



Green Energy Automation

Powered by Fuel Cells

Die International Maritime Organization (IMO) ist die Sonderorganisation der Vereinten Nationen, die für die Sicherheit der Schifffahrt und die Verhütung der Meeres- und Luftverschmutzung durch Schiffe zuständig ist. Ihre aktuellen Entwürfe für die Ergänzung des internationalen Übereinkommens zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe (MARPOL) sehen die Kombination technischer und operativer Maßnahmen zur Verringerung der Emissionen von CO₂ und anderer Treibhausgase vor. Bis 2030 soll dieser um 40 % im Vergleich zum Jahr 2008 gesenkt werden.

Dieser herausfordernden Aufgabe hat sich thyssenkrupp Marine Systems, mit rund 6.000 Mitarbeitern eines der weltweit führenden Marineunternehmen, angenommen und eine Lösung auf Basis der Brennstoffzellentechnologie entwickelt.

Für seegehende Schiffe ist die direkte Nutzung von Wasserstoff meistens keine Option, da der Platzbedarf um den Faktor 9 höher liegt als bei Diesel. Zu LNG (Liquid Natural Gas) liegt der Faktor bei 3 (jeweils bezogen auf den gesamten Raumbedarf des Tanksystems, ggfs. mit Isolierung oder Totbereichen).

Es geht daher, wie derzeit bei der IMO diskutiert, um die Frage der Bewertung der Brennstoffe und Emissionen – lokal vs. global.

thyssenkrupp Marine Systems sieht die Aufgabe darin, eine global bilanzierte Reduzierung der Emissionen zu erreichen, am Ende CO₂ neutral oder negativ. Dazu bedarf es regenerativer Brennstoffe und sehr effizienter Energieumwandlung.

Die Brennstoffzelle mit Reformer bietet den Vorteil, in einem mechanisch schlichten System außer CO₂ keine weiteren Schadstoffe (NOX (Stickoxide), Feinstaub, PAK (Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe)) zu erzeugen. Auch einen Methanslip, bei dem das unverbrannte Treibhausgas freigesetzt wird, gibt es nicht. NOX entstehen wegen der im Vergleich zum Verbrennungsmotor geringen Betriebstemperaturen nur vernachlässigbar.

Brennstoffzellen erzeugen darüber hinaus keinerlei Vibrationen oder Schall. Als Einsatzbereiche für die Brennstoffzellen eignen sich seegehende Schiffe, Fähren und Feeder sowie große Binnenschiffe und Yachten.

Für den „proof of concept“ wurde ein Demonstrator mit 50 kWnenn, inklusive Energiespeicher konstruiert und gebaut. Er dient dem Nachweis für die Entwicklung der Sicherheitskonzepte in dieser Größenklasse, der Funktion des Prozesses und der Seetauglichkeit.

Vorteile der Energieerzeugung mit der Brennstoffzellentechnologie

Die Vorteile der Brennstoffzellen liegen in der Art der Umsetzung des Brennstoffes, im System SchIBZ® (Schiffsintegration Brennstoffzelle) vorzugsweise ein Kohlenwasserstoff. Dieser wird am Reformerkatalysator unter Beimischung von Wasser (H₂O) aus dem Abgas in ein Synthesegas gespalten.

Dieses Synthesegas rekombiniert in der Folge zu Methan (CH₄) und Wasserstoff (H₂). Überschüssiger Wasserdampf verbleibt als inerte Bestandteil im Gasgemisch. Das gebildete und der Brennstoffzelle zugeführte Gas heißt Reformat.

Durch den Charakter der Reformatumsetzung in der Brennstoffzelle

- keine oszillierenden Komponenten
- Arbeitstemperaturen unter der NOX-Entstehungstemperatur
- durch geregelte Oxidation keine Bildung von Ruß/Feinstaub

werden Schall, Vibrationen und Schadstoffemissionen vermieden. Ebenfalls sind Geruch- und Methanemissionen ausgeschlossen, im Gegensatz zu einem (Gas-)Motor.

Damit ergibt sich eine um mindestens 25 % verbesserte Treibhausgasbilanz im Vergleich zu Motoren (Wirkungsgrad ca. 40 % bei Motorgeneratoren vs. >50 % bei BZ).

