

# Erfolgreiche Offshore-Multiphasenpumpen-Anlage im Nahen Osten

*Multiphasenpumpen werden weltweit sowohl für Onshore- als auch für Offshore-Anwendungen erfolgreich eingesetzt. Die Technologie setzte sich zunehmend unter den globalen Öl- und Gasförderern durch, da sie die Aufrechterhaltung der Förderung an kleinen Ölfeldern mit rückläufiger Produktion sowie für die Reduzierung des Abfackelns von Petroleumgas als Beitrag zu einer sauberen Umwelt ermöglicht.*

Die meisten in Betrieb befindlichen Multiphasenpumpen beruhen auf der Technik der zweispindeligen Schraubenspindelpumpen. Diese selbstansaugenden Pumpen verfügen über ein doppelflutiges Gehäuse und sind axial hydraulisch entlastet. Die Möglichkeit der Drehzahlregulierung mittels Frequenzumrichter-Antrieben (FUA) deckt ein breites Spektrum an möglichen Betriebsfällen ab. Zweispindelige Multiphasenpumpen sind für Fördermengen bis zu 5.000 Kubikmetern pro Stunde (755.300 bpd) und Differenzdrücken bis zu 150 bar (2.175 psi) erhältlich. Die Pumpen sind für den Betrieb mit hohen Gaskonzentrationen (GVF) und Gasblasen mit 100 Prozent GVF konzipiert.

Eine dieser Anlagen mit zweispindeligen-Multiphasenpumpen wurde auf einer unbemannten Förderplattform vor der Küste der Vereinigten Arabischen Emirate (VAE) in Betrieb genommen.

Die Vereinigten Arabischen Emirate bestehen aus sieben Emiraten. Abu Dhabi ist sowohl die Hauptstadt als auch die zweitgrößte Stadt der VAE. Das Land verfügt über den größten Teil der Kohlenwasserstoffvorkommen der VAE. Die ersten Erkundungen von Onshore-Ölvorkommen begannen in den 1930er Jahren, die ersten Offshore-Ölvorkommen wurden in den späten 1950ern entdeckt. Lokale Ölförderer entwickelten und betreiben, häufig in Zusammenarbeit mit größten internationalen Ölkonzernen, viele Offshore Öl- und Gasfelder in dieser Region. Die Produktion dieser Felder wird von den Förderplattformen zu den zentralen Onshore- oder Offshore-Anlagen zur Weiterverarbeitung, Lagerung und Verladung gepumpt.

Das Feld mit dem Multiphasenpumpen-Aggregat

befindet sich wenige Kilometer vor der Küstenlinie der VAE. Es wurde Ende der 1960er entdeckt und die Ölförderung begann Mitte der 1980er. Um die Jahrhundertwende wurde in den Produktionsprognosen ein Rückgang der Ölförderung nebst einer zunehmenden Verwässerung vorausgesagt. Um die Ölförderung dieses Feldes auf dem aktuellen Niveau zu halten, wurde die Umsetzung von kurzfristigen Entwicklungsprojekten eingeleitet, die aus der Installation von elektrischen Tauchpumpen (ESP) und einer Multiphasenpumpe (MPP) auf ausgewählten unbemannten Förderplattformen (WHP) bestanden.



