

Innovation Marineschiffbau im Hause Siemens

Vorhaben, Status der Entwicklungen, Ausblick

Matthias Schulze

Anlässlich des 65. Flammersheimer Gesprächs in der Bremer Landesvertretung in Berlin wurden seitens Siemens Marine Solutions, einem Geschäftszweig der Siemens AG, Vorhaben und Trends im Hause Siemens mit Blick auf innovative Technologielösungen und Planungen hin zu möglichst modularen Ausrüstungssegmenten für den Marineschiffbau mit den vorhandenen eigenen Schlüsseltechnologien präsentiert und vorgestellt.

Siemens Marine Solutions ist als Lieferant von kundenspezifischen Einzel- und Turn-Key-Lösungen spezialisiert auf Design, Engineering, Fertigung und Inbetriebnahme von elektrischer Ausrüstung für Handelsschiffe, für Überwasser- und Unterwassermineschiffe.

Im Speziellen ist Siemens Marine Solutions Lösungsanbieter

- ▶ im Bereich elektrischer Antriebe;
- ▶ im Bereich der Energieerzeugung und Energieverteilung;
- ▶ im Bereich der Automation und des Battle Damage Controls sowie
- ▶ im Bereich von Logistiklösungen, d.h. Lösungen zur Unterstützung bzgl. Betrieb und Life Cycle Management von seegehenden Einheiten.

Innovation in Richtung »all electric ship«

Innovationskraft ist generell die Voraussetzung für unternehmerischen Erfolg, und systematisches Innovationsmanagement hat bei Siemens einen hohen Stellenwert. Rund 5,8 Milliarden Euro investiert Siemens jährlich in Forschung und Entwicklung, was derzeit

knapp sieben Prozent des weltweiten Umsatzes entspricht.

Mit Bezug auf das Thema »Innovative Technologielösungen zur Sicherung des deutschen Marineschiffbaus« muss Innovation aus Sicht von Siemens Marine Solutions im Marineschiffbau in folgenden Punkten/Aspekten ansetzen:

Weltweit werden für Überwassermineschiffe von morgen vollelektrische Schiffskonzepte entworfen, geplant und in naher Zukunft realisiert. Der Trend in Richtung »all electric ship« ist allgegenwärtig, wie auch diverse international durchgeführte Studien und auch sehr deutlich formulierte Ziele und Commitments z.B. seitens des Trendsetters US-Navy untermauern und bestätigen.

Argumente, die für das all electric ship sprechen, sind u.a.:

- ▶ Ganzheitliche Bereitstellung von elektrischer Energie für Fahrmetz, Bordnetz und Waffensysteme angesichts des ständig wachsenden Energiebedarfs an Bord;
- ▶ Höhere Flexibilität bei der Bereitstellung der elektrischen Energie durch die Kombination unterschiedlicher Prime Mover (Gasturbinengeneratoren, Diesel-GenSets, Brennstoffzellen);
- ▶ Geringerer Wartungsbedarf und höhere Zuverlässigkeit von z.B. elektrischen Antriebsmaschinen auch und vor allem bei Betrieb im Teillastbereich;
- ▶ Flexiblere Unterbringung der Antriebs- und Energieerzeugungskomponenten im Schiff.

Die Deutsche Marine, die Marinen weltweit stellen bestimmte Anforderungen an zukünftige Schiffe. Aus diesen Anforderungen erwachsen Fähigkeiten, die das Material, die Technik, das System Schiff an sich erfüllen und bringen muss.

Anforderungen, wie sie z.B. auch im Zusammenhang mit dem Thema Littoral Combat Ship in aller Munde sind, und wo Innovation der Auffassung von Siemens Marine Solutions nach ansetzen muss, werden formuliert im Hinblick auf:

- ▶ Absolute Zuverlässigkeit und ausgeprägte Redundanzen für mehr Standkraft;
- ▶ Wirtschaftlichkeit und Effizienz, Einbeziehen von Life Cycle- und Personalkosten;
- ▶ Signaturen, Verringerung der Emissionen, Schonung der Umwelt;
- ▶ Modularisierung bei gleichzeitig hohen Ansprüchen an maximale Kompaktheit.

