

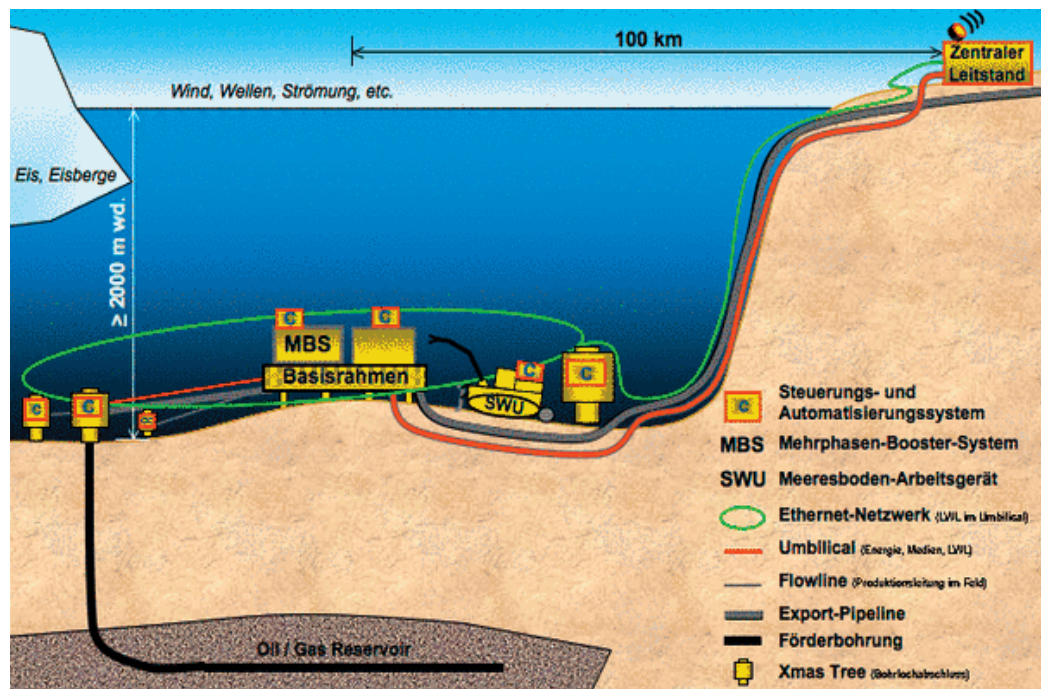
Aufbruch in die Tiefsee

ISUP-Projekt Im Rahmen des Workshops der GMT im Mai 2008 zum Thema „Maritime Technik und Systeme in tiefem Wasser“ wurde das Projekt ISUP in einer Vortragsfolge vorgestellt. Mit dem Beitrag der Firma Wirth über Installationstechniken sowie auch weitere Techniken für Maßnahmen und Interventionen, die während des Betriebs der Produktionsanlage auf dem Meeresboden in der Tiefsee notwendig bzw. hilfreich sind, wird die Berichtreihe über das ISUP-Projekt beendet.

Torsten Kleinen, Dieter Koenig

Seit die Offshore-Installationen für die Unterwasser-Produktion (UWP) von Erdöl & Erdgas die für den Einsatz von Tauchern noch geeigneten Wassertiefen überschritten haben, werden zunehmend Komponenten und Teilsysteme für UWP-Produktionsanlagen von schwimmenden Systemen von der Wasseroberfläche aus auf den Meeresboden abgesenkt und dort miteinander verbunden. Mit steigenden Wassertiefen und Entfernungen von potenziellen Anbindungen einer neuen Anlage an bestehende Produktionssysteme stoßen herkömmliche Lösungen an technische, logistische und wirtschaftliche Grenzen. Hier setzt das ISUP-System an (Integrated Systems for Underwater Production of Hydrocarbons). Die Überlegungen für die Entwicklung von innovativen und zukunftssicheren Komponenten und Teilsystemen von Unterwasser-Produktionsanlagen führten zur eigenen Vorgabe einer Minimalhürde von ca. 2000 m Wassertiefe und einer Entfernung zur Landanlage von bis zu 100 km.

