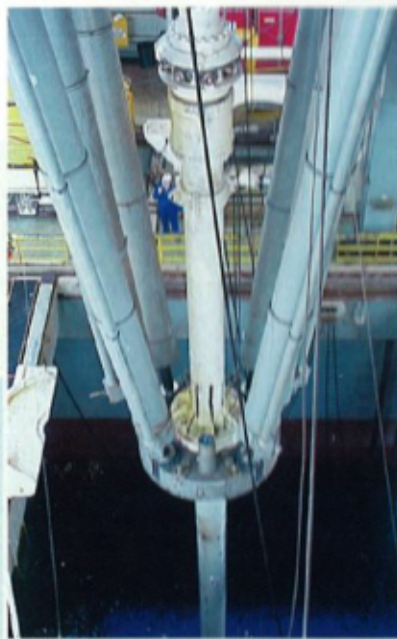


# El Gigante – der Mega-Hexapode

## Hydraulikzylinder positionieren die Bohrplattform auf dem größten Ölbohrschiff der Welt

Eine neue Generation von Ölbohrschiffen löst die Bohrplattformen ab. Die Grundlage dieser neuen Technologie ist ein kompliziertes Steuerungssystem. Sechs von Hunger entwickelte, übergroße Hydraulikzylinder positionieren dabei eine Bohrplattform im Inneren des Ölbohrschiffs. Sie müssen Wellengang, Tidenhub sowie die Neigung des Schiffsrumpfes gegenüber dem Meeresboden kompensieren.



**I**m Golf von Mexiko, etwa 40 Seemeilen vor der Küste von New Orleans liegt die Discoverer Enterprise, ein Ölbohrschiff der neuesten Generation, vor Anker. Die letzten Baugruppen für das Bohrequipment werden zur Zeit auf hoher See montiert, da diese weit unter dem Kiel des Schiffs herausragen. Mit 200 000 BRT, 300 m Länge, 60 m Breite und

einer 120 m über den Meeresspiegel hinausragenden Bohrturmspitze, ist die Discoverer Enterprise das weltweit größte Bohrschiff.

Diese unter anderem von der norwegischen Firma Hydralift entwickelte Bohrschiffgeneration zeichnet sich gegenüber herkömmlichen Bohrplattformen durch eine deutlich höhere Flexibilität und die Möglichkeit eines schnellen Positionswechsels aus. Das Schiff ist in der Lage, ein Bohrgestänge mit einer Länge von bis zu 7 000 m auszubringen. Dabei kann die Wassertiefe bis zu 3 000 m betragen. Eine wesentliche Entwicklungsaufgabe, die von Hydralift gelöst werden mußte, war die Stabilisierung des Schiffs während des Bohrvorgangs. Neben Reaktionsmomenten des Bohrantriebs müssen Meeresströmungen, Wellengang und Tidenhub kompensiert werden. Dazu wurde das Schiff, das während des Bohrvorgangs frei im Wasser schwimmt, mit insgesamt sechs schwenkbaren Schiffsschrauben sowie einer an sechs Hydraulikzylindern beweglich aufgehängten Bohrplattform, die in einem Durchbruch im Schiffsrumpf angeordnet ist, ausgerüstet. Positioniert wird das Ganze mittels Regelkreisen, die über das satellitengestützte GPS (Global Positioning System) geschlossen werden. Während des Bohrvorgangs

Mit 200 000 Bruttoregistertonnen, 300 m Länge, 60 m Breite und einer 120 m über den Meeresspiegel hinausragenden Bohrturmspitze, ist die Discoverer Enterprise derzeit das größte Bohrschiff der Welt.

Bilder: Hunger



wird die Position der Bohrplattform beziehungsweise des ganzen Schiffes gegenüber dem Meeresboden in einem Bereich von  $\pm 1,5$  m gehalten.

Die Hydraulikzylinder zur Positionierung der Bohrplattform wurden von der Walter Hunger KG, dem Spezialisten für Großzylinder, entwickelt und gebaut. Bei beeindruckenden Abmessungen – Kolbendurchmesser 560 mm, Hub 16 000 mm, sowie einem Betriebsdruck von 210 bar – mußten sehr hohe Anforderungen an den Korrosionsschutz sowie die Abdichtung erfüllt werden.