**Bild 1:**  
Offshore-Plattform  
mit einer Multi-  
phasenpumpe

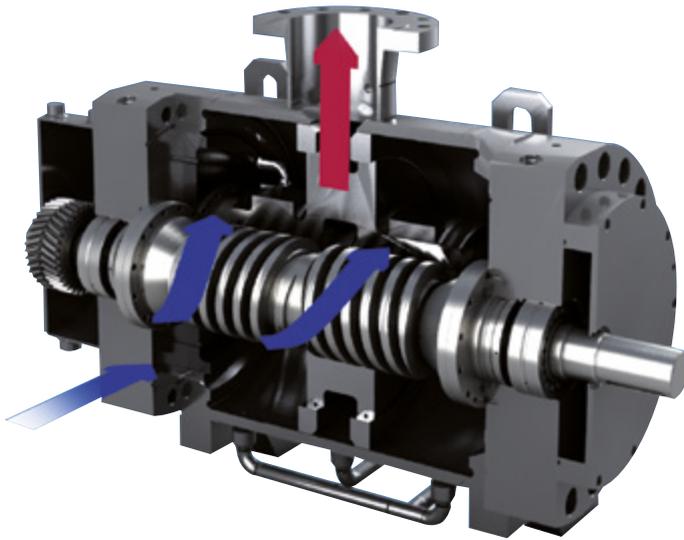


Bild 2: Innenansicht einer Hochdruck-Multiphasenpumpe

Die Ingenieure schlugen Multiphasenpumpen (Bild 2) als eine kostengünstige Technologie für den Transport von Multiphasen-Flüssigkeiten über nur eine einzige Rohrleitung vor - statt der Trennung von Öl, Wasser und Gas an den Sammelstationen und den Export von Öl und Gas durch separate Rohrleitungen zu den zentralen Produktionsanlagen. Multiphasenpumpen sind im Wesentlichen ein Mittel zur Beschleunigung des unbehandelten Gas-/Flüssigkeitsgemisches und ermöglicht den Transport über große Entfernungen, ohne dass eine vorherige Phasentrennung erforderlich ist.

Durch das direkte Verpumpen der Multiphasen-Flüssigkeit zur zentralen Aufbereitungsanlage werden Separatoren, Rohölaufbereitungsanlagen, Pumpen, Kompressoren und Lagertanks an den Sammelstationen der Ölfelder überflüssig, wodurch sich folgende Vorteile ergeben:

- Senkung des Platzbedarfs für die Installation aufgrund einer geringeren Anzahl an Ausrüstungsgegenständen
- Verringerung der Betriebs- und Wartungsschnittstellen aufgrund einer geringeren Anzahl an Ausrüstungsgegenständen
- Reduzierung von Arbeitskräften aufgrund der Tatsache, dass die Multiphasen-Pumpstationen für Fernsteuerung geeignet sind, die keine permanente Besetzung erfordern.

Weitere Argumente für die Installation der Multiphasenpumpen-Technologie:

- Kapazitätserweiterung bestehender Durchflussleitungen durch Maximierung der Durchflussmengen
- Integration von Nieder- und Mitteldruck-Bohrlöchern in einen Hochdruck-Verteiler und Separator
- Integration kleiner Ölfelder oder Anbindungen alter, bestehende Anlagen an neu erschlossene Felder
- Getrennte Produktionssysteme von Mittel- und Niederdruck-Bohrlöchern durch den Einsatz spezifischer Multiphasenpumpen
- Wiederherstellung der Förderung stillgelegter Bohrlöcher durch die Verringerung des Gegendruckes auf die Lagerstätte.
- Maximale Nutzung bestehender Produktionsanlagen durch die Anbindung entfernter Lagerstätten.
- Vermeidung des Abfackelns und vollständige Gasrückgewinnung durch Förderung des unbehandelten Bohrlochstromes zur zentralen Separationsanlage.
- Verringerung der instabilen Strömungsbedingungen in Multiphasen-Pipelines durch höhere Strömungsgeschwindigkeiten.

Multiphasenpumpen sind für den Betrieb mit variablem Saugdruck ausgelegt. Dies stellt einen erheblichen Vorteil gegenüber konventionellen Separationssystemen mit