Angesichts dieser Forderungen sind seitens der Industrie Lösungen zu erarbeiten, die als Kurzformel den Schlagworten »Availability, Reliability and Maintainability« entsprechen.

Spezifische Schlüsseltechnologien für zukünftige Überwassermarineschiffe

Aufbauend auf und resultierend aus den Ideen und Konzepten der ARGE ZAS-Marine, einem Firmenkonsortium bestehend aus zehn Firmen unter der Federführung von Siemens, das angetreten ist, visionäre und innovative Zukunftskonzepte für querschnittlich verwendbare Ausrüstungssegmente im Überwassermarineschiffbau zu konzipieren (siehe auch MF 12/03 S. 10), haben sich im Rahmen vom öAG beauftragter Machbarkeitsstudien im Zeitraum von 1999 bis 2003 bestimmte Schlüsseltechnologien der beteiligten Firmen herauskristallisiert.

Vonseiten der Firma Siemens sind dies:

- ▶ im Bereich des Antriebes die Hochtemperatur Supraleitende Technologie für leichte, kompakt bauende Motoren in Waterjet- und Pod-Anwendungen;
- ▶ im Bereich der Energieerzeugung und -verteilung die Brennstoffzellentechnologie für geräusch- und emissionsarme Energieerzeugung;
- ▶ die Hochtemperatur Supraleitende Technologie für kleine Generatoren mit hoher Leistungsdichte und Strombegrenzer zur Verbesserung der Standkraft zukünftiger Bordnetze;
- ▶ im Bereich der Automation innovative Bedienkonzepte und -ideen für ein personalsparendes Plattform-Management gekoppelt

mit einem entsprechenden Battle Damage Control System.

Vorgestellt werden sollen in diesem Beitrag im Folgenden Sachstand und Vorteile der Hochtemperatur Supraleitenden Technologie sowie der Brennstoffzellentechnologie.

Bedeutung der Hochtemperatur Supraleitung im Marineschiffbau (HTS)

»Supraleitung ist das physikalische Phänomen, dass bestimmte Materialien, die Supraleiter, unterhalb einer charakteristischen, meist sehr kleinen Temperatur T_c , sprunghaft in einen Zustand übergehen, in dem sie keinen messbaren elektrischen Widerstand mehr besitzen und damit supraleitend werden.«

Schlichte Aussage ist, dass HTS Leiter eine bis zu 50-fach höhere Stromdichte haben als Kupferleiter und damit den Bau von kompakteren und effizienteren Maschinen ermöglichen.

Durch die sehr breite Aufstellung von Siemens in der Supraleitenden Technik in der Medizin, im Bereich stationärer Anwendungen wie Transformatoren und Drosseln und im Bereich rotierender Anwendungen wie Motoren und Generatoren nimmt Siemens in

1/2, Raytheon, 4c

65. Flamersheimer Gespräch

Europa eine führende Position ein. International beschäftigen sich Unternehmen in den USA, in Japan und Korea mit dieser Technologie.

Für HTS Systeme/Maschinen wird heute gerechnet mit:

- ▶ einer Reduktion des Volumens auf bis zu 35 Prozent;
- ▶ einer Reduktion des Gewichts auf bis zu 50 Prozent und
- ▶ generell einer Verbesserung der Anlagenwirkungsgrade.

Die Aktualität des Themas Supraleitung spiegelt sich im Übrigen in der Tatsache wieder, dass der diesjährige Nobelpreis für Physik drei Forscher auszeichnet, die bahnbrechende Arbeiten in der Theorie über Supraleiter geleistet haben.