Die ausgefahrenen Kolbenstangen, sowie ein Teil der Zylinder sind mit der Bohrplattform ständig im Meerwasser eingetaucht. Alle Hy-

### **Korrosionsschutz der Extraklasse war notwendig**

draulikzylinder mussten zudem mit einem Wegmesssystem ausgerüstet werden. Weiterhin waren kardansche Aufhängungen für die Zylinder erforderlich, welche die hohen Kräfte von bis zu 21 000 kN aufnehmen können.

Um die Kolbenstangen der Hydraulikzylinder wirkungsvoll vor Korrosion zu schützen, wurden diese mit der Metalloxid-Beschichtung Hunger-Ceraplate 2000, die sich bereits in vielen extremen Einsatzfällen bestens bewährt hat, beschichtet. Bei Ceraplate 2000 handelt es sich um einen, speziell für Kolbenstangen von Hydraulikzylindern entwickelten, zweilagigen Schichtaufbau mit einer Deckschicht aus dem Mehrstoff-Metalloxid Chromoxid/Titandioxid ( $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ ). Die Bindschicht aus Ni/Cr garantiert eine optimale Schichtverbindung zwischen Kolbenstange und Deckschicht und stellt eine zusätzliche Korrosionsbarriere dar. Die Gesamtschichtdicke beträgt 300  $\mu\text{m}$ .

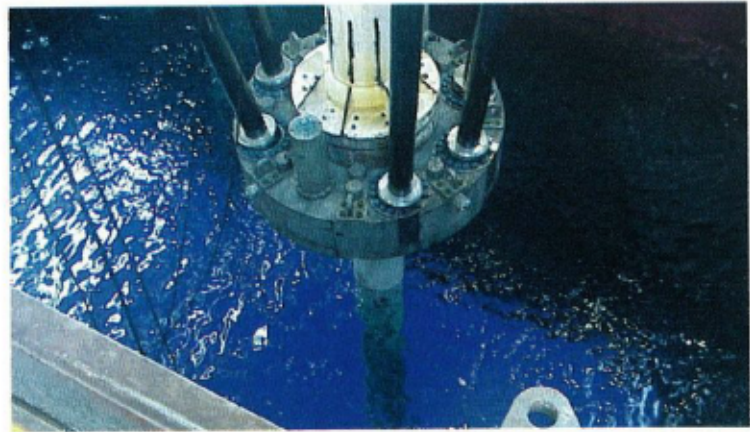
Beide Schichten von Ceraplate 2000 werden durch thermische Spritzverfahren aufgebracht. Für die Ni/Cr-Bindschicht wird das Hochgeschwindigkeits-Flammspritzverfah-

ren (HVOF) genutzt, wodurch ein porenfreies, dichtes Gefüge erzeugt wird. Die Deckschicht aus Chromoxid/Titandioxid ( $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ ) wird mittels Plasmaspritzverfahren aufgebracht. Wesentlicher Bestandteil des Ceraplate 2000-Konzepts ist die anschließende Oberflächenbearbeitung.

Dabei wird die Metalloxid-Beschichtung durch Diamanthonen und Polieren feinst bearbeitet. Die erzielbaren Oberflächenrauigkeiten von  $R_a = 0,05 \mu\text{m}$  bis  $0,09 \mu\text{m}$  wirken sich vorteilhaft auf das Reibverhalten zwischen der Beschichtung und den Dichtungen und den Führungsbändern aus. Die Lebensdauer der Dichtungen verlängert



Während des Bohrvorgangs ragen Teile der Hydraulikzylinder, die Kardangelenke und die Plattform in das aggressive Meerwasser. Deshalb ist hier Dichtigkeit und Korrosionsschutz der Superlative gefordert.



Neben sechs beweglichen Schiffsschrauben, die über GPS die exakte Position des Schiffes halten, sorgen sechs riesige Hydraulikzylinder für die absolute ‚Ruhelage‘ des Bohrkopfs.

sich dadurch erheblich. Zudem können sich auf dieser sehr feinen Oberfläche, die sich auch durch antihafende Eigenschaften auszeichnet, kaum noch Verschmutzungen anlagern.

Zur Bestimmung der Kolbenposition wurde das von der Firma Hunger entwickelte, inkrementale Positionsmesssystem CIPS eingesetzt. In den Zylinderkopf integriert ist ein auf der Kolbenstange schwimmend angeordneter Sensorring mit zwei Sensoren. Der Sensorring gewährleistet ein gleichbleibendes Spaltmaß zwischen Sensorkopf und Kolbenstangenoberfläche auch dann, wenn die Kolbenstange durch Querkräfte eine seitliche Auslenkung erfährt.