Um die Anforderungen der Emissionsvorschriften einzuhalten sind bei Dieselgeneratoren verschiedene Nebenaggregate nötig, die bei Brennstoffzellen entfallen:

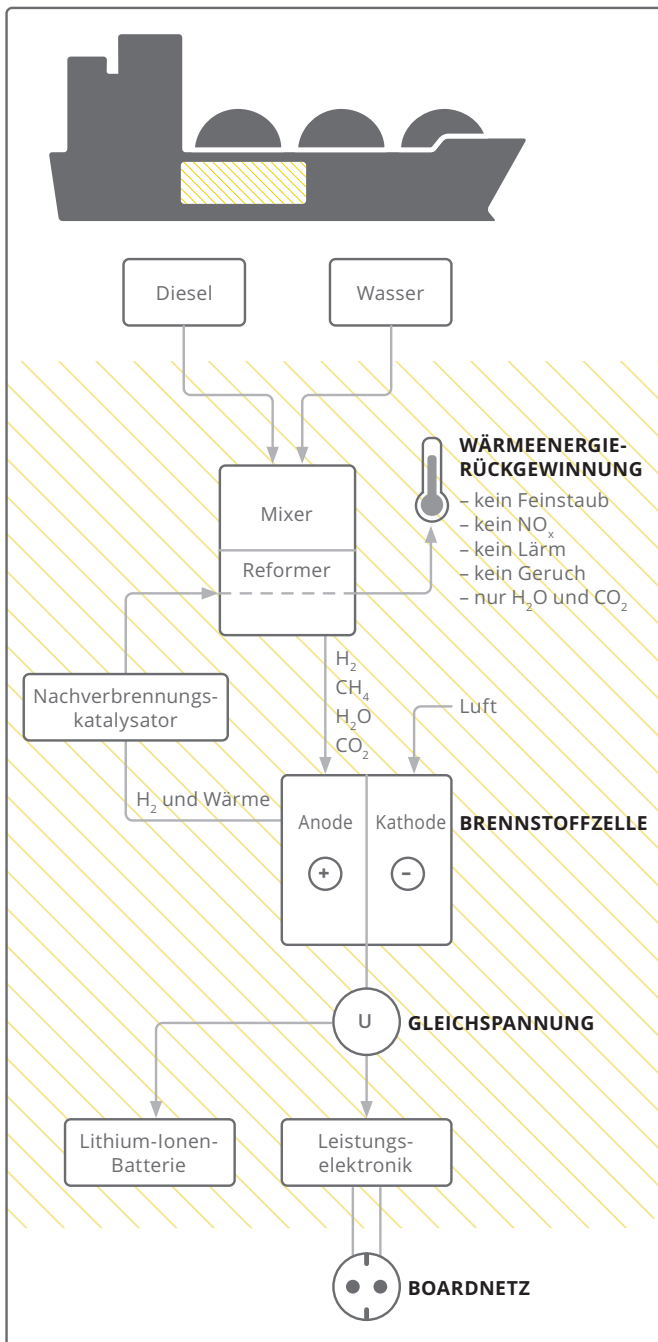
- Partikelfilter
- Katalysator
- Ggfs. Schalldämpfer
- Abgasüberwachung
- Um die Komforteigenschaften zu erreichen, zusätzlich elastische Lagerung und ggfs. Schallkapsel

In der Gesamtbilanz des Platzbedarfes ist ein Brennstoffzellenaggregat nicht bedeutend größer als ein Dieselmotoraggregat. Hinsichtlich der Lebensdauerkosten kann man davon ausgehen, dass bei einem modernen Motor mit allen Komponenten zur Reduzierung von Schadstoffemissionen die kWh Strom ca. 22 ct kostet und bei einem Brennstoffzellensystem in der Serienfertigung 26 ct.

Diese Differenz von ca. 20 % ist noch nicht bereinigt um Wartungskosten und Gebühren, die für den Betrieb eines Motorgenerators anfallen.

▼ Reformer





▼ Funktionsprinzip

Herausforderung Aggregatsteuerung

Die Automation ist dezentral und nach den bisher bestehenden Regeln der Klassifikation aufgebaut. Für die Zukunft plant Marine Systems eine integrierte Automation für das System, wahlweise mit oder ohne Energiespeicher, die auch die Sicherheitsfunktionen über den operativen Bus führt. Für den internationalen Einsatz muss das Steuerungssystem über die üblichen Schiffbauzertifizierungen wie DNV GL, BV, LR, ABS, RINA, KR, NK verfügen.