Siemens sieht in den ganzheitlich elektrischen Ausrüstungssegmenten des Antriebs und der Energieerzeugung die Zukunft und die HTS-Technologie wird hier allen heutigen Erkenntnissen zufolge eine wesentliche Rolle spielen. Elektrische Schiffshauptantriebe bestehen aus Komponenten der Energieerzeugung, der Energieverteilung und der Energieumwandlung, den Motoren. HTS-Drosseln und Transformatoren wurden bei Siemens bereits erfolgreich realisiert. Detaillierter vorgestellt werden im Folgenden die Themen HTS-Generator, HTS-Strombegrenzer und HTS-Motor als vom Siemens Schiffbau gesteuerte konkrete und praktische Aktivitäten.

HTS Generator – Kompakte Energieerzeugungsaggregate

Von 1999 bis 2001 hat Siemens bereits eine 400-kW-HTS-Synchronmaschine entwickelt und gebaut. In 2002 ist diese Maschine im Umrichterbetrieb getestet und sowohl generatorisch als auch motorisch betrieben worden. Die Maschine steht zurzeit im Systemprüfhaus von Siemens und zeigt bzgl. ihres Betriebsverhaltens überaus positive Eigenschaften z.B. im Hinblick auf Überlastfähigkeit und Stabilität am Netz.

Aufbauend auf den Erfahrungen mit dieser ersten Maschine entwickelt, konstruiert, fertigt und testet Siemens im Rahmen eines Vorhabens mit dem Titel »Elektrische Fähranlage auf Basis einer HTS-Synchronmaschine, tauglich für den Schiffs- und Offshoreeinsatz« einen HTS-Generator. Dieser Generator ist für eine Leistung von vier MW bei einer Antriebsdrehzahl von 3.600 U/min ausgelegt und liefert diese Leistung bei einer Spannung von 6,6 kV, also Mittelspannung.

Dieses Vorhaben wird im Zeitraum von Oktober 2002 bis Ende September 2005 durchgeführt. Konstruktion und Fertigung des Generators sind voraussichtlich bis Ende 2004 abgeschlossen. In 2005 wird die Testphase erfolgen.

Konkrete Kundennutzen einer solchen Maschine, weswegen sie interessant und Gewinn

bringend für den Schiffbau ist, werden in der hohen Überlastbarkeit und Stabilität, also im guten Betriebsverhalten, in dem geringeren Gewicht, dem geringeren Volumen und dem verbesserten Wirkungsgrad gesehen.

Kühlung als zentrales Thema

Die Kühlung, als zentrales Thema für HTS Maschinen, bietet im Rahmen von Vorträgen und Veröffentlichungen häufig Anlass für diverse Fragen und soll deshalb an dieser Stelle mit wenigen Worten erläutert werden.

Bereits erwähnt wurde die bei Siemens existierende 400-kW-HTS-Synchronmaschine.

Der Supraleiter, der sich im Läufer befindet, nicht im Ständer, wie man meinen könnte, muss entsprechend bei 25 K gekühlt werden. Hierzu wird flüssiges Neon verwendet, das mittels eines Rohres in den Läufer geleitet wird. Dieses passive Kühlkonzept ohne weitere Pumpen ist bei der 400-kW-Maschine seit Ende 2001 nahezu ununterbrochen und sehr erfolgreich und zuverlässig im Dauerbetrieb.

Siemens wird jedoch im Rahmen des Ende 2002 angelaufenen 4-MW-Projektes weiter an diesem Thema mit der jetzt schon erreichten Zuverlässigkeit weiterarbeiten. Ziel ist ein weiterentwickeltes, innovatives Kühlkonzept mit Pulsrohrkühler, d.h. möglichst wartungsarm, ohne Pumpen und ohne bewegliche Teile im Kaltteil, von dem der Kunde möglichst nicht merkt, dass es vorhanden ist.

