

# Asset Management über das Internet bis 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 vom BMWi geförderte Projekt ISUP (Integrated Systems for Underwater Production of Hydrocarbons) in einer Vortragsfolge vorgestellt. Auf die Projektübersicht in Schiff&Hafen 9/08 folgt in dieser Ausgabe die Präsentation des Kontroll- und Automatisierungssystems IMPaC-dCAS sowie des Fernwartungs- und Ferndiagnosesystems. Beiträge zu den weiteren Teilprojekten von ISUP erscheinen in den folgenden Ausgaben von Schiff & Hafen.

Die technische Entwicklung in den Bereichen der Automation und Prozessrechenntechnik hat durch die Einführung von Netzwerken einen über die einzelne Kontrolleinheit hinausgehenden Stand erreicht. Durch die Verwendung von Internettechniken für Produktionssysteme wird eine Flexibilität erreicht, die eine transparente Fernsteuerung und Fernüberwachung ganzer Produktionsstandorte ermöglicht. Mit Hilfe dieser Techniken ist es dann auch möglich, Automationssysteme an schwer zugänglichen Standorten wirtschaftlich zu betreiben, große Distanzen zur Leitwarte zu überwinden und über das Internet direkt auf das Überwachungssystem von „überall“ aus zuzugreifen.

## Ziele der Teilvorhaben

Die Teilvorhaben CControl (Fa. IMPaC) und ARPA (Institut für Prozessrechenntechnik, Automation und Robotik-IPR an der Universität Karlsruhe) des ISUP Projektes haben zum Ziel, ein innovatives Prozessleit- und Automatisierungssystem zu entwickeln, dessen wichtigste Merkmale hier beschrieben werden. Als Kernbestandteil des Unterwasser-Produktionssystems (UPS) soll das IMPaC-dCAS (distributed Control and Automation System) genannte Leitsystem die Automation des UPS im Betrieb sicherer, sowie die Produktion und das so genannte Asset Management auch für schwer

zugängliche UPS (z.B. in der Tiefsee, unter Eis bedeckter See, in großer Entfernung zur Leitwarte etc.) effektiver und wirtschaftlicher als bei bestehenden Systemen anbieten. Durch eine flexibel anpassbare, standardisierte Software- und Hardwarearchitektur und ein Hersteller unabhängiges Schnittstellenkonzept wird die Integration und Kombination von Unterwasser (UW)-Produktionsmodulen unterschiedlichster Hersteller zusätzlich erleichtert. Die Entwicklungen des IPR der Universität Karlsruhe (TH) sind in das IMPaC-dCAS integriert und ergänzen diese durch Funktionalitäten in den Bereichen der abgesicherten und zuverlässigen

Fernsteuerung, Fernwartung und Ferndiagnose des gesamten Steuerungssystems.