Im Gegensatz zu anderen Industrien sind integrierte Automatisierungslösungen in der Schifffahrt derzeit nicht zulässig. Hierfür wurde mit Bachmann electronic GmbH, dem Hersteller des Steuerungssystems und der Klassifikationsgesellschaft DNV GL ein Vorschlag erarbeitet, der vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur bei der IMO eingereicht wurde.

Die Umsetzung erfolgt, sobald der Vorschlag von der IMO akzeptiert wird. Das aktuelle Brennstoffzellenaggregat setzt sich aus mehreren Subsystemen zusammen, die über eigene Automatisierungskomponenten verfügen: Reformer, Brennstoffzelle und Energie-Management System jeweils mit einer Standard-Steuerung und ihrem Safety-System.

Zusätzlich wird eine übergeordnete Steuerung benötigt, die mit dem Schiff kommuniziert und die erzeugte Energie in das Bordnetz einspeist. Alle Gewerke haben ihr eigenes Steuerungssystem mit eigenem Alarmhandling und zum Teil zusätzlicher Safety-Steuerung. Die 6 Subsysteme arbeiten autark und tauschen die Daten in diesem komplexen System über Schnittstellen aus.

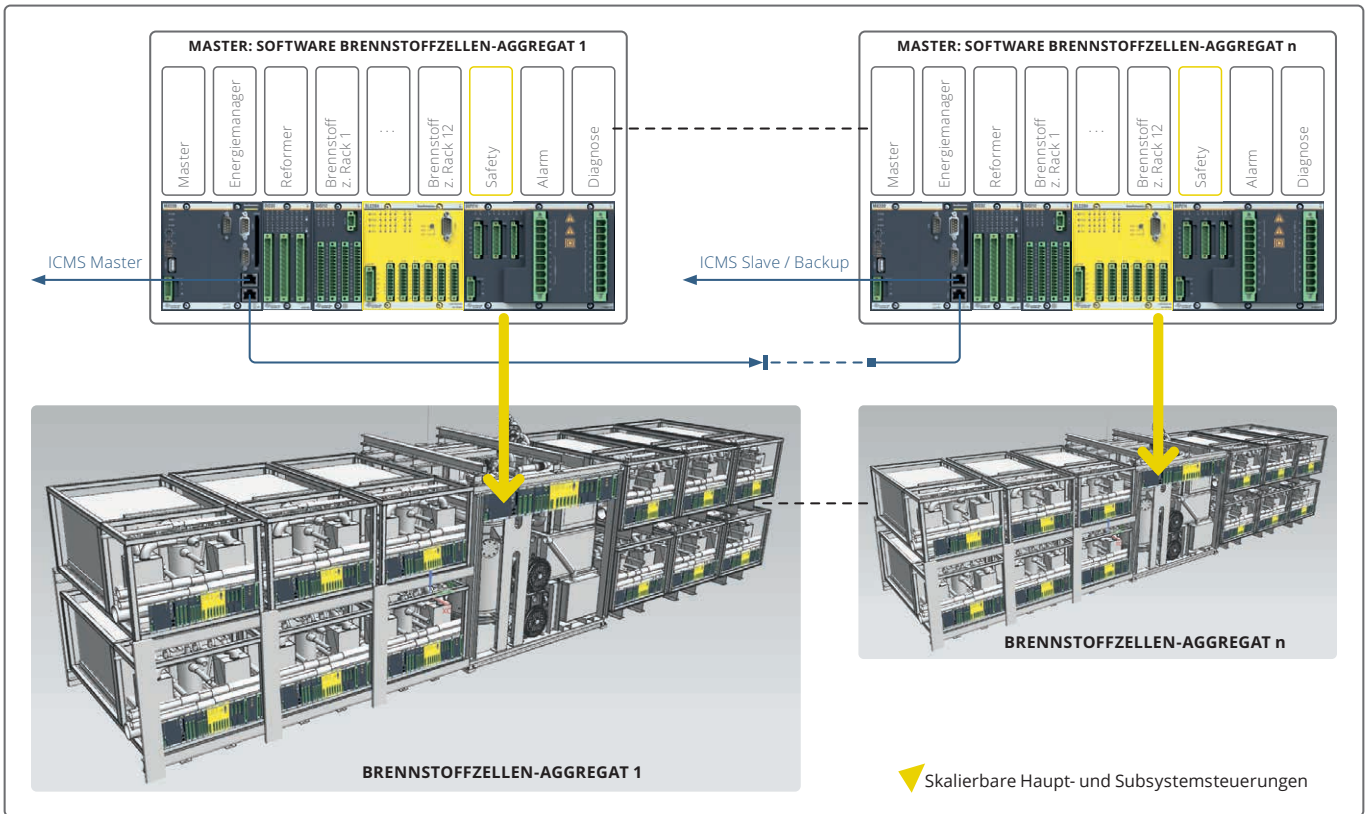
Herausforderung Applikationsprogrammierung