Energieerzeugungsaggregate 16 MW im Vergleich

Im Zuge der bereits erwähnten Realisierbarkeitsstudien der ARGE ZAS-Marine wurden aufbauend auf den Siemens Erfahrungen mit der HTS-Technik Größenabschätzungen auch für Generatoren mit größerer Leistung betrieben, weil für zukünftige vollelektrische Schiffskonzepte natürlich auch entsprechend Energieerzeuger großer Leistung notwendig sind und weil die besonderen Vorteile der HTS-Generatoren sich insbesondere bei ho-

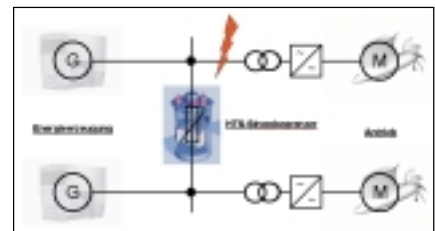
hen Drehzahlen in Kombination mit Gasturbinen zeigen, was insgesamt zu einer sehr hohen Leistungsdichte des Energieerzeugungsaggregates führt.

In der Abbildung (unten) ist grau hinterlegt ein konventioneller 16-MW-Generator mit seinen Größenangaben im Vergleich zu einem blau hinterlegten HTS-Generator bei 3.600 U/min, wie er heute prognostiziert wird, dargestellt. Aufbauend auf dem jetzt angelaufenen 4-MW-HTS-Generator-Projekt ist ein Sprung auf einen 16-MW-Generator gut vorstellbar, technisch nicht übertrieben und derzeit bei Siemens in der Planung.

Neben den bereits erwähnten Eigenschaften, wie z.B. besserer Wirkungsgrad, hohe Stabilität und sehr gute Überlastfähigkeit verspricht sich Siemens von dieser Technologie kleine bauliche Abmessungen und somit gute Möglichkeiten zur Unterbringung von gesamten Aggregaten, bestehend aus Gasturbine und Generator, innerhalb einer Abteilung.

HTS Strombegrenzer und die höhere Verfügbarkeit des Netzes

Zur Verdeutlichung von Einsatzmöglichkeit und Nutzen des Strombegrenzers dient die folgende Abbildung mit einem stark verein-



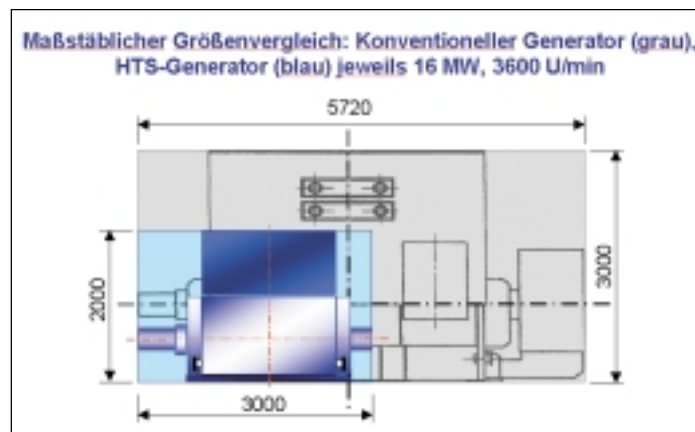
Strombegrenzer in der Energieverteilung

fachten Netz eines elektrischen Antriebes, bestehend aus Energieerzeugung, Kupplung bzw. Überleitung, Transformatoren, Umrichtereinheiten und entsprechenden Antrieben.

Im Falle eines Schadens im Gefecht oder aber auch in Friedenszeiten entstehen vielschichtige Kurzschlüsse, angedeutet an dieser

(Alle Grafiken: Autor)

Größenvergleich Generator



Schutzorganen und damit zu Spannungsausfällen führt. Lassen sich Spannungsausfälle im Bereich rotierender Maschinen vielleicht noch verkräften, im Bereich der Führungsmittel- und Waffentechnik resultieren hieraus Lageverlust und entsprechend operative Konsequenzen.

Siemens arbeitet bereits seit Jahren an dem Thema HTS-Strombegrenzer als optimale Lösung für diese Problematik. Mit ihm wird ein Spannungseinbruch mit notwendigem Wiederhochlauf der Anlagen vermieden. Von der Entwicklung ist dieser von allem, was im Rahmen dieses Beitrages vorgestellt wird, am weitesten fortgeschritten und konnte sich bereits in vielen Lifetests bewähren.