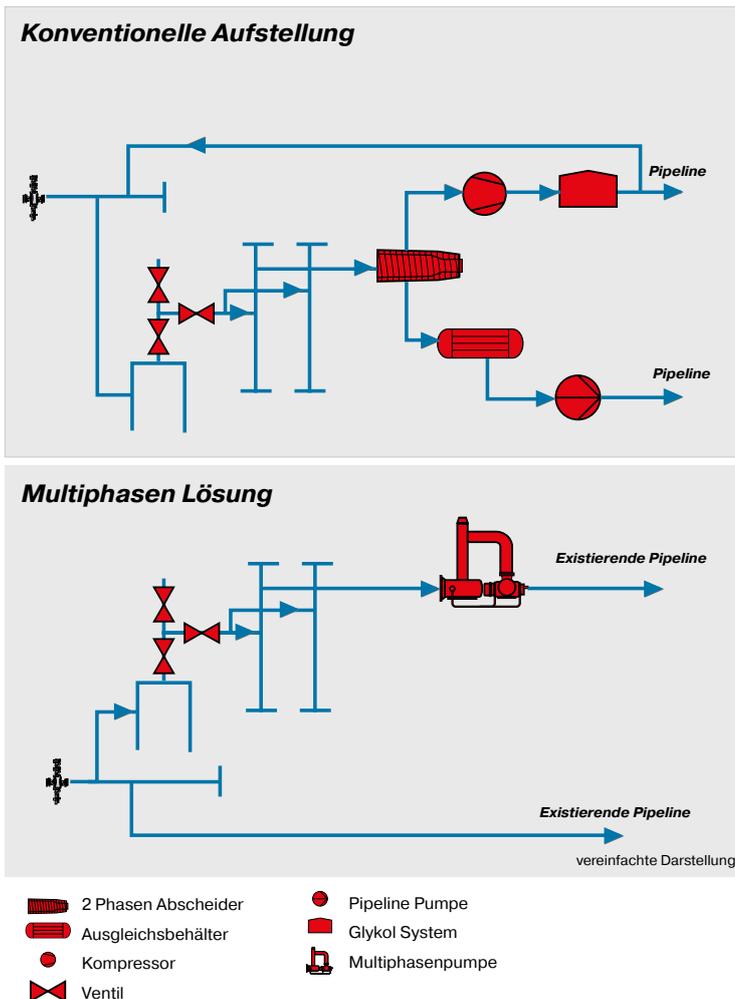


Bild 3: Prozessschema eines konventionellen Konzepts und eines Multiphasenkonzepts

Kompressoren dar, die nur für den Betrieb mit einem fest vorgegebenen Eingangsdruck konzipiert sind (siehe **Bild 3** und **Bild 4**).

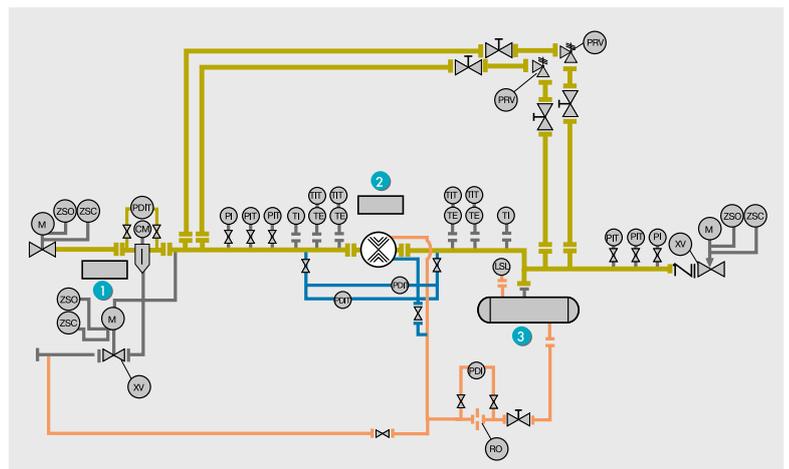
Für die Installation der Multiphasenpumpe entschieden sich die Betreiber für Produktionsanlagen auf einer Förderplattform mit sechs Erdölförderbohrungen. Es gab drei Niederdruckbohrungen, die aufgrund des hohen Drucks der restlichen Bohrlöcher entweder unregelmäßig oder überhaupt nicht in die gemeinsame Verteilereinrichtung fördern konnten. Daher galt die Installation einer Multiphasenpumpe auf der Förderplattform für den Anschluss der Niederdruckbohrungen als technisch und wirtschaftlich machbar.

Das Multiphasenpumpen-System, das auf der Förderplattform installiert wurde, setzt sich aus folgenden Komponenten zusammen:

- Grundrahmen in Skid-Bauweise mit Multiphasenpumpe, Elektromotor, Schmier- und Sperrölssystem, automatischem Filter, Flüssigkeitsmanagementsystem, Rohrleitungen innerhalb des Grundrahmens einschließlich motorbetriebener Ventilen und kompletter Instrumentierung
- Klimatisierter und druckbeaufschlagter Steuercontainer für Frequenzumrichter (FU) und Steuerung (SPS)
- Transformator
- Niederspannungsverteiler (NSV).



