

Die Gasförderung im bislang grössten Industrieprojekt Norwegens erfordert aufgrund der Tiefseebedingungen eine permanente Zustandsüberwachung. Internationale Zusammenarbeit garantiert ein autonomes Überwachungssystem für die Pipeline. Es analysiert Vibrationen und Wasserparameter und kommuniziert die Ergebnisse über akustische Modems.



Die Pipelines verlaufen über die Storegga. Mit einer Länge von über 800 km ist diese Hangrutschung einer der längsten bekannten Meeresbodenabstürze an einem Kontinentalabhang. (Quelle: Norsk Hydro)

## Überwachung in der Tiefsee

Das Gasfeld «Ormen Lange» liegt vor der norwegischen Westküste und besteht aus 24 unterseeischen Bohrlöchern, verteilt auf vier Unterwasserplattformen. Mehr als 120 km lange Pipelines bringen das Gas aus Tiefen von bis zu 850 m zur Aufbereitungsanlage auf die Insel Aukra. Durch den Druck in den Bohrlöchern strömt das Gas durch zwei parallele 30"-Pipelines an die Oberfläche. In den kommenden 40 Jahren soll «Ormen Lange» 20% des britischen Gasbedarfs decken. Noch dieses Jahr wird die Förderung aufgenommen.

### Pipelineüberwachung

Die Verlegung der Pipelines ist eine der anspruchsvollsten Aufgaben dieses Projekts. Hauptsächlich wegen dem schwierigen Gelände, den starken Meeresströmungen und dem Verlauf der Leitungen über die Storegga. Mit einer Länge von über 800 km ist diese Hangrutschung

schung einer der längsten Meeresbodenabstürze an einem Kontinentalabhang. Aufgrund des felsigen und unebenen Geländes sind mehrere Pipeline-Abschnitte nicht in Kontakt mit dem Meeresboden. In diesen Bereichen werden wegen den starken Meeresströmungen Schwingungen erwartet, die Lecks oder sogar Rohrbrüche auslösen können. Darum fordert die norwegische Regierung eine permanente Zustandsüberwachung.

Bjørge AS, Anbieter von Tiefseeeinstrumenten, entwickelte ein Langzeitüberwachungssystem mit Standardprodukten und Ingenieursleistungen der Schweizer Unternehmen Schmid Engineering AG und Schmid Elektronik AG.

### Hohe Anforderungen

Das System muss rauer Behandlung durch Schiffskrane und Remotely Operated Vehicles (ferngesteuerte Unterwasserfahrzeuge) standhalten. Unter der Wasseroberfläche herrschen extreme Bedingungen, z. B. tiefe Temperaturen, hohe Drücke und Wasserströmungen sowie Schwingungen aufgrund des Gastromes im Innern der Pipeline. Zudem erfolgt keine Stromversorgung von aussen.

Die technische Lösung ist ein Instrumentennetzwerk aus mehreren autonomen, synchronisierten Clamp Sensor Packages (Vibrationssensoren) und einem Master Sensor Package (Master-Station),

das zur Überwachung von Schwingungen an längeren frei schwebenden Pipeline-Abschnitten dient. Abgesehen von der rauen Umgebung lag die Hauptherausforderung des Projekts im präzisen und synchronisierten Datalogging. Bei Entfernungen von mindestens 100 m zwischen den einzelnen Messknoten darf die zeitliche Gesamtabweichung 2,5 ms nicht übersteigen. Alle Messknoten arbeiten drahtlos und kommunizieren über akustische Modems, wobei die notwendige Präzision und das Echtzeitverhalten hohe Ansprüche an die Softwareentwicklung stellten. Die geforderte Batterielebensdauer von 6 Monaten wird durch ein intelligentes Energiemanagement sichergestellt. Ausserdem muss die gesamte Elektronik in einem druckfesten Gehäuse untergebracht werden, das klein und leicht genug für die Handhabung durch ein ROV (Remotely Operated Vehicle) ist.

### Messnetzwerk

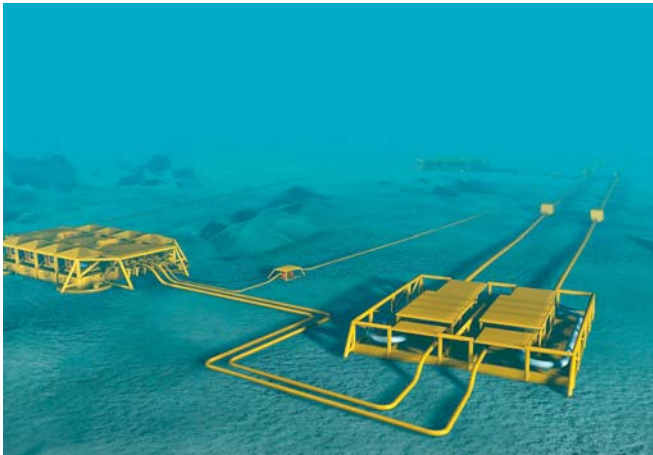
Die CSPs (Vibrationssensoren) werden in regelmässigen Abständen an der Pipeline befestigt. Ihre Hauptaufgabe ist die Aufzeichnung und Analyse von Schwingungen in alle 3 Achsen. Die Mechanik, ausgelegt auf eine Tiefe von bis zu 1500 m u. d. M., wird von einem ROV mit einer Klemmvorrichtung direkt an der Pipeline angebracht. Anschliessend wird ein druckfestes

