

Die Howaldtswerke-Deutsche Werft GmbH (HDW), in Kiel, baut die modernsten nicht-nuklearen U-Boote der Welt mit serienreifem Brennstoffzellenantrieb.

Größere Reichweite und längere Tauchzeit von U-Booten

Teststand für Lithium-Ionen-Batterien

Seit den frühen Tagen des U-Bootbaus gehört die Verlängerung der möglichen Tauchzeiten zu den wichtigsten Zielen der Forschungs- und Entwicklungsingenieure. Hierbei spielt die Energieversorgung eine ausschlaggebende Rolle. Über 100 Jahre versorgten Blei-Säure-Akkumulatoren U-Boote mit Energie. Neuere Batterietechnologien, wie die Lithium-Ionen-Akkus, stellen hier einen immensen Fortschritt dar. Sie verfügen über eine wesentlich höhere Energiedichte und ermöglichen somit längere Tauchzeiten. Bevor diese Technologie jedoch an Bord eingesetzt wird, muss sie erprobt werden. Hierzu wurde auf dem Werftgelände der Howaldtswerke-Deutsche Werft in Kiel, Deutschland, eine Testanlage errichtet, welche die elektrischen Betriebsbedingungen an Bord simuliert. Die Steuerung der Anlage sowie die Datenspeicherung für die spätere Auswertung übernimmt ein Beckhoff Embedded-PC CX1020.



Mit mehr als 2.000 Mitarbeitern am Standort Kiel steht die Howaldtswerke-Deutsche Werft GmbH (HDW), ein Unternehmen von ThyssenKrupp Marine Systems, für anspruchsvolle, hoch entwickelte Technologien und Fertigungsmethoden im Schiffbau. Die HDW ist Kompetenzzentrum für den Bau der modernsten nicht-nuklearen U-Boote der Welt. Einzigartig sind die U-Boote der Klassen 212A und 214, die mit einem außenluftunabhängigen Antrieb, auf Basis der Brennstoffzelle, ausgerüstet sind. Dieser Antrieb ermöglicht dem U-Boot eine erheblich längere Verweildauer unter Wasser. HDW ist das einzige Unternehmen der Welt, das heute einen serienreifen Brennstoffzellenantrieb anbieten kann. Unter dem Motto „Schneller, leiser, tiefer“ dienen HDW-U-Boote in 17 Marinen der Welt.

Lade- und Entladevorgänge der Lithium-Ionen-Batterie im Test

Während die Lithium-Ionen-Technologie ihr Potenzial in verschiedenen Anwendungen im zivilen Bereich unter Beweis gestellt hat, wurde sie auch für den militärischen Einsatz in Erwägung gezogen. „Vorausgegangene Untersuchungen



Jürgen Kuhn, Branchenmanager
Schiffbau, Beckhoff



Ein Batteriemodul besteht aus 23 Zellen; ein Strang aus bis zu acht Modulen. Von jeder Zelle werden Strom und Spannung erfasst und überwacht. Pro Modul existieren sechs Temperaturmessstellen.

verliefen positiv, sodass HDW sich entschloss, eine größere Testanlage aufzubauen, um den Betrieb eines U-Bootes so realistisch wie möglich zu simulieren“ erklärt Tim Sievers, Entwicklungs-Ingenieur bei HDW. „In erster Linie werden die Lade- und Entladevorgänge getestet; zusätzlich werden die Wärmeentwicklung und die Wärmeverteilung innerhalb des Batteriesystems untersucht.“

Beim Testaufbau wurde auf Flexibilität und Einfachheit gesetzt

Da nicht alle U-Boote die gleichen Batteriesysteme an Bord haben, muss jede Batteriekonfiguration getestet werden, was ein flexibles Steuerungssystem voraussetzt. Beckhoff liefert mit den EtherCAT-I/O-Komponenten und der Automatisierungssoftware TwinCAT die optimalen Voraussetzungen hierfür. In Zusammenarbeit mit Beckhoff wurde die PLC-Software erstellt und ein System geschaffen, das unterschiedliche Batteriekonfigurationen erkennt und bedient. Es kann sowohl von Hand als auch im Automatik-Modus betrieben werden.