**Bild 5:** Multiphasenpumpen-Aggregat auf Multiphasenpumpen-Prüfstand



- |  |  |   |
|--|--|---|
| <p><b>1 Automatischer Rückspulfilter</b><br/>         Prozessanschluss: 6" ANSI 600 lbs RF<br/>         Max. Betriebsdruck: 100 barg<br/>         Betriebstemperatur: 0 ... 100 °C<br/>         Filterfläche: 8736 m<sup>2</sup></p> | <p><b>2 Multiphasen Pumpe</b><br/>         Einlassdruck: 6,9 ... 32,1 barg<br/>         Auslassdruck: 37,93 barg<br/>         Max. Fördermenge: 113 m<sup>3</sup><br/>         Betriebsdruck: 100 barg (max)</p> | <p><b>3 Rezirkulationstank</b><br/>         Volumen: 0,4 m<sup>3</sup><br/>         Betriebsdruck: 100 barg (max)</p> |
|--|--|---|

**Bild 4:** Typisches Prozessschema eines Multiphasenpumpen-Systemes, wie auf der Förderplattform installiert

Der auf der Förderplattform für die Installation des Multiphasenpumpen-Systems vorhandene Platz stellte eine große Herausforderung dar. Aufgrund des geringen zur Verfügung stehenden Einbauraumes für das gesamte Aggregat musste die Konstruktion des Grundrahmens möglichst kompakt sein. Da es keine Beschränkungen hinsichtlich der Höhe des Aggregates gab, war es möglich, die Pumpe und den Antrieb über dem Flüssigkeitsmanagementsystem anzubringen, um so die Breite des Grundrahmens möglichst gering zu halten. Eine weitere Herausforderung war auch der enge Raum für die Installation des Transformators. Letztendlich wurde jedoch ein Hersteller gefunden, der sowohl die Projektspezifikationen erfüllen als auch die erforderlichen Einbaumaße einhalten konnte.

Wegen der H<sub>2</sub>S-Konzentration und des hohen Chloridgehalts des Lagerstättenwassers wurden alle flüssigkeitsberührten Bauteile der Pumpe und der weiteren Komponenten des Aggregates aus Duplex-Edelstahl hergestellt, wodurch die Anforderungen des NACE MRO175, (Standard des National Association of Corrosion Engineers / Amerikanischer Verband der Korrosionsfachleute), erfüllt wurden.

Der Gehäuseeinsatz ist verschleißfest mit Stellite® beschichtet. Die Abdichtung der Pumpenwellen erfolgt mittels doppeltwirkender, entlasteter Gleitringdichtungen in „Back-to-Back“-Anordnung. Bei Ausbleiben der flüssigen Phasen im Förderstrom versorgt das Flüssigkeitsmanagementsystem den Bereich zwischen den Spindelspitzen und dem Gehäuseeinsatz mit ausreichend Dichflüssigkeit, um eine durchgehende Förderung ohne Kapazitäts- und Druckabfall zu gewährleisten. Die Pumpenlager, Zahnräder und Gleitringdichtungen werden mittels eines kombinierten Schmier- und Sperrölsystems

geschmiert und gekühlt, das ebenfalls auf dem Grundrahmen montiert ist. Der automatische Filter schützt die Innenteile der Pumpe vor Verschleiß und Schäden durch Feststoffe, die zusammen mit der Multiphasen-Flüssigkeit aus den Lagerstätten gefördert werden.

Vor der Lieferung in die Vereinigten Arabischen Emirate wurde das Aggregat und alle Zubehörteile eingehend auf dem Multiphasenpumpen-Prüfstand des Pumpen- und Systemherstellers sowie in den Fertigungsstätten der Unterteilhersteller getestet (**Bild 5**). Alle Prüfungen fanden im Beisein von Vertretern des Endkunden statt.

Das Multiphasenpumpen-Aggregat wurde während des dritten Quartals 2008 erfolgreich in Betrieb genommen. Ein neuer Produktionsverteiler wurde installiert, um die Förderung zwischen den Hochdruck-Bohrungen und den Niederdruck-Bohrungen zu trennen. Die Niederdruck-Bohrungen sind an die Saugleitung der Multiphasenpumpe angeschlossen, was zu einer Verringerung des Gegendrucks für die schwachen Lagerstätten und somit zu einer beträchtlichen Steigerung der Produktion führte.

## ZUSAMMENFASSUNG

Als das Projekt wenige Jahre nach der Jahrhundertwende begann, gab es im Nahen Osten kaum Erfahrungen mit der Multiphasenpumpen-Technologie. Die Anwendung stellte nicht nur im Hinblick auf die Konstruktion für die beengten Platzverhältnisse, sondern auch hinsichtlich der Auswahl der Bauwerkstoffe gravierende Herausforderungen dar.