Neben der allgemeinen Marktforderung nach hochgradiger Integrationsfähigkeit mit und in andere Systeme gelten die selbstverständlichen Ziele: eine Ressourcen schonende Förderung, größte Umweltverträglichkeit und technische Sicherheit. Aber die wohl größte Herausforderung ist der fehlende direkte Zugang des steuernden und bedienenden Menschen zu den Anlagen am Meeresboden in großer Tiefe. Dadurch werden Höchstanforderungen



Schematische Darstellung des ISUP-Systems

im Bereich der Wartungsfreiheit und Fernbedienbarkeit gestellt.

Die besonderen Merkmale des ISUP Systems sind:

- ▶ offenes System für größtmögliche Integrationsfähigkeit,
- ▶ modulare Bauweise und freie Konfigurierbarkeit,
- ▶ Einsatzfähigkeit auch in schwer zugänglichen Gebieten,
- ▶ zentraler Leitstand,
- ▶ dezentrale Unterwasser-Steuerung von Teilsystemen und Komponenten,
- ▶ Produktion weitestgehend unabhängig von Systemen an der Wasseroberfläche,
- ▶ ISUP Teilsysteme auch in andere Gesamtsysteme integrierbar,
- ▶ höchste Wirtschaftlichkeit bei Installation, Wartung, Betrieb und Rückbau des Systems,

▶ höchste Ansprüche in Bezug auf Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Wartungsfreiheit, Lebensdauer und Umweltverträglichkeit (HSE).

Im Folgenden werden nun vier Komponentenbereiche vorgestellt, für die innovative Verfahren und Systeme entwickelt wurden.

Multifunktionales UW-Arbeitsgerät

Die Grundidee bei der Installation der UW-Anlagen ist – an Stelle von aufwändigen, jeweils von der Wasseroberfläche ausgeführten und kontrollierten Aktionen – ein zeit- und kostensparendes Assistenz-System am Meeresboden bereit zu halten.

Auf der Basis eines Crawler-Fahrwerks wurde ein Werkzeugsystem entwickelt, das den

Meeresboden vorbereiten und die in die Tiefe herabgelassenen schwingenden Komponenten mit einem großen Manipulator greifen kann, um sie schnell, sicher und zielgenau auf den Installations- und Montagegeräten geführt abzusetzen. Das Gerät wird nach dem Absetzen auf den Meeresboden in der Lage sein, in einer anfänglichen Phase über ein Umbilical von einer schwimmenden Basis aus versorgt und gesteuert zu werden, oder – wenn der Stand des Anlagenausbaus es ermöglicht – über ein Umbilical von der Unterwasseranlage aus. Dabei können die Steuerungsfunktionen sowohl vom Schiff, als auch von der zentralen Landbasis ausgeführt werden.

Ergänzend zu den ständig verfügbaren, vormontierten

Werkzeugen wird das Gerät in der Lage sein, verschiedene Wechselwerkzeuge über ein Andocksystem mit einer Multikupplung aufzunehmen und zu führen.

Die von Projektbeginn an geplanten Tests des zusammenwirkenden ISUP-Systems sind mit einem maßstäblich verkleinerten „Demonstrator“ geplant. Dies führte jedoch zu anfänglich nicht erwarteten modelltechnischen Abweichungen, die zu zwei sehr unterschiedlichen Entwürfen führten.

Die Zielversion Das multifunktionale Arbeitsgerät hat die Hauptabmessungen 7 x 4, 4 x 3,5 m, ein Gesamtgewicht unter Wasser von ca. 32 t und folgende Hauptfunktionen:

- ▶ Großmanipulator (mit fünf Achsen, zweifach teleskopierbar, 10 kN max. in alle Richtungen, 360° schwenkbar, 8 m max. Ausladung)
- ▶ Planierschild (4,4 m Arbeitsbreite, +300 und -500 mm Arbeitshöhe, 10° beidseitige Neigefähigkeit, 100 kN max. Schubkraft)
- ▶ Multikupplung mit UW verbindbaren (Hydraulikkupplungen, Signalleitungen elektrisch / LWL, elektrische Leistungsverbindung)

Die Kupplung ist ausgelegt für Wechselwerkzeuge wie z.B. Vibrationsbohrer für Ankerlöcher, Schlitzfräse für Kabelgräben, horizontale Bodenfräse.