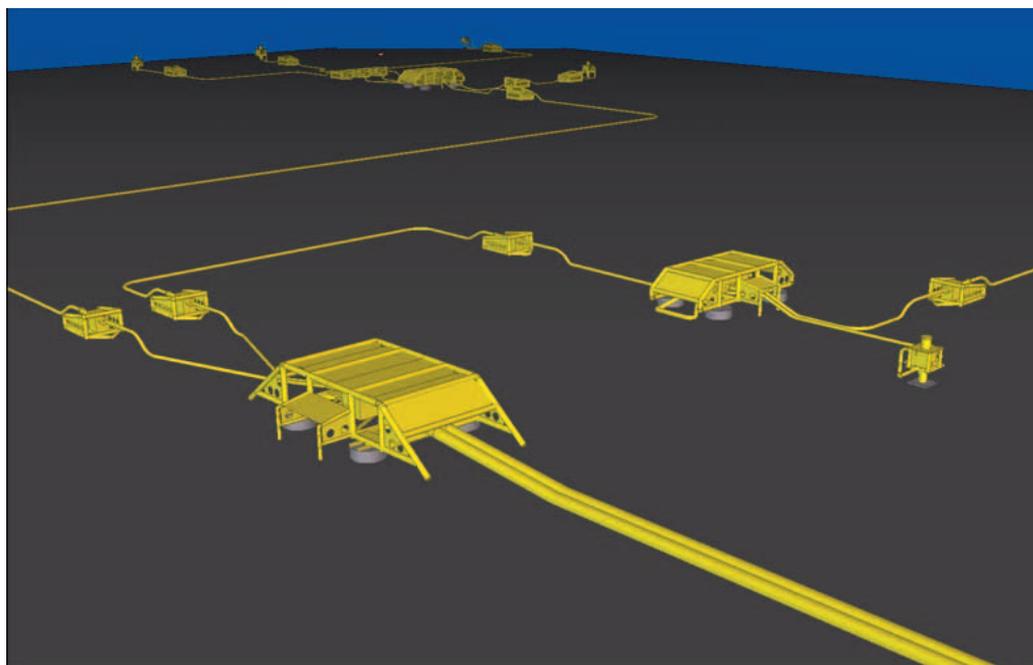
## Integrationsfähigkeit

Das IMPaC-dCAS hat im Projekt ISUP die Aufgabe, die neuen Systeme der weiteren ISUP-Teilvorhaben zu einem Gesamtsystem mit z.T. neuartigen und/oder erweiterten Eigenschaften gegenüber bestehenden UPS zu integrieren. Selbstverständlich sollen auch heute bereits existierende UW Module der Öl- und Gasindustrie wie Bohrlochkompletierungen (Xmas Trees), Manifolds, sowie fernüberwachte bzw. ferngesteuerte Aggregate wie Pumpen, Kompressoren, Separatoren mit ihren Ventilen, Aktoren und Sensoren

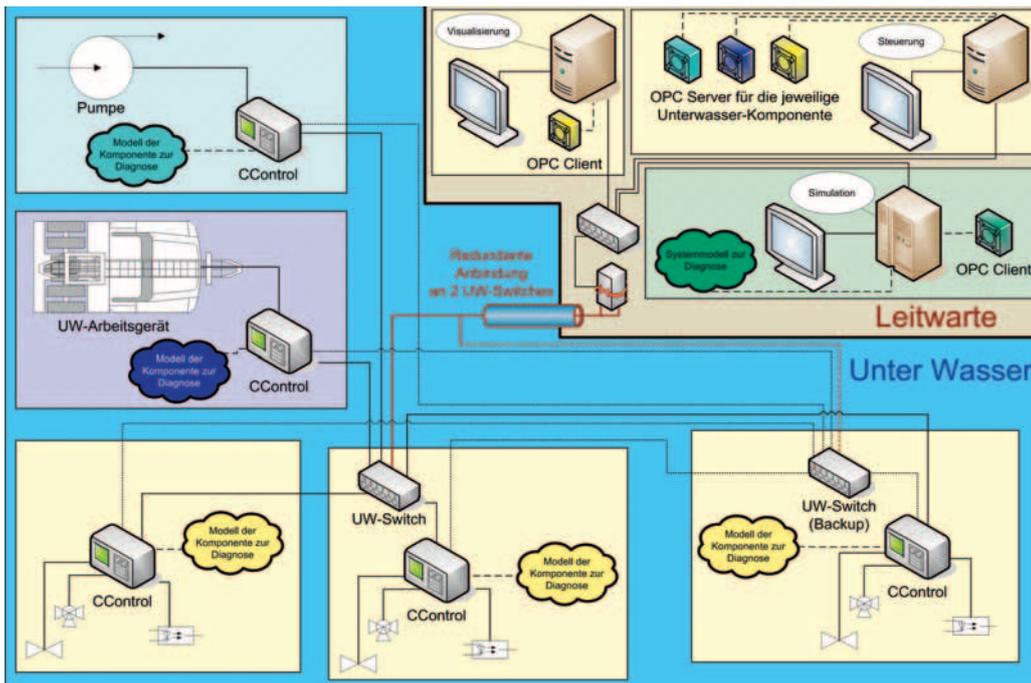
und sogar AUV (Autonomous Underwater Vehicle) und ROV (Remotely Operated Vehicle) mit IMPaC-dCAS bestückt werden können.

## Klassifizierung

Das im Rahmen von ISUP zu entwickelnde Prozessleit- und Automatisierungssystem kann in die Klasse der „multiplexed electrohydraulic“ oder „all electric“ Systeme eingestuft werden (siehe die Normen ISO 13628-1 und -6). Systeme dieser Art können aufgrund der elektrischen Signalübertragung quasi in Echtzeit auf Steuerbefehle reagieren und sind daher besonders geeignet für den Einsatz bei großen step out Distanzen zwischen Leitwarte und Produktionsstandort.



CAD Modell für ein beispielhaftes Unterwasser-Produktionsfeld



Konzept des Steuerungssystems für ISUP

Das IMPaC-dCAS besteht grundsätzlich aus der Leitwarte (Master Control Station - MCS) und den dezentralen, intelligenten UW Einheiten (Subsea Electronic Modules - SEM).