Die Programmierung des Energiemanagement-Systems und der übergeordneten Steuerung erfolgte auf der Bachmann M1-Steuerung und wurde in der für den Partner gewohnten Programmierumgebung „C“ ausgeführt.

Die Reformer-Applikation des Prototyps wurde auf einem modellbasierten System im Labor entwickelt und für die Anwendung auf einer SPS umprogrammiert. Hier können Fehler entstehen, deren Ursachen zu finden eine Herausforderung werden kann. Die Durchgängigkeit vom Modell bis zur Anlage ist dadurch nicht mehr garantiert.

Um für die Zukunft diese Durchgängigkeit sicher zu stellen und potenzielle Fehlerquellen zu vermeiden wurde für den Serieneinsatz eine integrierte Lösung, basierend auf der Bachmann M1 Steuerung entwickelt. Hierbei musste die Nutzung verschiedener Programmier-Tools der Akteure berücksichtigt werden. Nach außen sollte es nur ein Alarmsystem und einen Verbindungspunkt für Fernwartung für alle Gewerke geben.

Für die Softwareentwickler wichtig: die Projekte können in den gewohnten Programmierumgebungen, wie IEC 61131-3, C/C++, HTML5, MATLAB®/Simulink®, realisiert werden. Inbetriebnehmer können in einer abstrahierten Ebene über den CFC-Editor oder den Component-Manager ihre Arbeiten verrichten.

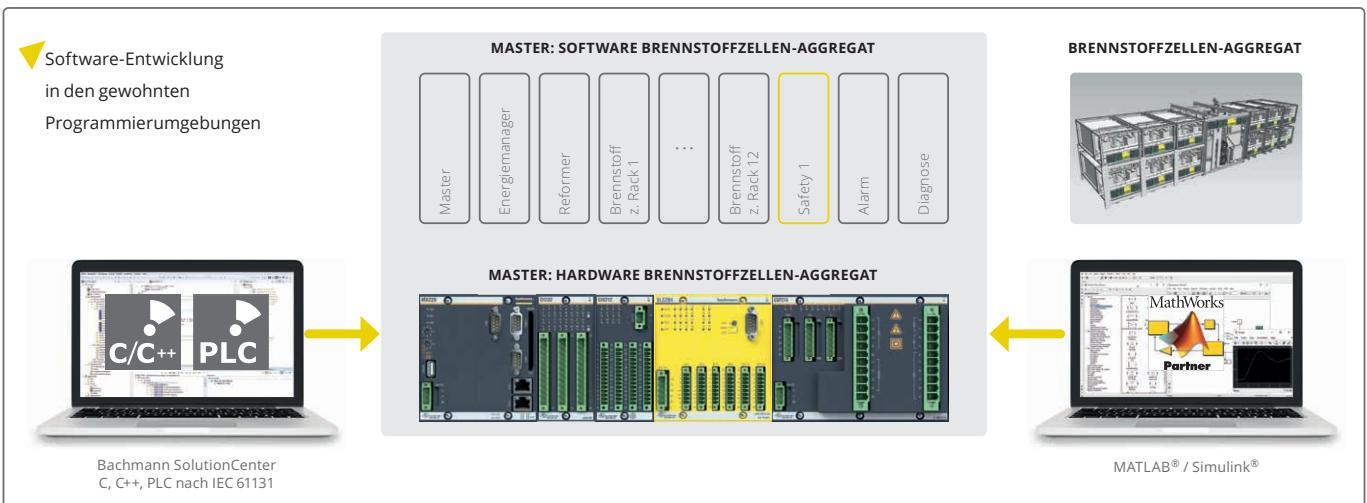


Auf der M1-Steuerung können alle Applikationen parallel abgearbeitet werden. Auch die Safety-Steuerung kann als extra Hardware-Modul integriert werden und über einen zertifizierten „Black-Channel“ die vorhandene Vernetzung tunneln und nutzen.