#### Autor

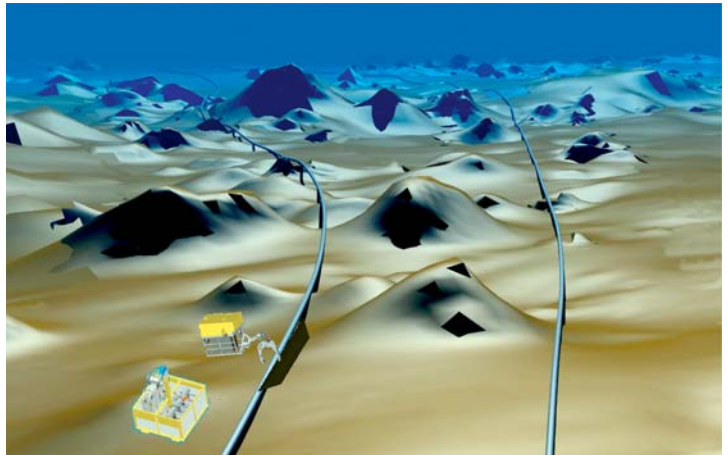
Marco Schmid

#### Infos

Schmid Engineering AG  
9542 Münchwilen  
071 969 35 90  
info@schmid-engineering.ch  
www.schmid-engineering.ch



Das Feld vor der norwegischen Westküste besteht aus 24 unterseeischen Bohrlöchern, verteilt auf vier Unterwasserplattformen. Das Erdgas strömt von den Unterwasserquellen durch den Druck in den Bohrlöchern automatisch an die Oberfläche. (Quelle: Norsk Hydro)



Die CSPs (Clamp Sensor Packages) werden durch ROVs (Remotely Operated Vehicles) auf der schwebenden Pipeline installiert und gewartet. (Quelle: Bjørge AS)

Gehäuse (150 bar) mit der integrierten Elektronik über einen Verriegelungsmechanismus aufgesteckt, so dass es später wieder abgenommen werden kann (z.B. für Batterieaustausch). Dieser mechanische Aufbau dient sowohl einer einfachen Installation und Deinstallation als auch einer hohen Verbindungssteifigkeit. Schliesslich sollen Schwingungen weniger mg bei Frequenzen unter 0,1 Hz und Seitwärts- sowie Längsbewegungen zentimetergenau gemessen werden können. Die CSPs werden von der Masterstation (MSP) gesteuert und synchronisiert. Diese wird über einen Schiffskran an den Einsatzort gebracht und mit Hilfe eines ROV auf dem Meeresboden installiert.

### Robustes Messsystem

Die Verbindung zwischen den CSPs und dem MSP ist drahtlos und erfolgt über Soundmodems. Das robuste Messschema sorgt für sichere Synchronisation der Datenerfassung, auch bei längeren und unvorhergesehenen Verzögerungen des MSP-Triggersignals, z.B. aufgrund unterschiedlicher Schallausbreitung. Das Überwachungssystem bietet verschiedene Betriebsmodi:

- Bei der Langzeitdatenerfassung wacht das MSP in konfigurierbaren Zeitpunkten auf und schickt einen Befehl zur Datenerfassung an die CSPs. Nach der Aufzeichnung der Vibrationen und Wasserparameter und der Programmierung des

nächsten Weckzeitpunktes schalten das MSP und die CSPs wieder auf Standby. Diese Methode sorgt für niedrigsten Energieverbrauch.

- Die kontinuierliche Ereignisüberwachung übernimmt eine intelligente Mixed-Signal-Schaltung. Beim Überschreiten der definierten Grenzwerte wird das MSP eingeschaltet, das sofort eine neue Messkampagne startet.
- Das Überwachungssystem wird von ROVs installiert und gewartet. Eine akustische Schnittstelle ermöglicht den Datentransfer und System-Rekonfigurationen während dem Betrieb.

Jede Aktion wird auf Fehler überwacht. Im Fehlerfall unternimmt der jeweilige Messknoten eine Selbstkorrektur und informiert das



**axnum**  
NUMERIC AUTOMATION SYSTEMS

Beschriftungs-Laser, Nadel-  
präge- und Ritzmaschinen.  
Bestes Preis-Leistungs-  
Verhältnis.

go.automation Basel 04.-07.09.07, Halle 2.0, Stand B93

LASER Höchste Schriftqualität

2504 Biel • Tel. 032 343 30 60

www.axnum.ch



gesamte Netzwerk (Nachbar-CSPs sowie das MSP) über den neuen Zustand. Auf diese Weise wird global ermittelt, in welchem Knoten der Fehler aufgetreten ist.