Die magnetischen Sensoren arbeiten nach dem Hall-Verfahren und tasten durch die Metalloxid-Beschichtung eine darunter befindliche Maßverkörperung ab. Der Messwert wird in Form von zwei rechteckförmigen, zueinander pha-

senversetzten, elektrischen Ausgangssignalen einer Folgeelektronik zugeführt. Ebenfalls in den Sensoring integriert sind ein Doppelabstreifer sowie eine Dichtung mit nach außen gerichteter Dichtkante, die das Eindringen von Meerwasser verhindert. Die Sensoren verfügen über ein druckfestes Gehäuse, welches bis zu einem Betriebsdruck von 300 bar eingesetzt werden kann. Alle elektrischen Leitungen sind in Edelstahlrohren verlegt und damit zuverlässig gegen mechanische Beschädigungen sowie gegen das Eindringen von Wasser geschützt.

Um die freie Bewegung der Hydraulikzylinder zu ermöglichen, mussten diese sowohl am Trägerrahmen des Schiffsrumpfes als auch an der Bohrplattform kardanisch aufgehängt werden. Die Befestigung an der Bohrplattform ist zudem mehrere Meter tief im Meerwasser eingetaucht, so daß eine zuverlässige Abdichtung notwendig war. In der Ent-

wicklungsphase fiel die Entscheidung auf eine Lösung mit Kugelgelenkköpfen. Zwei Kalotten mit einem Kunststoff-Gleitbelag umschließen jeweils eine Kugel aus Edelstahl.

Diese Anordnung ermöglicht die Aufnahme der sehr hohen Zugkräfte von bis zu 3 600 kN je Zylinder. Der

### Druckfeste Abdichtung durch besondere Tricks

Kunststoffgleitbelag aus Luvocom wurde eigens für diesen Anwendungsfall in der Hunger DFE GmbH gefertigt.

Sphärische Segmente sind zu einer Kugelschale zusammengesetzt und in Taschen an der Innenseite der Kalotten eingesintert. Der gesamte Kugelgelenkkopf ist durch ein ausgeklügeltes Dichtsystem druckfest abgedichtet, so dass auch bei Eintauchtiefen von mehreren Metern kein

Meerwasser eindringen kann. Ein äußerer Gummibalg schützt zusätzlich vor Wasser und Schmutz. Die perfekte Anpassung der gesamten Zylinderkonstruktion an die speziellen Erfordernisse dieser neuen Bohrtechnologie gelang nur durch die enge Kooperation mit dem Auftraggeber sowie zwischen den einzelnen Firmen der Hunger-Gruppe. Auch die Prüfung und Abnahme der Hydraulikzylinder gestaltete sich aufwendiger als bei „normalen“ Anwendungen im stationären oder mobilen Bereich.

Neben den üblichen Prüf- und Abnahmevorschriften mussten die Hydraulikzylinder einer umfangreichen Prüfung durch die Det Norske Veritas (DNV), einer im Schiffbau etablierten Überwachungsgesellschaft, unterzogen werden.

In wenigen Wochen bricht die Discoverer Enterprise zu Ihrem ersten Einsatz im Golf von Mexico auf, um dort neue Öl- und Gasvorkommen zu erschließen. Auf Werften in Spanien und Korea wurden bereits drei weitere Ölbohrschiffe dieses Typs gebaut, die zur Zeit mit den hydraulisch stabilisierten Bohrplattformen ausgerüstet werden.

*Dr.-Ing. Ingo Rühlicke  
Dipl.Ing. Dietmar Christ*

Wenn auch Sie mit nicht ganz alltäglichen Konstruktionen zu tun haben, dann hilft Ihnen die Hunger-Hydraulik gerne weiter. Kreuzen Sie einfach hier an.

**Kennziffer 201**



Die Kolbenstangen wurden mit der Metalloxid-Beschichtung Hunger-Ceraplate 2000 versehen, die sich bereits in vielen extremen Einsatzfällen bestens bewährt hat, beschichtet. Dabei handelt es sich um einen zweilagigen Schichtaufbau.



Die Metalloxid-Beschichtung der Stangen wurde durch Diamantthonen und Polieren feinstbearbeitet. Die daraus entstehende, sehr glatte Oberfläche verlängert die Lebensdauer der Dichtungen erheblich. Zudem können sich kaum noch Verschmutzungen anlagern.