wird die Hardware entsprechend zentral oder dezentral erweitert, die Software-Module der Anzahl entsprechend instanziiert und der Hardware zugeordnet. Ein bereits getestetes System wird somit nur hochskaliert und kann reibungslos in Betrieb genommen werden.

Hierbei werden alle Applikationen, wie Reformer, Brennstoffzellen, Energie-Management, übergeordnetes System und Nebenaggregate von der Steuerung unabhängig voneinander ausgeführt. Soll eine Energieerzeugungseinheit in der Leistung skaliert werden, so

Vorteile einer integrierten Lösung sind, neben der erhöhten Applikationssicherheit und der Skalierbarkeit die geringere Anzahl von Schnittstellen und Kabeln. Dies reduziert den Platzbedarf in den Schaltschränken und die kostenintensive Verlegung von Kabeln.



Interview mit Keno Leites, Project Manager Fuel Cell Application, Thyssenkrupp Marine Systems

Herr Leites, Sie haben sich bei der Automatisierung schlussendlich für eine integrierte Lösung von Bachmann electronic entschieden. Welche Gründe waren hierfür ausschlaggebend?

H. Leites: Für uns wichtig war, dass der Automatisierungspartner über alle im Schiffbau notwendigen Zertifizierungen verfügt und robuste (bis +60 Grad Celsius) sowie langzeitverfügbare Produkte garantiert.

Welche Module kommen für das Projekt zum Einsatz?

H. Leites: Wir verwenden CPU-Module aus der Bachmann „MC“-Serie, die z.T. multicore-fähig sind, universelle IO-Module (GIO212), die die wichtigsten Signalarten, wie etwa Erfassung von Druck, Drehzahl und Temperatur abdecken. Dazu das ERS202 Kopfmodul für Netzwerkredundante Substationen und GSP274 zur Synchronisation und Netzanalyse.

Hinzu kommen SLC284, SDI208, SDO204, SAI205 Safety-Module zur Verarbeitung von digitalen und analogen sicherheitsgerichteten Signalen. Als Visualisierung kommt das 100%-webbasierte System atvise® zum Einsatz.

Welchen Nutzen hat die Lösung erbracht?

H. Leites: Wir haben eine Automatisierungslösung mit Bachmann erarbeitet, die es uns ermöglicht, alle Subsysteme auf einem Steu-

erungssystem zu integrieren. Wir erreichen damit eine transparente Software-Architektur mit nur einem Alarm-System und einer Hardware-Diagnose für das gesamte System sowie einfache Kommunikation zwischen den Gewerken.

Das bietet bei der Fernwartung eine Gesamtübersicht, aus der Handlungen gezielt abgeleitet werden können. Die vielfältigen Schnittstellen lassen uns unser System in unterschiedlichste Schiffsautomatisierungen integrieren.

Warum sollten Schiffseigner auf diese Form der Energieerzeugung an Bord setzen?

H. Leites: Wenn wir davon ausgehen, dass unsere Technologie in Serie produziert wird, sinkt der aktuelle Kostenvorteil von Dieselaggregaten signifikant.

Die Brennstoffzelle erzeugt genügend Energie für das Bordnetz und ist sogar ausreichend für geringen Vortrieb. Durch den verminderten Schadstoffausstoß können so z.B. Schiffe auch Häfen ansteuern, die hier auf die Einhaltung von strikten Grenzwerten achten.

Gleiches gilt für bestimmte Gewässerabschnitte, Fjorde etc. Besonders interessant also für Kreuzfahrtschiffe aber auch Handelsschiffe, die regulierte Seegebiete anfahren und die Nutzung von Hafentrom vermeiden wollen. Und die Zahl der regulierten Seegebiete wird weiter zunehmen.



MEHR ERFAHREN:

www.bachmann.info/de/branchen/maritim



KONTAKT

Burkhard Staudaker
Key Account Manager
Bachmann electronic GmbH
info@bachmann.info