- ▶ Andocksystem für Multikupplung (mit fünf Freiheitsgraden, automatisches Schließen der Multikupplung, Achsenmechanisch verriegelbar).

Das Hydraulik-System befindet sich direkt auf dem Fahrzeug, ist redundant aufgebaut und in zwei Kreisläufe unterteilt, um eventuelle Wasser- und Schmutzeinträge beim Kuppeln nicht ins Gesamtsystem einzutragen. Sicherheitsrelevante Teilsysteme, wie z.B. der Großmanipulator, dürfen nicht mit Wasser oder Schmutz kontaminiert werden.

Manuelle Steuerung Um dem Bediener des Arbeitsgeräts die notwendige Übersicht zu bieten, die ein so großes Arbeitsgerät erfordert, sind sowohl auf

dem Fahrzeug als auch am Manipulator und der Multikupplung IP-Kameras unterschiedlicher Bauart verteilt. Mit der jeweils wählbaren Beleuchtung können sie im manuellen Modus genutzt werden.

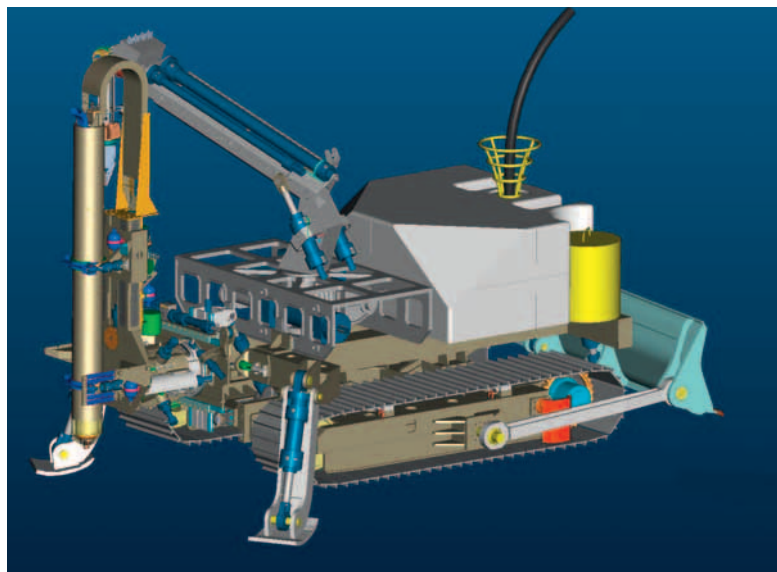
Autonome / Teilautonome Steuerung Im teilautonomen Modus verfügt das Gerät zusätzlich zu den Kameras noch über eine intelligente Bild-/ Zeichenerkennung, die es ermöglicht, Module, Wechselwerkzeuge und Strukturen zu erkennen. Um die Andockkinematik hinreichend genau zur Multikupplung auszurichten, wird ein Laser mit einem beweglichen Prisma verwendet, der in der Lage ist, seine Umgebung dreidimensional darzustellen, selbst unter schlechten Sichtverhältnissen, z.B. bei Eintrübungen durch aufgewirbelte Schwebstoffe.

Das Planierschild wird – wie auch die als Wechselwerkzeug zusätzlich vorgesehene Horizontalfräse für harte Böden – in der Lage sein, ein vordefiniertes Feld selbständig einzuebrennen in Bezug auf die vorher extern vermessene Umgebung.