Aufbau des HTS Strombegrenzers und Kurzschlussversuche

Der Strombegrenzer besteht in seinem Kern aus einem in flüssigen Stickstoff getauchten Plattenpaket mit besonders konfigurierten Leiterbahnen, wobei im strukturellen Aufbau und Design der Leiterbahnen insbesondere das spezielle Siemens Know-how liegt.

Eigenschaften des HTS Strombegrenzers:

- ▶ Der Strombegrenzer ist in Reihe zu einem Leistungsschalter in Kupplungen und Überleitungen einzusetzen;
- ▶ Der Strombegrenzer ist selbsttriggernd, d.h., er braucht kein externes Signal;
- ▶ Der Strombegrenzer ist eigensicher, d.h. sollte der in Reihe geschaltete Leistungsschalter nicht auslösen, wirkt der Begrenzer wie eine Sicherung, wobei der Stickstoff löschend wirkt.

Ende März dieses Jahres wurden beim Institut »Prüffeld für elektrische Hochleistungstechnik« (IPH) in Berlin Tests sowohl mit heute kommerziell verfügbarer Technologie für das Abschalten eines Kurzschlusses als auch vergleichend mit dem HTS-Strombegrenzer unter real nachempfundenen Bedingungen durchgeführt.

Testbedingungen, auch im Hinblick auf Gleichspannungssysteme an Bord von U-Booten, waren: Gleichspannung von 1.000 V, Kurzschlussstrom 150 kA mit einem di/dt von 17 kA/ms.

Die durchgeführten Versuche ergaben, dass auch die konventionelle Technik funktioniert und zuverlässig abschaltete, jedoch mit folgenden Eigenschaften bzw. Konsequenzen:

- ▶ Die Zeit für das Abschalten beträgt zwischen 30 und 50 ms;
- ▶ Zusätzlich zu Effekten wie Feuersäule, akustischer Belastung und Rauchentwicklung müssen die Schaltanlagen gewartet werden;
- ▶ Die Sollsammelstelle muss ausgetauscht werden;
- ▶ Ein Wiedereinschalten direkt nach dem Abschalten des Kurzschlusses ist nicht möglich.

Die folgende Abbildung zeigt eine Mo-

mentaufnahme aus dem Versuch mit der Sollsammelstelle (konventionelle Technik).

Bei den Versuchen mit dem HTS-Strombegrenzer waren keine Effekte wie Stichflammenbildung, Lärmbelastung und Rauchent-



Sollsammelstelle beim Begrenzungsvorgang

wicklung zu beobachten. Der Strombegrenzer konnte bei diesem Versuch sehr deutlich seine Performance unter Beweis stellen. Die eingepprägten 150 kA wurden auf 2,7 kA begrenzt; die Länge des Spannungseinbruchs betrug nur 240 µs!

Zusammenfassend die Eigenschaften und Nutzen des HTS-Strombegrenzers:

- ▶ Sehr schnelles, selbstständiges Ansprechen unter 1 ms und damit schnelles Separieren der Teilnetze.
- ▶ Unmerkliche Spannungseinbrüche und Beherrschung der Kurzschlussströme.
- ▶ Selbstständiges Rückkühlen nach Abschalten.
- ▶ Innerhalb von 2 – 3 s ist ein Wiedereinschalten möglich.



Größenvergleich Waterjet-Antriebsmotoren

- ▶ Verbesserung der Standfestigkeit, des Personen- und Anlagenschutzes.
- ▶ Höhere Verfügbarkeit der Energieversorgung, Standkrafteerhöhung des Bordnetzes.
- ▶ Vereinfachtes Design neuer Netze, kein Unterschied zwischen Netzbetrieb im Friedensmarsch und Gefecht; die Überleitung kann jederzeit eingelegt bleiben.

Antriebsmotoren – Waterjetanwendung/ flexibles Design/ kompakte Abmessungen

Im Zuge der bereits erwähnten Realisierbarkeitsstudien der ARGE ZAS-Marine wur-

den seitens Siemens für den »Combined Pod and Waterjet« – Antrieb die verschiedenen Alternativen für elektrische Antriebsmotoren miteinander verglichen. Siemens ist dabei zu der Überzeugung gelangt, dass derlei Antriebskonzepte nur auf Basis der HTS-Technologie zu realisieren sind.