### Sicherheit und Zuverlässigkeit

Die Sicherheit und Zuverlässigkeit eines an einer schwer zugänglichen Stelle in Betrieb befindlichen Produktionssystems ist eines der wichtigsten Kriterien für den wirtschaftlichen Betrieb der Anlage. Im IMPaC-dCAS wurde in Zusammenarbeit mit dem IPR bereits während des Systementwurfes eine Analyse der notwendigen Redundanzen der einzelnen Module und der Netzwerkstruktur vorgenommen. Dadurch konnte die Entwicklung der Komponenten und der Systemstruktur zuverlässigkeitsoptimiert erfolgen. Die Kontrollmodule werden beispielsweise stets redundant ausgelegt und von einem zusätzlichen Safetycontroller überwacht, der den reibungslosen Betrieb der Anlage überwacht und auf Störungen z.T. selbsttätig reagiert und, wenn möglich, Gegenmaßnahmen einleitet. Die Entwicklung erfolgt dabei über das bekannte HAZOP Risikomanagement hinaus sowohl auf qualitativer als auch auf quantitativer Ebene.

### Modellbasiertes Diagnosesystem

Um die Zuverlässigkeit während des Betriebes der Anlage sicherzustellen, entwickelt das IPR eine innovative Lösung für eine modellbasierte (Fern-) Diagnose des Produktionssystems. Dabei wird das Verhalten der Komponenten in hierarchischen Modellen abgebildet und die realen Produktionsdaten mit diesen Modellen verglichen. Bei Abweichungen zwischen dem simulierten Modell und dem realen System erfolgt dadurch eine genauere Diagnose des UPS. Da das Diagnosesystem hierarchisch strukturiert ist, kann eine Fehlerlokalisierung über die einzelnen Ebenen bis zur Einzelkomponente erfolgen. Die Diagnose ist dabei sowohl lokal in der Leitwarte als auch von entfernten Stationen möglich. Außerdem bietet das Diagnosesystem die Möglichkeit, Voraussagen über die zukünftige Verfügbarkeit der Komponenten zu treffen, um z.B. den Stillstand durch Wartungseinsätze zu minimieren.

### Visualisierung / HMI

Als Teil der Prozessleitung und Automatisierung wird das IMPaC-dCAS selbstverständlich auch typische Aufgaben traditioneller 'Supervisory Control

and Data Acquisition' (SCADA) Systeme umfassen. Durch die offene Architektur des Gesamtsystems ist es dabei möglich, weitere Datenquellen mit minimalem Aufwand zu dem System hinzuzufügen. Über einen serverbasierten Datenaustausch werden die Prozessinformationen als OPC-Variablen (OPC=Object Linking and Embedding for Process Control) an die SCADA Software weitergegeben und dort aufbereitet. Im IMPaC-dCAS wird die Mensch-Maschine-Schnittstelle (HMI=Human-Machine Interface) in Form einer webbasierten Client-Server Lösung realisiert. Diese bietet über verschiedene Module für die jeweiligen Anwendergruppen spezifisch zugeschnittene Sichten auf das System; z.B. für Operator, Supervisor und Manager. Die Visualisierung erfolgt dabei in einem Webbrowser, wobei durch spezielle Plug-Ins die bekannten und erprobten Elemente einer Webseite angereichert werden, um den Bedienkomfort und die Darstellungsmöglichkeiten zu maximieren.

### Datenarchivierung

Auf technischer Ebene werden durch die SCADA Software die Funktionalitäten der Steuerung und der Kontrolle abgedeckt.

Für die Analyse und die langfristige Sicherung der Verlaufsdaten werden diese zusätzlich in Datenbanken archiviert und durch eine permanente Speicherspiegelung gesichert. Diese Daten können anschließend für eine Betrachtung des langfristigen Systemverhaltens im Zeitraffer dargestellt werden. Auf diese Weise können sowohl schleichende Veränderungen als auch längerfristige Effekte sichtbar gemacht werden, so dass entsprechend angemessen reagiert werden kann.