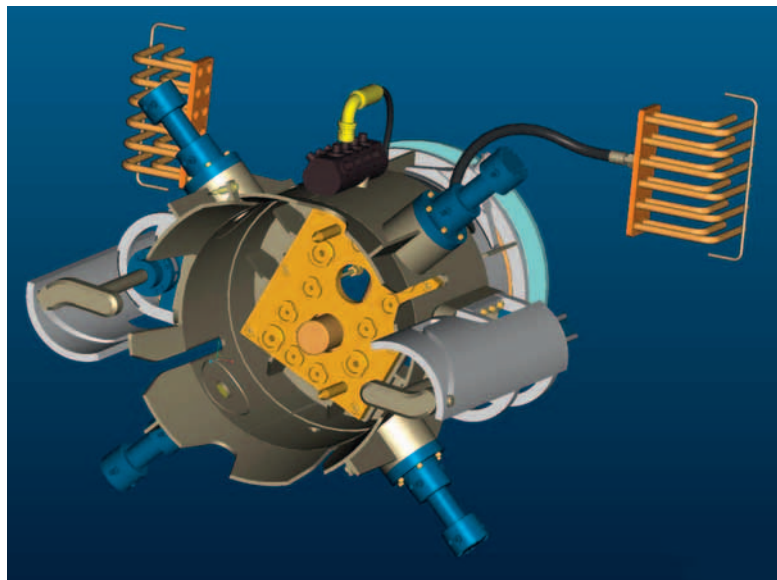
Die Demonstrator-Version Aus den schon erwähnten Maßstabsgründen wurde für die Tests mit dem Demonstrator ein von der Zielversion deutlich abweichender Entwurf angefertigt.

Hier führten einzelne Komponenten, die nicht maßstäblich verkleinert werden konnten, zu generellen Platz- und Schwerpunktsproblemen. Als Konsequenz ist eine neue Anordnung dieser Komponenten gewählt worden, die eine Anpassung des generellen Anordnungs-konzeptes mit sich brachte. Aus dem separaten Hauptrahmen, auf dem alle weiteren Module platziert wurden, entstand ein Tragrahmen für das Gesamtfahrzeug mit integriertem Manipulator-Schwenkantrieb. Bei einem generellen Maßstab von 1:2 wurden folgende Elemente nicht für die maßstäbliche Fertigung vorgesehen:

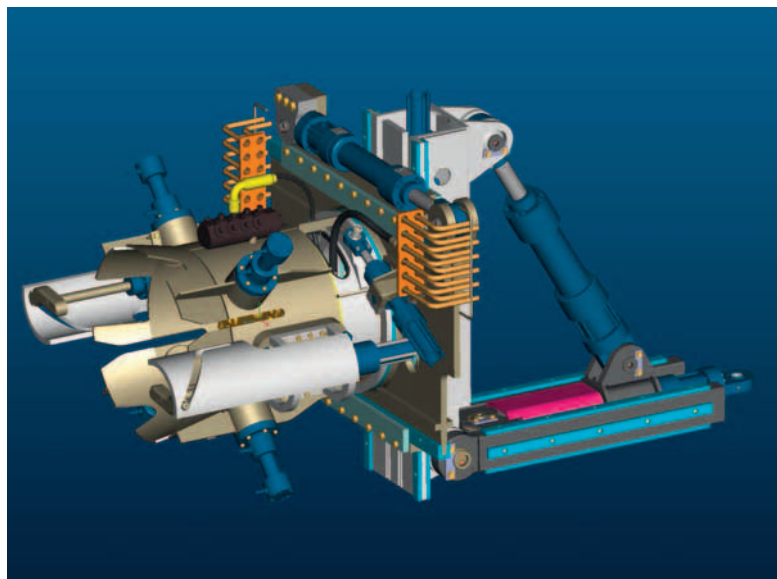
- ▶ hydraulische Schwenkmotore,
- ▶ Multikupplung,