Nach nun über vier störungsfreien Betriebsjahren können sowohl der Betreiber als auch der Hersteller und Lieferant des Multiphasenpumpen-Systems das Anlagenprojekt zu Recht als erfolgreich abgeschlossen betrachten.

Leistritz Pumpen GmbH  
90459 Nürnberg  
Tel.: +49 911 4306-735  
ohacke@leistritz.de

## 19. Jahrgang, Heft 3, September 2013

### Herausgeber

Prof. Dr.-Ing. Eberhard Schlücker, Universität Erlangen-Nürnberg

### © 1994 Verlag

Vulkan-Verlag GmbH  
Huysenallee 52-56, 45128 Essen  
Postfach 10 39 62, 45039 Essen  
Geschäftsführer: Carsten Augsburg, Jürgen Franke

### Chefredaktion

Wolfgang Mönning, Tel. +49 201 82002-25, Fax +49 201 82002-40  
E-Mail: w.moening@vulkan-verlag.de

### Redaktion

Kathrin Lange, Tel. +49 201 82002-32, Fax +49 201 82002-40  
E-Mail: k.lange@vulkan-verlag.de

### Redaktionsassistentin

Barbara Pflamm, Tel. +49 201 82002-28, Fax +49 201 82002-40  
E-Mail: b.pflamm@vulkan-verlag.de

### Mediaberatung

Jutta Zierold, Vulkan-Verlag GmbH  
Tel. +49 201 82002-22, Fax +49 201 82002-40  
E-Mail: j.zierold@vulkan-verlag.de

### Anzeigenverwaltung

Brigitte Krawczyk, Vulkan-Verlag / Deutscher Industrieverlag GmbH  
Tel. +49 89 2035366-12, Fax +49 89 2035366-99  
E-Mail: krawczyk@di-verlag.de

### Abonnements/Einzelheftbestellung

Leserservice Industriepumpen + Kompressoren  
Postfach 91 61, 97091 Würzburg  
Tel. +49 931 4170-1616, Fax +49 931 4170-492  
E-Mail: leserservice@vulkan-verlag.de

### Erscheinungsweise

Industriepumpen + Kompressoren erscheint viermal jährlich.

### Bezugsbedingungen

Bezugspreise 2013:  
Abonnement (Deutschland): € 125,- + € 12,- Versand  
Abonnement (Ausland): € 125,- + € 14,- Versand

Einzelheft (Deutschland): € 36,- + € 3,- Versand  
Einzelheft (Ausland): € 36,- + € 3,50 Versand  
Studenten: 50 % Ermäßigung auf den Heftbezugspreis gegen Nachweis

Die Preise enthalten bei Lieferung in EU-Staaten die Mehrwertsteuer, für alle übrigen Länder sind es Nettopreise. Bestellungen sind jederzeit über den Leserservice oder jede Buchhandlung möglich. Die Kündigungsfrist für Abonnementaufträge beträgt 8 Wochen zum Bezugsjahresende.

### Urheberhinweis

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Mit Ausnahme der gesetzlich zugelassenen Fälle ist eine Verwertung ohne Einwilligung des Verlages strafbar. Mit Namen gekennzeichnete Beiträge entsprechen nicht unbedingt der Meinung der Redaktion.

Jede im Bereich eines gewerblichen Unternehmens hergestellte und benutzte Kopie dient gewerblichen Zwecken gemäß § 54 (2) UrhG und verpflichtet zur Gebührenzahlung an die VG Wort, Abteilung Wissenschaft, Goethestr. 49, 80336 München, von der die einzelnen Zahlungsmodalitäten zu erfragen sind.

### Satz und Gestaltung

Dipl.-Des. Nilofar Mokhtarzada, Vulkan-Verlag GmbH, Essem

### Druck

Druckerei Chmielorz, Ostring 13, 65205 Wiesbaden-Nordenstadt

ISSN 0947-0654



Mitglied der Informationsgemeinschaft zur Feststellung der Verbreitung von Werbeträgern e.V. (IVW)

„Industriepumpen + Kompressoren“ wird für die Datenbank CEABA (Chemical Engineering and Biotechnology Abstracts) ausgewertet.