Zum Antriebssegment Waterjet: in der Darstellung (unten Mitte) sind schematisch angedeutet die Schiffsaußenhaut als dünne schwarze Linie, grau angedeutet die Lage des vollgetauchten Waterjets und, um Größenverhältnisse zu verdeutlichen, farbig die verschiedenen Motoralternativen konventionell mit und ohne Getriebe sowie rot der HTS-Motor.

Bestechende Merkmale der HTS-Variante sind auch hier geringes Gewicht, kompakte Bauweise, kleine Abmessungen und eine kurze Welle für eine geringe Gefährdungslänge.

Mit Blick auf eine spätere, möglichst wirtschaftliche Fertigung solcher HTS-Motoren ist ein Ziel der derzeitigen Überlegungen im Hause Siemens eine möglichst uneingeschränkte querschnittliche Verwendbarkeit des Motor-konzeptes auch für andere Anwendungen, also auch für den Pod als wesentlicher Bestandteil des vollelektrischen Antriebssegmentes COPAW.

Podanwendung/Gewicht- und Signaturoptimierung

Selbstverständlich unterscheiden sich Waterjet- und Podanwendungen bzgl. Drehzahl und Drehmoment; Ziel von Siemens ist den-

noch gerade aufgrund ähnlicher, vom Schiffsentwurf geforderter Leistungsgrößen von Pod- und Waterjetantrieb, dass sich z.B. das Design des supraleitenden Läufers sowie Elemente der Kühlung für beide Anwendungen nutzen lassen.

Grundvoraussetzung für die erfolgreiche

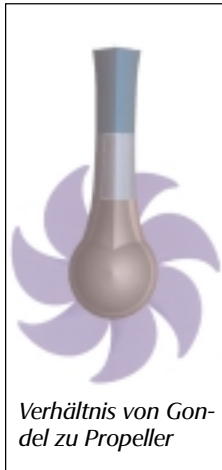
Integration eines Podantriebes in ein vollelektrisches Kampfschiff der Zukunft ist zum einen das Erreichen eines akzeptablen Gewichtes. Weitere Forderung im Sinne eines möglichst guten hydrodynamischen Wirkungsgrades ist eine möglichst schlanke Bauform des Herzstückes des Pods, des E-Motors. Beides, so die Einschätzung seitens Siemens Marine Solutions, ist auf Basis der HTS-Technologie möglich. Konkret wurde abgeschätzt, dass ein Gewicht für einen 7-MW-POD-Antrieb in HTS-Technik von 65 t möglich sein müsste. Zum Vergleich: ein 7-MW-POD-Antrieb in konventioneller Technik wiegt 125 t.

65. Flamersheimer Gespräch

Die hier gezeigte Darstellung verdeutlicht den Aspekt »Schlankheit«, d.h. das Verhältnis von Gondel zu Propeller, das erreicht werden soll. Insbesondere im Zusammenhang mit der Anwendung Pod werden folgende positive Eigenschaften eines HTS Antriebsmotors gesehen:

- ▶ geringes Gewicht als Grundvoraussetzung für die Systemintegration;
- ▶ kleine Abmessungen für optimierte Designs;
- ▶ aufgrund größerer Luftspalte eine verbesserte Schockverträglichkeit und
- ▶ aufgrund nicht vorhandener Blechzähne ein besseres akustisches Verhalten als mit bisherigen Technologien.

Die Abbildung unten zeigt die Siemens Aktivitäten bzgl. rotierender HTS-Maschinen auf der Zeitachse.