Multifunktionales Unterwasser-Arbeitsgerät – Die Zielversion



Andocksystem für Wechselwerkzeuge – Kupplungselement



Andocksystem für Wechselwerkzeuge – Ausrichtungskinetik

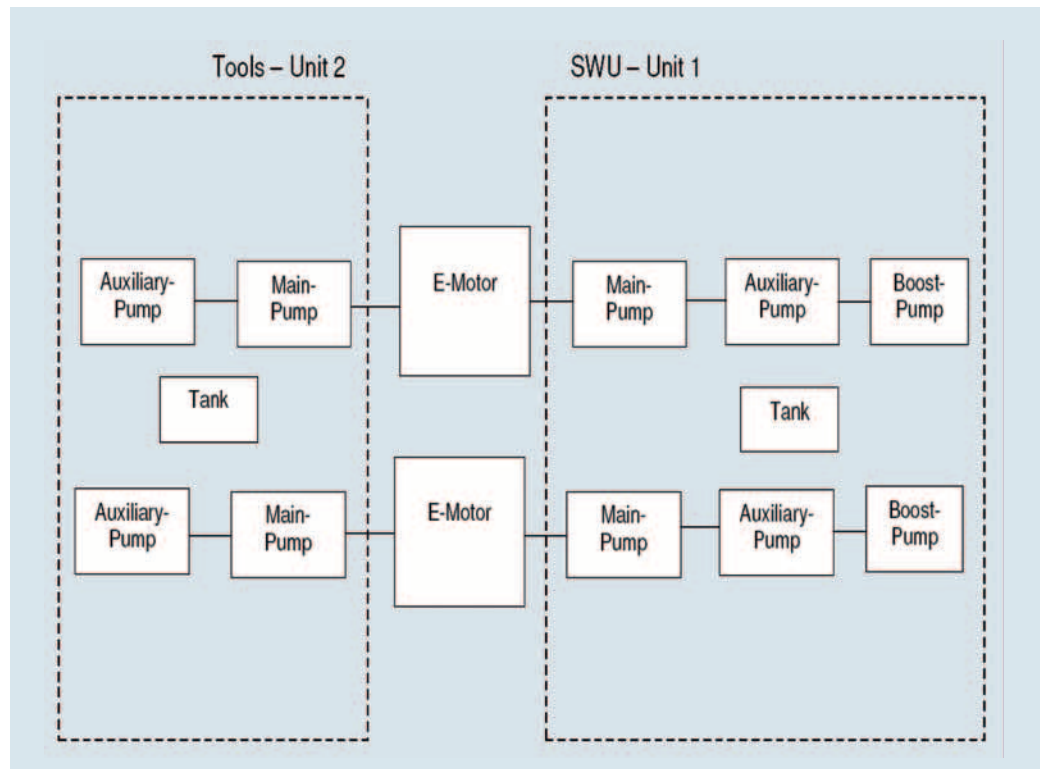
► Hydraulik – Blöcke und Platten,
 ► Elektromotor vom Power Pack,
 da die Einzelemente nicht maßstäblich verfügbar sind und selbst Neuentwicklungen darstellen.

Installations- und Montagerahmen

Die ISUP-Idee geht davon aus, dass sich durch die Verwendung eines Installations- und Montagerahmensystems erhebliche Erleichterungen, Risikominderungen und Kosteneinsparungen erreichen lassen. Entsprechend den besonderen Merkmalen des ISUP Systems sind vorgesehen

- ein offenes System für größtmögliche Integrationsfähigkeit,
- modulare Bauweise und relative Kleinteiligkeit,
- freie Konfigurierbarkeit der Anlage

Es wurde ein Steckrahmen auf der Basis einer einheitlichen Modulgröße entwickelt. Die Steckrahmenmodule können mit Verbindungs- und Halterungselementen sowie Leitungen jeweils vorausgerüstet werden, bevor sie zum Meeresboden abgelassen und dort vom Arbeitsgerät geführt gesteckt werden. Eine automatische Verklüpfung der Module beim Absetzen und eine Entklüpfung beim Wiederaufnehmen durch den Einsatz des Manipulators sind vorgesehen. Die Konfiguration des Gesamtrahmens wird so gewählt, dass



Hydraulikplan – Versorgung Fahrgerät und Werkzeuge

alle Leitungen das System in einer Richtung verlassen bzw. ansteuern, um dem Arbeitsgerät die Möglichkeit zur Anfahrt und Ausführung von Arbeiten zu jedem Modul und später darauf montierten Systemkomponenten zu geben.

