



STRÖMUNGSMUSTER UND DRUCKFELDER TIEFGREIFEND VERSTEHEN

Sulzer optimiert seine Hochenergie-Kreiselpumpen mit
Drucksensoren von Kistler



Wassereinspritzpumpen von Sulzer werden auch auf FPSO-Schiffen (Floating, Production, Storage and Offloading) eingesetzt; das sind Spezialschiffe für die Offshore-Öl- und -Gasförderung.

Die Öl- und Gasindustrie stellt extrem hohe Anforderungen an Pumpen, sowohl für die Förderung als auch für den Transport von Rohöl. Eine besonders anspruchsvolle Anwendung ist die Unterwasserförderung von Erdöl. Hier sind leistungsstarke Wasserinjectionspumpen unverzichtbar. Hochleistungspumpen von Sulzer sind für diese Anforderungen gerüstet und spielen eine wichtige Rolle bei der Wasserinjektion und beim Transport von Rohöl. Die neueste Generation der Kreiselpumpe Sulzer HPCp erreicht einen Rekord-Druck von bis zu 1.100 bar (16.000 psi). Bei ihrer Entwicklung und Erprobung setzte Sulzer auf piezoelektrische Drucksensoren vom Typ 603C von Kistler. Sie ermöglichen ein tiefes Verständnis der Strömungsvorgänge im Innern der Pumpe – und bildeten damit die Grundlage, um Effizienz und Zuverlässigkeit der Pumpen zu optimieren.

Die Erschließung von Unterwasserölfeldern erfordert die Lokalisierung und Bohrung von Quellen tief unter dem Meeresboden und anschließend die Förderung von Erdöl- und Erdgasvorkommen über ein Netzwerk von Unterwasserinfrastrukturen. Um den Druck in alternden und vollentwickelten Lagerstätten aufrechtzuerhalten und die Ölförderung zu maximieren, wird Wasser zurück in die Formation injiziert. Hochleistungs-Kreiselpumpen spielen bei diesem Wasserinjektionsprozess eine zentrale Rolle: Sie müssen große Mengen an Meerwasser oder aufbereitetem Injektionswasser unter sehr hohem Druck von Oberflächen- oder Unterwasseranlagen durch Injektionsbohrlöcher pumpen. Hohe Drücke und Kapazitäten sind erforderlich, um sowohl den hydrostatischen Druck in der Tiefe als auch den Widerstand in den Rohrleitungen und der Formation zu überwinden, damit das Wasser die Zielzonen mit ausreichender Kraft erreicht, um das Öl zu verdrängen. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Wasserinjektion die Offshore-Ölgewinnung

ermöglicht und dass dabei hochentwickelte Wasserinjectionspumpen, die den Druck im Reservoir aufrechterhalten, der Schlüssel zu einer wirtschaftlich rentablen Ölförderung aus tiefen Unterwasserölfeldern sind.

Erfolgreiche Entwicklung hochmoderner Kreiselpumpen

Ein weltweit führender Anbieter der erforderlichen Ausrüstung ist die börsennotierte Sulzer AG, die 1834 gegründet wurde und ihren Hauptsitz in Winterthur (Schweiz) hat. Mit ihren drei Geschäftsbereichen Flow, Services und Chemtech betreibt Sulzer ein Netzwerk von 160 Standorten in 45 Ländern mit insgesamt 13.500 Mitarbeitenden und erzielte 2024 einen Umsatz von mehr als 3,5 Milliarden CHF.

Die Hochenergie-Kreiselpumpen von Sulzer setzen neue Maßstäbe in Sachen Druck und Förderleistung: Die sogenannten Mantelgehäusepumpen erreichen Druckspitzen von 1.100 bar und eine maximale Förderleistung von 4.500 m³/h bei Drehzahlen von bis zu 8.850 U/min. Die neue Generation der HPCp-Serie von Sulzer wurde mit Unterstützung von Kistler, dem Weltmarktführer für



Die Hochdruck-Kreiselpumpen Sulzer HPCp wurden mit Messtechnik von Kistler entwickelt. Sie setzen neue Maßstäbe in der Branche, beispielsweise bei der Wasserinjektion in der Ölförderung.



Pumpenentwicklung: Außenansicht einer instrumentierten Komponente, die mit Drucksensoren und Verkabelung ausgestattet ist



Der Drucksensor 603C von Kistler ist ein kompakter und robuster piezoelektrischer Aufnehmer, erhältlich in vielfältiger Ausführung, z.B. als wasserdichte (IP68) Version für den bündigen Einbau bei Fluidtests.