Verhältnis von Gondel zu Propeller

HTS Rotierende Maschinen Überblick und Planung

Dargestellt ist im oberen Teil die abgeschlossene Entwicklung der 400-kW-Maschine. An zweiter Stelle ist der Zeitverlauf der momentanen Entwicklung des 4-MW-Generators für zivile Schiffbau- und Offshoreapplikationen zu sehen. Darauf aufbauend ist die Entwicklung entsprechend navalisierter Generatoren mit 4 MW und 16 MW geplant. An dritter Stelle sind der Zeitverlauf und die Planungen zum Thema Pod- und Waterjetantrieb dargestellt. In diesem Segment läuft im Hause Siemens derzeit eine risikominimierende Studie zum HTS-Motor mit hohem Drehmoment, in der auf der Basis der stren-

geren Anforderungen für den Pod-Antriebsmotor die Machbarkeit verifiziert und technologische Risiken identifiziert werden.

Siemens Marine Solutions ist zusammenfassend davon überzeugt, dass bei konsequenter Fortsetzung der Entwicklung erhebliche Vorteile im Bereich Antriebslösungen, kompakte Gen Sets und Netzschutz möglich sind.

Brennstoffzellentechnologie im Marineschiffbau – Produkte und technologischer Stand

Aus den umfangreichen Entwicklungsarbeiten sowohl für stationäre als auch mobile Brennstoffzellensysteme der vergangenen Jahre sind im Hause Siemens zwei Serienprodukte entstanden:

Ein Brennstoffzellenmodul mit 34 kW Leistung, das für den Einsatz in U-Booten entwickelt wurde. Es wird mit Wasserstoff und Sauerstoff betrieben und wird eingebaut in U-Boote der Klasse 212 der deutschen und der italienischen Marine.

Ein Brennstoffzellenmodul mit 120 kW Leistung, das ebenfalls für den Einsatz in U-Booten entwickelt wurde, ausgestattet mit höherer Leistungsdichte und fast vierfacher Leistung. Es wird eingebaut in U-Boote für Südkorea und Griechenland.

Weitere maritime Brennstoffzellenanwendungen: Für eine Versuchsanlage, die in einem 20-Fuß-Container installiert wird, hat Siemens Marine Solutions von HDW Fuel Cell Systems den Auftrag über Lieferung von Luft atmenden Brennstoffzellen inklusive zugehöriger Hilfssysteme erhalten. Siemens greift hier auf Erfahrungen bei Bau und Erprobung eines Stadtbusses mit Luft atmenden Brennstoffzellen zurück und verwendet neben den Brennstoffzellenmodulen auch einen Teil der Geräte, die ehemals dort eingesetzt waren.

Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass Siemens über eine erhebliche Expertise und Erfahrung zur Brennstoffzellentechnologie verfügt.

Signaturarme und umweltfreundliche Energieversorgung – Vorteile Luft atmender Brennstoffzellen

Aus dem Betrieb speziell von Luft atmenden Brennstoffzellen als signaturarme und umweltfreundliche Energieerzeugeraggregate an Bord von zukünftigen Überwassermarinetafahrfahrzeugen erwachsen aus Sicht von Siemens deutliche Vorteile, was ein Blick auf die heutige Situation und auf zukünftige Trends signalisiert.

Es wird prognostiziert, dass das Abgeben von Dieselmotor- und Gasturbinenabgasen an die Atmosphäre in Häfen, Fjorden etc. in Zukunft immer mehr durch sehr hohe Emissionsauflagen, die zu kostenintensiven Maßnahmen an Bord führen können, erschwert oder sogar verboten wird.

In vielen überseeischen Häfen und Stützpunkten stehen Strom-Landanschlüsse nicht zur Verfügung, sodass notwendigerweise die Bordstromversorgung mit den heutigen bordeigenen, geräuscherzeugenden Stromerzeugungsanlagen – rund um die Uhr – erfolgen muss, woraus Geräusch-, Abgas- und Vibrationsbelastigungen in der Nähe von Dieselmotoren z.B. folgen. Gleiches gilt für das Liegen vor Anker.

Bis 2006 hat sich Siemens als Ziel die Konzeption, Entwicklung und Konstruktion eines Energieerzeugungsaggregates auf Basis Luft atmender Brennstoffzellen bis 600 kW mit reiner Wasserstoffversorgung gesteckt.

