sind O-Ringe als Sekundärdichtung nicht geeignet. Stattdessen entwickelten die Ingenieure eine federbelastete, nicht elastomerische Dichtung aus Polytetrafluorethylen (PTFE) in Form einer U-Manschette. Unter normalen Betriebsbedingungen reicht der Druck der Sperrflüssigkeit aus, um beide Lippen der Sekundärdichtung radial zu öffnen und über die Verpressung eine Dichtwirkung zu erzielen (Abb. 5).

Bei einer Druckumkehr führt der Systemdruck der Sperrflüssigkeit zu einer schliessenden Kraft an den Dichtlippen. Die Kraft der Feder in der Mitte reicht nicht aus, um eine Dichtheit zu gewährleisten. Die Lösung ist eine U-Manschette mit leicht hervorstehender Feder. Im Falle einer Druckumkehr schmiegt sich die Dichtung an die Gegenseite, und die Feder bildet sich ovalförmig aus. Dabei entsteht genügend radiale Kraft, um die Dichtheit zu gewährleisten. Diese Art von Dichtung wird auch als selbstverstärkende Dichtung bezeichnet (Abb. 6).

Gleitwerkstoff und Montage der Gleitflächen

Synthetischer Diamant ist erheblich härter als alle Karbide. Gleitringdichtungen mit diamantbeschichteten DiamondFace®-Gleitringen haben ihre Langlebigkeit in zahlreichen Anwendungen bewiesen. Sie sind beständig gegen partielles Trockenlaufen und einen hohen abrasiven Feststoffanteil. Bei herkömmlichen innen-druckbeaufschlagten Dichtungen werden die Gleitflächen aus Karbid in eine Trägerbandage geschrumpft. Anschliessend werden die Gleitringe auf die erforderlichen Abmessungen geschliffen. Da Gleitringe mit DiamondFace-Technologie aufgrund ihrer extremen Härte nach dem Einschrumpfen nicht mehr poliert werden können, musste für die HP/HT-Dichtungen eine neue Lösung entwickelt werden. Hier führten spezielle Gleitring-Träger und lose eingelegte Gleitringe zum Erfolg. Um eine gute Langlebigkeit bei einer losen Passung zu gewährleisten, nahmen die Ingenieure das hydraulische Gleichgewicht der Gleitflächen genau unter die Lupe. Das optimierte Dichtungsdesign mit minimierten Kontaktkräften sorgt für eine längere Lebensdauer. Die Oberflächenstruktur von DiamondFace ist in Abb. 7 sichtbar.

Dichtungslösungen für die Tiefseeförderung

„Tiefsee-Förderanlagen auf dem Meeresboden fördern Öl in Wassertiefen von bis zu 3 000 m. Das Öl wird über Unterwasserpipelines direkt auf Schiffe oder an Land gepumpt. Dichtungssysteme in Mehrphasenpumpen müssen hohen Drücken, hohen Temperaturen und schwankenden Zusammensetzungen des gepumpten Mediums standhalten. Da die Bergung und Reparatur der Pumpeneinheiten extrem teuer ist, müssen die Dichtungen maximale Ausfallsicherheit und lange Wartungsintervalle gewährleisten. Die Zusammenarbeit der Ingenieure von EagleBurgmann und Sulzer war inspirierend und führte zu einer intelligenten Dichtungslösung für den industriellen Einsatz.“

Bernhard Gilch, Senior Produktingenieur bei EagleBurgmann, Deutschland

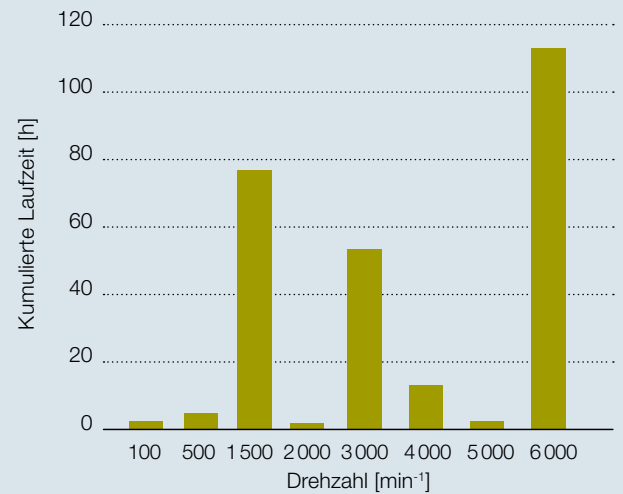
Getestet und qualifiziert

Nach erfolgter Analyse und Konzeptstudien wurde die Gleitringdichtung von Sulzer und EagleBurgmann optimiert und hergestellt. Um für den Einsatz in einer Unterwasserpumpe zugelassen zu werden, musste die Dichtung umfassenden Testreihen im Prüfstand unterzogen werden. Dazu wurde die Dichtung bei über 500 Start-/Stoppvorgängen und Drehzahlen von bis zu 6 000 min⁻¹ prozessseitig sowohl mit Flüssigkeit als auch mit Gas unter hohen Temperaturen beaufschlagt (Abb. 8 und 9).

Dynamische Dichtungen werden in allen rotierenden Maschinen wie Pumpen, Rührwerken und Verdichtern eingesetzt. Die HP/HT-Gleitringdichtung für Unterwasser-Druckerhöhungsanwendungen bis 1 000 bar a und 180 °C ist jetzt auf dem Markt erhältlich. Das Design und die Werkstoffe der neuen Dichtung wurden speziell für diese extremen Bedingungen optimiert. Die besondere Langlebigkeit der Dichtung macht sie auch für andere Pumpenanwendungen in der Öl- und Gasindustrie interessant.

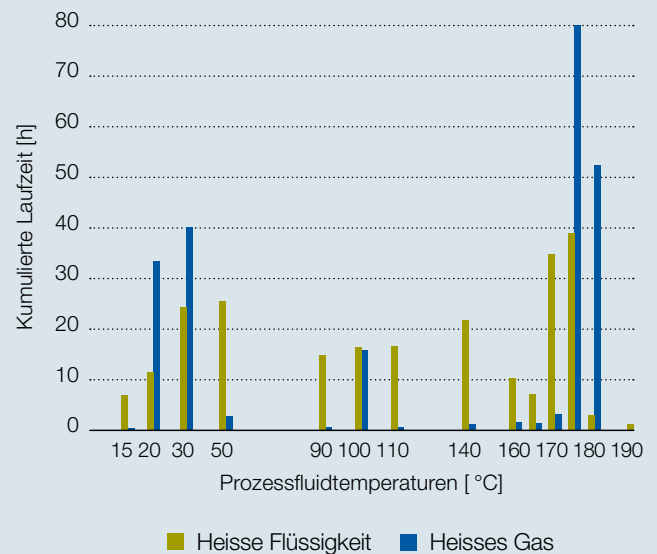
Autor: Thomas Felix
sulzertechnicalreview@sulzer.com

Laufzeit des Prüfstandtests
 Gesamtlaufzeit: 260 h



8 Laufzeiten beim Test der Dichtung auf dem Prüfstand.

Test der Dichtung mit heißen Fluiden



9 Fluidtemperaturen beim Test der Dichtung auf dem Prüfstand.