Innenansicht einer Pumpenkomponente in der Entwicklung mit bündig eingebauten Drucksensoren von Kistler

dynamische Messtechnik, entwickelt und konstruiert. Beide Unternehmen blicken auf eine jahrzehntelange erfolgreiche Zusammenarbeit zurück und sind praktisch Nachbarn im Industriegebiet von Winterthur. Arrigo Beretta, Leiter Produkte, Technologie und Digitalisierung im Geschäftsbereich Flow von Sulzer, erzählt: „Unsere Kunden stellen hohe Anforderungen nicht nur an die reine Leistung der Kreiselpumpen, sondern auch an ihre Energieeffizienz und Zuverlässigkeit über einen breiten Betriebsbereich. Die Messtechnik von Kistler unterstützt uns dabei, die Strömungsphänomene im Inneren der Pumpe genau zu verstehen – das ist die Grundlage für eine ganzheitliche Leistungsoptimierung.“

32 Drucksensoren messen Druckpulsationen im Fluid

Obwohl der Simulation eine Hauptrolle im Konstruktionsprozess der Pumpen zukommt, sind physikalische Tests nach wie vor ein wesentlicher Bestandteil der Produktentwicklung und -validierung. Sulzer betreibt daher in seinem Werk in Oberwinterthur einen hochmodernen Prüfstand für Pumpenentwicklung. Hier ist Antonio Morisco, der seit 24 Jahren im Unternehmen tätig ist und seit 10 Jahren am Prüfstand arbeitet, zusammen mit zwei Kollegen für alle Testverfahren verantwortlich. Er berichtet: „Für die HPcp-Tests haben wir mit einem zweistufigen Modell gearbeitet, das aus einem Impeller und einem Diffusor mit sieben Kanälen besteht. In dieser Anordnung haben wir 24 IEPE-Druckaufnehmer 603C in Kombination mit acht Drucksensoren 7031, ebenfalls von Kistler, eingesetzt.“

Die Installation der Messtechnik war eine Herausforderung, da sie sowohl im Einlass des Impellers als auch am Ein- und Ausgang der Diffusorkanäle bündig montiert werden musste. Diese Stellen haben Durchmesser im Bereich von wenigen Zentimetern und erfordern daher kompakte und robuste Sensoren mit minimalem Einfluss auf die Messgrößen. Darüber hinaus ist eine hohe Messauflösung erforderlich, um transiente Phänomene wie (unerwünschte) Druckpulsationen genau zu erfassen.

Druckpulsationen sind Schwankungen des Flüssigkeitsdrucks, die durch die Eigenschaften und den Betrieb der Pumpe verursacht werden. Sie können Vibrationen, Geräusche, Verschleiß und sogar Schäden an Pumpenkomponenten und Rohrleitungen verursachen. Um die unerwünschten Auswirkungen von Druckpulsationen zu

reduzieren, sind Gegenmaßnahmen und konstruktive Anpassungen erforderlich. Die Messung von Druckpulsationen in Fluiden ist aufgrund ihrer hochdynamischen und transienten Natur besonders schwierig. Geeignete piezoelektrische Drucksensoren wie die Serie 603C von Kistler zeichnen sich durch eine hohe Eigenfrequenz, kurze Ansprechzeit und integrierte Beschleunigungskompensation aus. Auf diese Weise können selbst kleine Druckschwankungen, die sich mit hohen statischen Drücken überlagern, mit hoher Auflösung gemessen werden.

„Die Messtechnik von Kistler unterstützt uns dabei, die Strömungsphänomene im Inneren der Pumpe genau zu verstehen – das ist die Grundlage für eine ganzheitliche Leistungsoptimierung.“

Arrigo Beretta – Leiter Produkte, Technologie und Digitalisierung im Geschäftsbereich Flow von Sulzer,

Pumpenkonstruktion und -entwicklung: eine erfolgreiche Partnerschaft

Morisco fährt fort: „Wir führen Pumpentests bei unterschiedlichen Drücken und Drehzahlen durch und messen kontinuierlich Druckpulsationen und Schwingungen in einem geschlossenen Regelkreis. Auf diese Weise gewinnen wir ein tiefes Verständnis des Strömungsverhaltens, insbesondere bei Teillasten. Die Ergebnisse können dann mit der Simulation verglichen werden, was in einem iterativen Prozess zu Anpassungen und schließlich zur Optimierung der Pumpengeometrie führt.“ Denn die Kunden von heute wünschten sich nicht nur eine hervorragende Leistung, sondern auch eine hohe Betriebsflexibilität, einschließlich einer Optimierung in jedem Betriebspunkt, was zu maximaler Effizienz und Zuverlässigkeit führe, so Morisco.

Die Konstruktion, Fertigung und Inbetriebnahme des Prüfstands und der zu untersuchenden Pumpe dauerte etwa sechs Monate. Am Ende konnte die Produktqualifizierung erfolgreich abgeschlossen werden und ebnete den Weg für eine marktführende, bisher unerreichte Leistung von Kreiselpumpen. „Als ich vor mehr als 20 Jahren bei Sulzer anfang, hatten wir Pumpen mit einem Druck von 500 bar, was damals praktisch Weltrekord war. Mit der neuen HPcp haben wir diese Leistung mehr als verdoppelt, und obwohl wir uns langsam aber sicher einigen physikalischen Grenzen nähern, ist die Entwicklung noch lange nicht zu Ende“, schließt Morisco.

**Wollen Sie mehr über unsere
Anwendungen erfahren?
Jetzt entdecken**



www.kistler.com

Kistler Group

Eulachstrasse 22
8408 Winterthur
Schweiz
Tel. +41 52 224 11 11

Die Produkte der Kistler Gruppe sind durch verschiedene gewerbliche Schutzrechte geschützt. Mehr dazu unter www.kistler.com

Die Kistler Gruppe umfasst die Kistler Holding AG und alle ihre Tochtergesellschaften in Europa, Asien, Amerika und Australien. Finden Sie Ihren Kontakt auf www.kistler.com

KISTLER
measure. analyze. innovate.