### Live-Kamera mit Prozessdaten

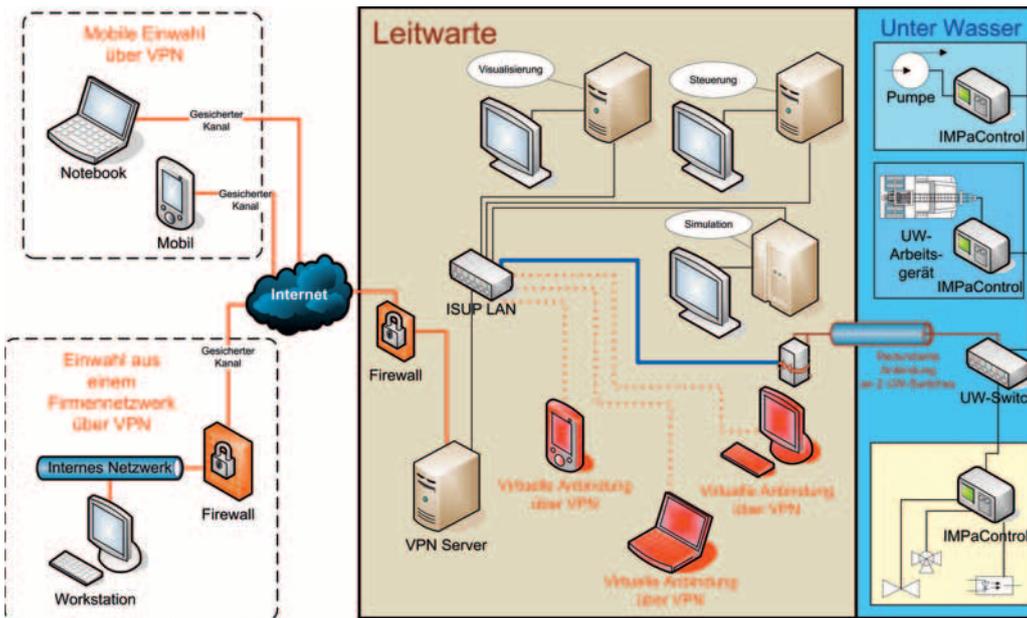
Im Rahmen von ISUP werden auch Unterwasser-Kameras eingesetzt, um Installation, Betrieb und Wartung der UPS Demonstrationsmodule von der entfernten Leitwarte aus zu überwachen. Vom IPR wurde hierfür eigens eine Software erstellt, die die Einblendung von Prozessdaten direkt in den Videostream und dadurch eine direkte Verknüpfung der Videobilder mit beliebigen zugehörigen Sensorinformationen für den Operator ermöglicht. Dies vereinfacht nicht nur die direkte Überwachung der aktuellen Vorgänge, sondern erlaubt auch die eindeutig zugeordnete Speicherung der Videos und der Daten auf dem Videoserver, um so für aussagekräftige Dokumentation und Analysen bereitzustehen.

### Netzwerktechnologie

Die UW Module des IMPaC-dCAS sind untereinander mit einem redundanten, ringgekoppelten LAN (Local Area Network) vernetzt, wodurch ein Höchstmaß an Verfügbarkeit bei gleichzeitiger Erweiterbarkeit der Kommunikationsinfrastruktur erzielt wird. Dieses Unterwasser-LAN ist wiederum über redundante Glasfaserleitungen (in sog. Umbilicals) an die entfernte Leitwarte angeschlossen. Dadurch ist der Zugriff auf die einzelnen Module unter Wasser aus netzwerktechnischer Sicht sichergestellt.

### Remote Control

Für die Fernsteuerung und Ferndiagnose der Systeme ►



Sicherer Fernzugriff auf das Produktionssystem via Virtual Private Network (VPN)

me wird im ISUP Projekt die VPN (Virtual Private Network) Technologie eingesetzt. Dadurch ist es möglich, über gesicherte so genannte „Tunnel“ Verbindungen von beliebigen weltweiten Orten über das Internet bis in die Leitwarte herzustellen. Durch diese „Tunnel“ können somit beispielsweise verschiedene Standorte der Betreiberfirma des Produktionssystems über die Leitwarte an das UPS angekoppelt werden, um so eine direkte Einsicht in aktuelle Produktionsdaten zu erhalten. Es ist auch eine Ad-Hoc

Einwahl möglich, z.B. falls der aktuelle Status des Systems von einem Laptop eines entfernt eingesetzten Servicetechnikers aus abgefragt werden soll. Die Sicherheit der Kommunikationsverbindung wird dabei durch den Einsatz modernster Verschlüsselungstechnologien erreicht, die nach dem Stand der Technik abhör- und störungssicher sind.