Integrierte Sicherheitslösung

Die Automation umfasst den Embedded-PC CX1020 mit zwei Unterstationen, an denen ein Umformer und die Messwerterfassung via CAN-Bus angeschlossen sind. Ein Batteriemodul besteht aus 23 Zellen; ein Strang aus bis zu acht Modulen. Von jeder Zelle werden Strom und Spannung erfasst und überwacht. Pro Modul existieren sechs Temperaturmessstellen.

Da beim Laden und Entladen der Batterien mit Spannungen bis 800 Volt gearbeitet wird, wurde auf die Betriebssicherheit ein besonderes Augenmerk gelegt. „Mit der Beckhoff-Sicherheitslösung TwinSAFE haben wir eine Not-Stop-Funktion realisiert, welche, unabhängig von der Automation, Eingangstüren, Not-Stop-Taster, die Feldbussysteme (Watchdog), sowie Alarme der Messwerterfassung überwacht und im Notfall das Batteriesystem vom Umformer trennt“, erklärt Jürgen Kuhn, Branchenmanager Schiffbau bei Beckhoff Automation, der das Projekt betreut. Somit kann die Anlage auch über mehrere Tage und Nächte sicher betrieben werden.

Komfortable Bedienung

Nach dem Starten des CX1020 wird die Batteriekonfiguration eingelesen und es werden automatisch Grenzwerte gesetzt. Dies verhindert ein Überladen bzw. Tiefentladen der Batterie. Der Bediener kann nun manuell Lade- oder Entladewerte vorgeben. Hauptaufgabe der Anlage ist aber der Automatik-Mode. Hierzu wird eine zuvor extern erstellte Profildatei (CSV-Datei), z. B. von einem USB-Stick, eingelesen, welche Daten für mehrere Lade- und Entladezyklen beinhaltet. Die Datei stellt ein U-Boot-Fahrprofil dar, welches dann abgefahren wird, d. h. nach dem Starten des Automatik-Mode werden diese Zyklen automatisch abgearbeitet. Der Umformer erhält die Lade- bzw. Entladedaten über EtherCAT und den CAN-Bus. Die Batterie kann auf diese Weise strom- bzw. leistungs-konstant geladen und entladen werden. Dies geschieht, bis eine bestimmte Spannung erreicht oder eine definierte Zeit verstrichen ist. Auch diese Werte sind in der Profildatei enthalten.

Alle Daten, wie Zellspannungen der Batterie, Temperaturen und Umformerverwerte, werden im Abstand von beispielsweise 5 s gespeichert und in eine weitere CSV-Datei geschrieben. Diese Datei wird ebenfalls auf einem USB-Stick gespeichert und ist somit portabel auf jedem PC oder Laptop für eine spätere Auswertung verfügbar.

Übersichtliche Visualisierung

In der Visualisierung sind die aktuellen Zustände aller Batteriezellen und der peripheren Anlagen sichtbar. Zur Vereinfachung sind in der Kopfzeile die wichtigsten Daten, wie Min-Max-Werte, Alarm, Umformerverzustand etc., sichtbar. Zusätzlich wurde in der Visualisierung unter Windows CE ein Melderegister programmiert. Sollten Störungen oder Alarme auftreten sind diese dort sichtbar und nachvollziehbar. Mit dem Tool CERhost kann in einem Netzwerk die Visualisierung an jedem beliebigen Arbeitsplatz aufgerufen werden. Beckhoff lieferte mit der Hardware und Programmierunterstützung ein System, welches die Anforderungen vollständig erfüllt. „Aufgrund des großen Erfolgs der Testanlage, die seit Ende 2010 in Betrieb ist, arbeiten wir aktuell an der Einrichtung weiterer vier Teststationen“, erläutert Tim Sievers.

weitere Infos unter:

www.hdw.de