

## FALLSTUDIE

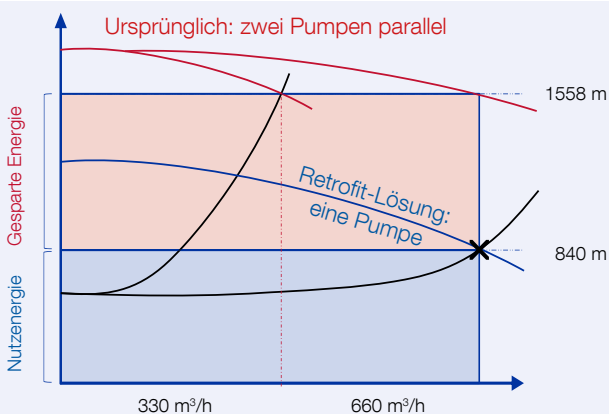
### Fit für Veränderungen

Sich verändernde Bedingungen stellen eine grosse Herausforderung für Betreiber von Pumpen dar. So können nicht nur die Betriebskosten sprunghaft ansteigen, es drohen auch Produktionsausfälle – was besonders in Branchen wie Öl- und Gas, Energie und Wasser untragbar ist. Der Retrofit einer Wasserinjektionspumpe zeigt, wie Sulzer dabei hilft, einen zuverlässigen Betrieb zu gewährleisten und den Energieverbrauch zu senken.

Seit 2002 betreibt ein grosses Ölunternehmen auf einer Offshore-Plattform auf dem norwegischen Kontinentalschelf in der Nordsee zwei Sulzer-HPcp-Pumpen vom Typ BB5. Aufgabe dieser Pumpen ist es, mitgefördertes Wasser wieder in die Lagerstätte einzupressen, um den Lagerstättendruck zu erhöhen und die Ölförderung zu unterstützen. Ursprünglich waren die Pumpen für eine Fördermenge von 331 m<sup>3</sup>/h und eine Förderhöhe von 1558 m ausgelegt. Eine der beiden Pumpen diente als Reserve, um den Betrieb bei einem Ausfall der ersten Pumpe sicherzustellen. In den Jahren nach der Installation stellte sich heraus, dass für die Lagerstätte weniger als zwei Drittel des ursprünglich veranschlagten Pumpenförderdrucks benötigt wurde. Dies bedeutete, dass die Pumpe gedrosselt werden musste, wobei eine Menge Energie verloren ging. Im Jahr 2009 verschlechterte sich die Situation weiter, als sich die Prozessbedingungen erneut veränderten: Die notwendige Pumpenfördermenge verdoppelte sich, während die erforderliche Förderhöhe weiter abnahm. Eine Pumpe allein konnte die höhere Förderleistung nicht aufbringen, und ein Parallelbetrieb beider Pumpen stand ausser Frage, denn ohne Reserveaggre-

gat würde ein Ausfall zu erheblichen Produktionseinbussen führen – ein Risiko, das das Unternehmen nicht eingehen wollte.

So beauftragte der Kunde Sulzer damit, die Möglichkeit einer Leistungssteigerung beider Pumpen zu untersuchen, sodass die Injektionsanforderungen mit nur einer Pumpe bewältigt werden konnten. Als Ziel wurde für jede Pumpe eine Betriebs-



|                      | Ursprüngliche Pumpen                   | Nachgerüstete Pumpen                |
|----------------------|--|-------------------------------------|
| Baugrösse HPcp       | 150-338-22/8s                          | 150-315-36/6s                       |
| Fördermenge          | 2 Pumpen:<br>2 x 331 m <sup>3</sup> /h | 1 Pumpe:<br>660 m <sup>3</sup> /h   |
| Förderhöhe           | 1558 m                                 | 840 m<br>(neue Bedingung)           |
| Wirkungsgrad         | 75% (per Pumpe)                        | 78%                                 |
| Leistungsaufnahme    | 2 Pumpen:<br>2 x 1902 kW =<br>3804 kW  | 1875 kW<br>(Einsparung:<br>1929 kW) |
| Anzahl Reservepumpen | Keine                                  | 1                                   |

Die rote Kurve ist die Leistungskurve der ursprünglichen Pumpen. Das schwarze Kreuz markiert den neuen Betriebspunkt, der vor dem Retrofit mit einer Pumpe nicht erreicht werden konnte. Die blaue Kurve ist die Leistungskurve der nachgerüsteten Pumpe. Sie erreicht die notwendige Förderleistung mit weniger Energie.

fördermenge von 660 m<sup>3</sup>/h (oder möglichst nahe) bei einem Förderdruck von etwa 100 barg (840 m Förderhöhe, 10 barg Ansaugdruck) festgelegt.

## Massgeschneiderte Retrofit-Lösung

Sulzer unterzog die Pumpen in einem seiner Kompetenzzentren für Retrofit-Lösungen in Grossbritannien einer hydraulischen Untersuchung. Dabei wurde die optimale Hydraulik für das vorhandene Mantelgehäuse unter Verwendung möglichst vieler Komponenten der vorhandenen Einschubeinheit bestimmt. Vom ursprünglichen Design übernommen wurden unter anderem Gleitringdichtungen, Lager, Kupplungsbaugruppen und der Elektromotor.