**Modularer Aufbau**

Zahlreiche Eigenschaften eines Kontrollsystems sind direkt an dessen Struktur bzw.

an dessen Aufbau gebunden. Beim IMPaC-dCAS wurde auf einen dezentralen Aufbau des Gesamtsystems mit modularer Bauweise jedes einzelnen Moduls Wert gelegt, was die Lagerhaltung und den Austausch z.B. schadhafter Bausteine stark erleichtert, ohne dafür gleich die komplette Anlage außer Betrieb nehmen zu müssen. Dies wirkt sich auf die Sicherheit der Anlage als auch auf die Kosten für deren Wartung und Reparatur aus, auch wenn hier der Einsatz des Installationsschiffes alle Kosten weit

dominiert. Modular und vor allem dezentral können auch die einzelnen I/O Bausteine in das UW LAN eingebunden werden, da in der vorliegenden Hardwarekonfiguration so genannte Buskoppler zu deren Netzzugang eingesetzt werden. Zusammen mit den weitestgehend standardisierten Schnittstellen bei Hard- und Software ergibt sich hierüber eine Offenheit für die Einbindung von „Fremdsystemen“ auch anderer Hersteller bzw. die Integrationsmöglichkeit in bestehende Anlagen, wie es sie jedoch bisher nur bei wenigen vergleichbaren UPS gibt.

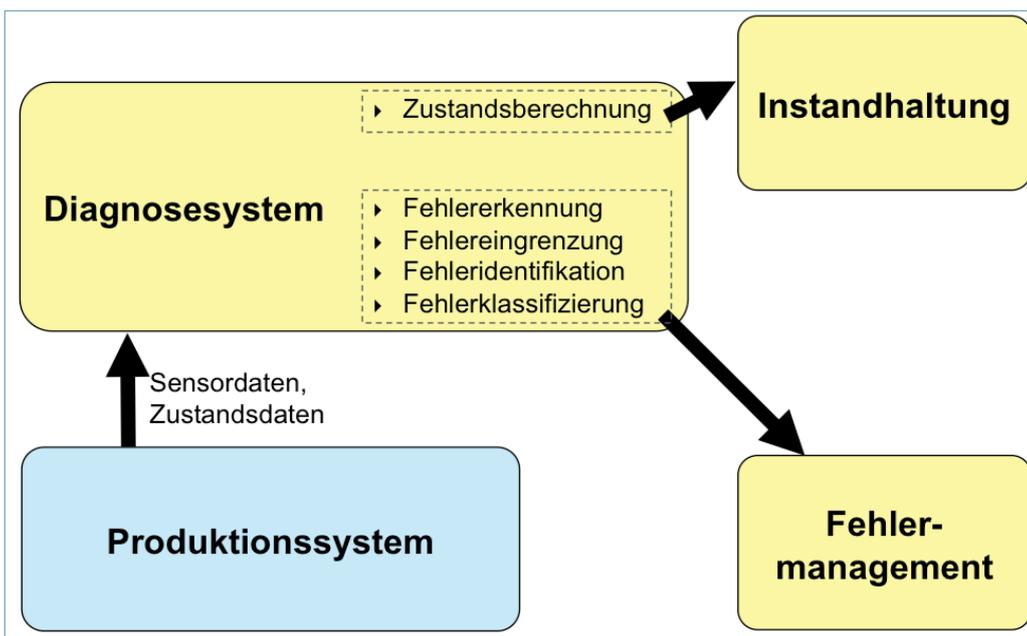
**Zusammenfassung**

Das Verbundprojekt ISUP soll mit seinem Systemansatz die Schaffung eines breit angelegten Zulieferermarktes für die UW Technik für die (deutsche) Öl- und Gasindustrie initiieren. Beispielhaft werden unterschiedlichste Problemfelder durch neueste hochspezialisierte Technologien bearbeitet und durch das Prozesskontroll- und Automatisierungssystem IMPaC-dCAS verknüpft. Durch dessen dezentrale Struktur und die breitbandige, Ethernet basierte Kommunikation wird dabei der sichere Zugriff auch durch zentral organisierte Expertenteams auf die weltweit verteilten und z.T. schwer zugänglichen Assets praktisch in Echtzeit ermöglicht.

Die Teilprojekte CControl (Fa. IMPaC) und ARPA (IPR der Universität Karlsruhe (TH)) werden im Rahmen von ISUP durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) gefördert und durch den Projektträger Jülich (PTJ) administrativ betreut.

**Die Autoren:**

Dr.-Ing. Sven Hoog und Dipl.-Ing. (FH) Hartmut Kupke, IMPaC Offshore Engineering GmbH, Hamburg  
Dipl.-Inform. Dipl.-Ing. (BA) Günther Reimann, Universität Karlsruhe (TH)



Funktionsübersicht des (Fern-) Diagnosesystems für ISUP