Wenn das MSP ausfällt, kann jedes CSP zur Aufrechterhaltung des Betriebs seine Funktion übernehmen. Das Überwachungssystem hat eine Lebensdauer von mehreren Jahren und wird jeweils für mindestens 6 Monate am Stück eingesetzt.

### Echtzeitbetrieb

Das Messsystem benötigt eine hohe Prozessorleistung bei niedrigem Energieverbrauch. Die Ingenieure setzten National Instrument LabVIEW Embedded, verteilt auf einem Analog Devices Blackfin Target «ZMobile» ein, um die Komplexität der Anwendung zu beherrschen. Diese Plattform, die vom schweizer Unternehmen Schmid Engineering geliefert wurde, bildet

das Herzstück des Systems und sorgt für robusten, multitaskingsicheren Echtzeitbetrieb. Die einzelnen CSPs und das MSP sind mit je einem drucksicheren Gehäuse ausgestattet, das die gesamte Elektronik, Batterien, Sensoren und Antennen für die akustischen Soundmodems enthält. Alle innen liegenden Bauteile sind mechanisch von den Pipeline-Schwingungen entkoppelt. Die Embedded-System-Hardware basiert auf dem kompakten Low-Power-Target «ZMobile», welches den Blackfin-Prozessor um verschiedene Mixed-Signal-Schaltungen und Kommunikationskanäle erweitert.

### Massgefertigt

Ein Grossteil der Funktionalitäten war bereits in der Standardplattform enthalten. Auf einem für Bjørge massgefertigten Addon Board wurden alle noch fehlenden

Schaltkreise, Anschlüsse und Schnittstellen bereitgestellt.

Die Kombination einer High-Level-Programmiersprache mit einem leistungsfähigen DSP ermöglichte es, ein Maximum an Funktionalität innerhalb überblickbarer Entwicklungszeit zu realisieren.

### Fazit

Die Öl- und Gasindustrie profitiert jetzt von einer Lösung, welche synchronisierte, hochpräzise Datenerfassung zwischen beliebig vielen weit auseinander liegenden Messknoten ermöglicht. Drahtlose, akustische Kommunikation, messknoteninterne Datenanalyse und -speicherung und intelligentes Energiemanagement stellen nun eine kontinuierliche Überwachung und Handhabung kritischer Zustände sowie dynamischer Bewegungen sicher und sorgen für extrem niedrigen Stromverbrauch. (tm) ■

## ZMobile: NI LabVIEW™ Embedded Target



Mixed Signal Plattform für mobile und stationäre Geräte, grafisches Systemdesign, Low-Power, Analog, Digital, Seriell, Keyboard, Display, Speicherkarten, Watchdog, RTC, Powermanagement. Für Wissenschaft(ler) und Industrie.

//// Schmid Engineering AG +41 71 969 35 90  
9542 Münchwilen www.schmid-engineering.ch

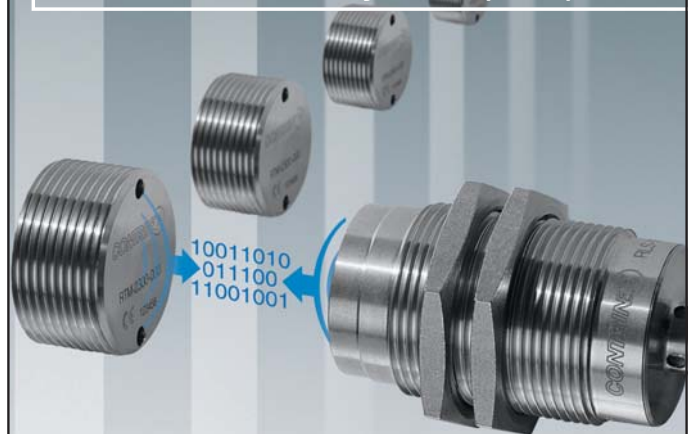
Easy 336

Druckmess-  
www.sirag-ag.ch  
technik

Easy 337

Verunfallt in den Bergen? **rega**   
Erkrankt im Ausland? 0844 834 844  
Geflogen von der Rega! www.rega.ch  
Jetzt Gönner werden! Anruf genügt:

## > RF-Identifikationssysteme (RFID)



### Ganzmetall-RF-Identifikationssysteme (RFID)

- Datenträger in dichten, sehr robusten V2A Ganzmetallgehäusen; in den Ausführungen Ø 10 mm bis M30
- Robuste Schreib-/Leseköpfe in Ganzmetallgehäusen
- Datenträger mit 2 kBit Schreib-/Lesespeicher
- Auswertegeräte mit Schnittstellen zu Profibus, DeviceNet und RS485
- Anschlussmöglichkeiten für bis zu 4 Schreib-/Leseköpfe pro Auswertegerät
- Benutzerfreundliche Software
- Hervorragend geeignet für widrige Umgebungsbedingungen

Verkauf: Contrinex Schweiz AG  
Tel: +41 41 752 17 00  
Internet: www.contrinex.ch  
E-mail: info@contrinex.ch



Easy 335

Easy 338