Sulzer verfügte zwar über mehrere Hydrauliken mit der richtigen Geometrie, doch alle waren zu gross für das Mantelgehäuse der Injektionspumpen. Unter Anwendung der hydrodynamischen Ähnlichkeitsgesetze verkleinerten die Ingenieure von Sulzer die Hydrauliken so, dass die Betriebsbedingungen erfüllt wurden. Diese Vorgehensweise hatte den Vorteil, dass die Ingenieure das neue, skalierte Leistungsverhalten aufgrund von Erfahrungen zuverlässig vorhersagen konnten. Die Auswirkungen von schrittweisen Veränderungen dieser Grundlage sind hinreichend bekannt, sodass die allgemeine Leistungskurve an einzelne Anwendungen angepasst werden kann.

Um die geforderte höhere Fördermenge zu erreichen, musste Sulzer die Breite des Laufradaustritts vergrössern, was auch eine Vergrösserung der axialen Stufenlänge zwischen den einzelnen Stufen erforderte. Folgende Komponenten wurden ersetzt:

- Alle Laufräder
- Alle Normalstufenleiträder
- Leitrad der letzten Stufe
- Pumpenwelle
- Ausgleichskolben und -buchse

Aufgrund der höheren Geschwindigkeiten im Ansaugstutzen (bedingt durch die Erhöhung der Betriebsfördermenge) musste das Eintrittsgehäuse neu gestaltet werden. Um eine ideale

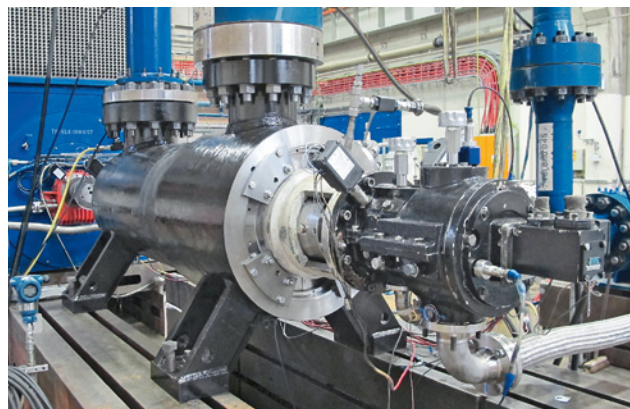
Strömungsverteilung vom Pumpeneinlass bis zum Einlass der Saugstufe zu gewährleisten, wurde das neue Design einer vollständigen CFD-Analyse (Computational Fluid Dynamics) unterzogen. Die Integrität der Pumpenmechanik wurde durch eine vollständige rotordynamische Analyse sichergestellt.

## Massive Energieeinsparungen

Leistungsprüfungen bestätigten, dass die nachgerüstete Pumpe die neuen Betriebsbedingungen (gemäss API 610) erfüllte. Der Retrofit erfolgte unter Verwendung einer Vielzahl vorhandener Komponenten der Einschubeinheit und ohne Modifikation des Motors. Die neuen Einschubeinheiten wurden nach nur jeweils einer Woche in die vorhandenen Mantelgehäuse installiert. Keine der Rohrleitungen oder wichtigen Hilfsaggregate vor Ort mussten angepasst werden.

Seit dem Retrofit ist der Kunde in der Lage, die erforderliche Wasserinjektion mit nur einer Pumpe zu bewältigen. Damit steht eine Pumpe als Reserve zur Verfügung, was die Gefahr eines Ausfalls der Injektion – und somit von Produktionseinbussen – minimiert.

Die für einen 100-prozentigen Betrieb mit einer Pumpe erforderliche Betriebsfördermenge wurde mit einem erheblich geringeren Förderdruck erreicht. Das bedeutet, dass kein überschüssiger Druck mehr über Ventile abgebaut werden muss und eine beträchtliche Menge Energie eingespart wird. Um mit den beiden ursprünglichen Pumpen zusammen eine Fördermenge von 660 m<sup>3</sup>/h zu erreichen, wäre eine Leistungsaufnahme an der Pumpenkupplung von 3804 kW erforderlich. Die nachgerüstete Einschubeinheit erreicht dieselbe Fördermenge im Einzelbetrieb mit nur 1875 kW, d. h., es werden 1929 kW eingespart. Auf das Jahr hochgerechnet entspricht dies über 16,8 Millionen kWh. Bei einem Energiepreis von 0,06 USD pro kWh bedeutet das eine wiederkehrende Einsparung von über 1 Million USD pro Jahr. Damit hat sich der Retrofit in weniger als einem Jahr amortisiert.



Von Sulzer nachgerüstete Pumpen werden auf einem der Sulzer-Prüfstände getestet (hier eine BB5-Pumpe eines Fremdanbieters).

### Kontakt

Marc Heggemann

### Anwendungsbereich

Öl und Gas

### Produkte

Retrofit