Der Vibrationsbohrer – ein Wechselwerkzeug

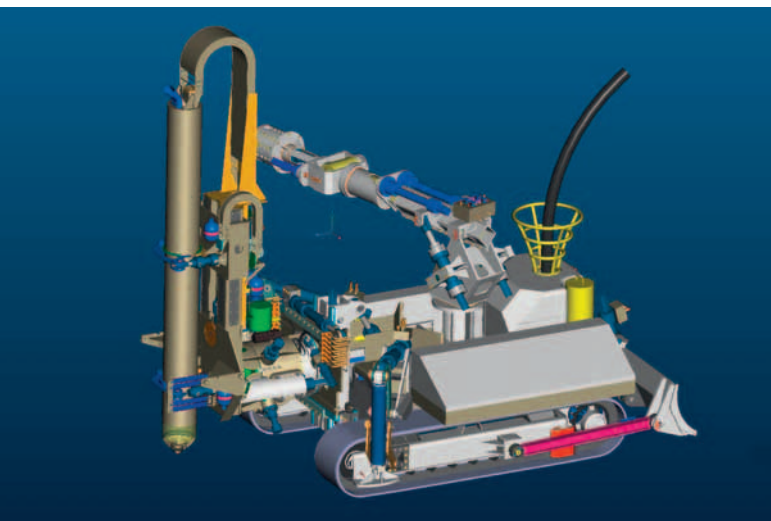
Im Hause Wirth reifte schon lange die Idee, den Energieverbrauch beim Bohren bei höchster Effizienz durch die Nutzung von Schlagenergie so günstig

zu gestalten, dass damit auch eine Bohrung in großen Wassertiefen ohne Zuführung großer Energiemengen ermöglicht werden kann.

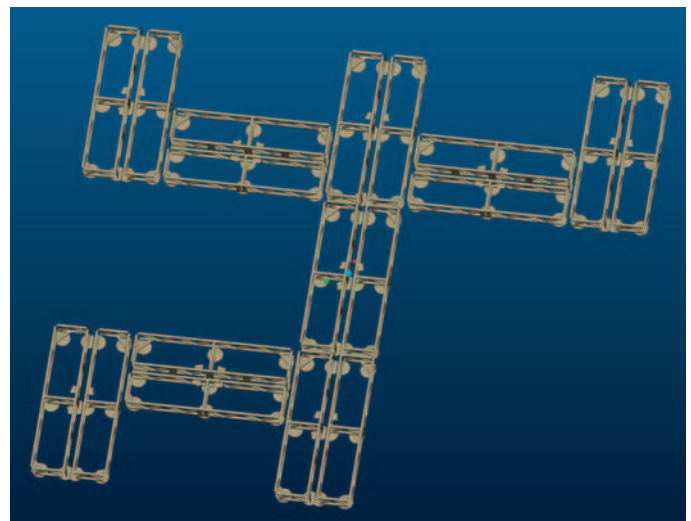
Unter mehreren Alternativen für sinnvolle Wechselwerkzeuge für die Arbeit in großen Wassertiefen – wie u.a. Boden- und Schlitzfräsen – wurde deshalb der Vibrationsbohrer nicht nur prinzipiell vorgesehen, sondern für die Detailentwicklung und auch die Realisierung im Demonstrator ausgewählt.

Prinzip des Vibrationsbohrers Durch eine exzentrische und zugleich gekröpfte Welle, die innerhalb eines Beveloid-Triebs läuft, wird ein Schlagwerkzeug in eine dreh-schlagende Bewegung versetzt mit 3000 Schlägen/min bei 12 U/min. Dies ermöglicht mit geringem Einsatz von hydraulischer Energie das Zerstören von Hartgestein bis zu Festigkeiten von 250 MPa.

Dazu wurde die wohl weltweit erstmalige Entwicklung eines besonderen Getriebes notwen-



Multifunktionales Unterwasser-Arbeitsgerät – Die Demonstratorversion



Modularer Installations- und Montagerahmen – Beispiel-Konfiguration



The Premier International Exhibition

Showcasing Shipbuilding, Ship Repairs, Shipping, Maritime Engineering, Offshore Engineering & Technology, Ports & Logistics for Vietnam's Buoyant Maritime Industry