Für die Zukunft sieht Siemens in der Entwicklung von Luft atmenden Brennstoffzellen höherer Leistung als Energiequelle für geräusch- und emissionsarme Fahr- und Bordnetzanlagen ein mögliches Ziel.

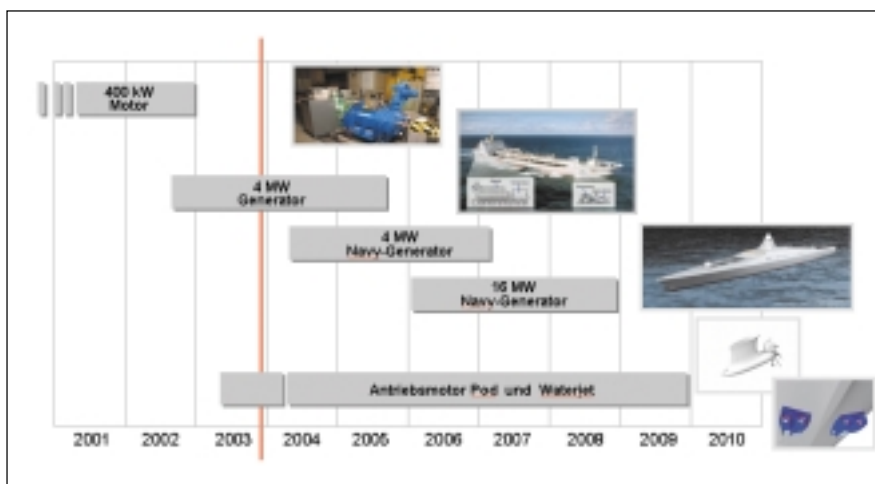
Innovation bei Siemens Marine Solutions/Zusammenfassung und Zielsetzungen

Siemens Marine Solutions legt gegenwärtig seinen Fokus auf zukünftige Entwicklungen auf den Gebieten:

- ▶ der Schiffsantriebe auf Basis der HTS-Technologie;
- ▶ der Energieerzeugung auf der Basis der HTS-Technologie;
- ▶ der Energieerzeugung auf der Basis der Luft atmenden Brennstoffzellentechnologie;
- ▶ der Energieverteilungsnetze auf der Basis der HTS-Technologie (Strombegrenzer).

Ziele von Siemens Marine Solutions als nationaler und internationaler Partner für die Ausrüstung zukünftiger Überwassermarineschiffe in der Gesamtheit oder für Teilsegmente sind:

- ▶ Ganzheitliche Betrachtung zukünftiger Ausrüstungssegmente auf Basis der HTS- und Brennstoffzellentechnologie;
- ▶ Risiko-/Kostenminimierung für optimalen Kundennutzen;



Rotierende Maschinen/Überblick/Planung

- Modularer Einsatz der Ausrüstungssegmente auf Marinefahrzeugen unterschiedlicher Größe.

Die Tür zur Zukunft ist offen!

Siemens arbeitet an den aufgezeigten Entwicklungen und ist bereit, diese Entwicklungen auch in Zukunft für Überwasser- und Unterwassermarineschiffe weiter voranzutreiben.

Die Zukunft hat damit bei Siemens Marine Solutions bereits begonnen. Zusammen mit anderen Industriefirmen der ARGE ZAS-Marine wurde eine Tür zur innovativen deutschen Marineteknik geöffnet. Auch innerhalb der vom BMVg geplanten und begleiteten ICOG Studien ist die HTS-Technologie als Thema vorgesehen, und Siemens ist bereit, hierbei mitzuwirken.

Hierzu bedarf es jedoch einiger Grundvoraussetzungen: Das politische Umfeld muss



Brennstoffzellenmodule



klare Signale in Richtung deutsche Industrie zur Fortführung der Marineaktivitäten senden. Die Bedarfssignale vom Markt müssen eindeutiger werden. Und eine gemeinsame Interessenlage sowohl national als auch

international sollte vorhanden sein, sodass auch innovative Lösungsansätze mit neuen Technologien im Rahmen zukünftiger Überwassermarineschiffsprojekte eine Chance haben und akzeptiert werden.