25-27 February 2009

Saigon Exhibition & Convention Centre

MARITIME VIETNAM
conference



Featuring a High Level Conference

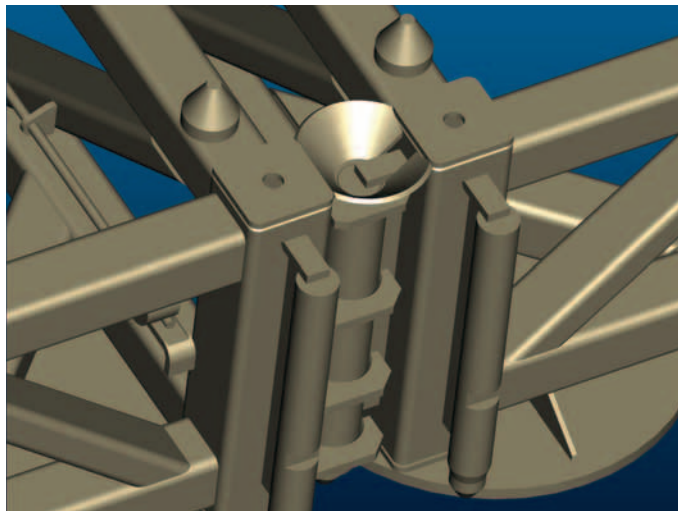


Maritime Vietnam 2009 Conference offers a unique platform to explore the business opportunities presented by Vietnam's buoyant maritime industry. It is the best platform to not only learn about current and priority maritime projects in Vietnam but also gives you the perfect opportunity to network with the leading players – including senior Vietnamese government officials, operators, providers and other maritime professionals.

The conference will provide an in-depth focus into key issues affecting the Maritime industry in Vietnam.

Some of these issues include:

- Ports & Logistics
- Ship Building/Ship Repair/Ship Conversion
- Ship Finance
- Offshore & FLNG
- Ports & Terminals
- Maritime Technologies
- Sustainability in Vietnam Maritime



Verriegelungselement für Module des Installations- und Montagerahmens

dig mit innenliegender Beveloidverzahnung.

Erste Erkenntnisse mit Funktionsmodell Nach anfänglichen, unkontrollierbaren Schwingungen beim ersten Funktionsmodell ist in der zweiten Version durch Einsatz von Simulationssoftware und Einsatz von zwei Kontergewichten an unterschiedlichen Stellen im Vibrationsbohrer eine erhebliche Verbesserung der Eigenschwingung eingetreten. Die von Anfang an hohe Bohrgeschwindigkeit wird auch beim überarbeiteten zweiten Modell gleich vorhanden sein. Im Frühjahr 2009 werden mit dem verbesserten zweiten Modell erneut Bohrtests in Dolomit-Hartgestein durchgeführt.



Vibrationsbohrer – weltweit erstmalige innenliegende Beveloidverzahnung

UW-Wechselwerkzeugmagazin

Das UW-Arbeitsgerät wird gemäß Aufgabenlage den Werkzeugwechsel relativ selbsttätig ausführen. Dazu werden alle Werkzeuge, die für den Einsatz vorgesehen sind, für den Zugriff durch das UW-Arbeitsgerät in einem Werkzeugmagazin am Meeresboden bereitgestellt.

Zusammenfassung und Ausblick

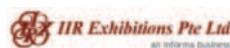
Mit den hier vorgestellten Komponenten für die Installation wie auch spätere betriebliche Betreuung, Wartung sowie Ergänzungs- und Änderungsinstallationen weist das ISUP-Projekt neue Wege für die Gestaltung, den Aufbau wie auch den Betrieb von Unterwasserproduktionsanlagen. Die für Ende 2009 vorgesehenen Demonstrator tests werden aufzeigen, wie weit die innovativen Ideen und Ziele der ISUP-Partner erreicht werden konnten. Die ISUP-Gruppe wird darüber berichten.

Das ISUP-Projekt wird unter dem Kennzeichen 03 SX 229A vom BMWi unter Betreuung durch den PtJ Jülich gefördert.

Die Autoren:

Dipl.-Ing. Torsten Kleinen,
Engineering Manager R&D,
Wirth GmbH,
Dipl.-Ing. Dieter Koenig,
Mitarbeiter ISUP-Projektteam,
Wirth GmbH

Organiser:



Vietnam Contact:
Ms Cung Minh Tu
Tel: +84 8 3820 6131/5
Email: minh.tu.cung@iirx.com.sg
International Contact:
Mr Michael Ng
Tel: +65 6319 2668
Email: michael.ng@iirx.com.sg

Supporting Organisations:



Official Media:

