

Ob 90 Jahre reichen werden?

Zur Elektrifizierung von Schiffen im regionalen Betrieb

Die Verwendung von elektrischen Antriebssystemen bei Schiffen mit klar definiertem und eingegrenztem Fahrtbereich scheint leicht möglich zu sein. Als technische Lösung ist dabei nicht das Äquivalent zum Hafenkran mit großer Kabeltrommel gemeint, denn das würde dem großen Freiheitsgrad eines Schiffes nicht gerecht werden. Der Kran ist schließlich an seine Schienen gebunden, was beim Schiff üblicherweise nicht zutrifft.

Das oft gewünschte „Wireless Power Supply“ z. B. über elektrisch leitendes Wasser wäre auch sehr abstrakt und nicht für alle Lebewesen gut verträglich. Zudem könnte es zu mehr Wasserdampf und damit erhöhter Nebelbildung über den Wasserflächen kommen, was für den sicheren Betrieb der Schiffe nicht von Vorteil ist ...

Elektrische Fahrmotoren mit einem Energiespeicher, so wie wir es bereits von Landfahrzeugen kennen, wäre der generelle technische Lösungsansatz. Die bestehenden, mit Dieselmotoren angetriebenen Wasserfahrzeuge gilt es also, im Rahmen von Neubauvorhaben durch eine elektrifizierte Variante zu ersetzen.

Die Umrüstung bestehender Schiffe zum reinen Elektroantrieb gestaltet sich schwieriger. Es wäre meistens ohne Änderungen der Geometrie am Rumpf nicht sinnvoll möglich. Denn unabhängig von der Antriebsform muss ein Schiff in der Lage sein, zu schwimmen. Gewicht und Auftrieb befinden sich im Gleichgewicht. Diese Erkenntnis hat Archimedes gut 200 Jahre vor Christus, also vor mehr als 2.200 Jahren. Es haben sich seitdem auf der Welt viele Dinge verändert, die Grundlagen gelten aber immer noch – auch für die, die sie nicht verstanden haben.

Ein neues Schiff, das ein bisher dieselgetriebenes Schiff für Arbeiten an der Infrastruktur eines Hafens ersetzen soll, wird künftig anders aussehen.

Im Vergleich zu dem mit Dieselmotor betriebenen Schiff wird bei einer rein elektrisch angetriebenen Variante das Leerschiffsgewicht von bisher gut 30 Tonnen auf knapp 60 Tonnen ansteigen. Die Einsatzdauer und auch andere Leistungsdaten des rein elektrischen Schiffes werden dann den Daten des Schiffes mit Dieselmotor entsprechen. Bei einer täglichen Einsatzdauer von acht Stunden wird es nach dem heutigen Stand der Technik eine Ladezeit von 12 Stunden benötigen, um wieder einsatzfähig zu sein. Eine ausreichende Ladeinfrastruktur mit 2x 70 kW Anschlussleistung ist dabei Voraussetzung.

Diese Vergleichsdaten beziehen sich auf ein Schiff mit 80 kW Antriebsleistung. Wenn die Antriebsleistung und die gewünschte Reichweite größer werden, dann entsteht schnell eine Situation, bei der keine Batterie als 1:1 Ersatz für die Dieselmotoren möglich ist.

Im Vergleich zum Verkehr an Land oder in der Luft gibt es bei Schiffen noch eine große Besonderheit: Schiffe fahren an der Grenzschicht zwischen zwei Medien, dem Wasser und der Luft. Dadurch entstehen Oberflächenwellen. Land und Luftfahrzeuge kennen das nicht, es sei denn, sie schieben bei einer Vollbremsung die Teerdecke zusammen.

Die beiden Medien Wasser und Luft unterscheiden sich sehr stark in ihrer spezifischen Dichte. Der Unterschied hat den Faktor Tausend, weshalb es bei Schiffen sehr viel sinnvoller ist, sich um den im Wasser befindlichen Teil zu kümmern. Alles, was in der Luft ist, kann angesichts dieses großen Unterschiedes vernachlässigt werden.

Die physikalische Besonderheit mit der Oberflächenwelle und der großen Dichte von Wasser führt zu dem Fazit, dass kleinere Schiffe mit kleiner Schiffsgeschwindigkeit bei regional begrenztem Fahrtgebiet geeignet sind, eine elektrische Antriebsform zu bekommen. Bei größerem Energiebedarf werden mehr Komponenten für die Energiebereitstellung an Bord nötig sein. Neben den Batterien sind vielleicht eine Brennstoffzelle oder ein Kolbenmotor erforderlich. Dabei ist die Prognose für die Wahl des zukünftig verwendeten Kraftstoffs derzeit noch völlig offen. Es gibt eine große Diskrepanz zwischen möglichen, gewünschten und verfügbaren Kraftstoffarten.

An diesem Punkt existiert für die Schiffe bislang keine eindeutige Vorlage aus anderen Bereichen der Antriebstechnik.

Die Dampfmaschine und auch der Dieselmotor waren zu Beginn nicht für Schiffe entwickelt worden. Erst die Erfolge an Land führten zur Anwendung und Weiterentwicklung auf Schiffen. Die Verbrennungsmotoren hatten das Potential, den Energiebedarf von Schiffen hinsichtlich des Gewichts, der Baugröße, der Handhabung und der Kosten zu decken. Die elektrische Antriebsform kann das nicht. Es ist daher im Moment ungewiss, welche Lösung zukunftsfähig ist. Es bleibt bei größeren Leistungsbedarfen nach heutigem Stand der Technik nur die Kompromisslösung, ein elektrisch angetriebenes Schiff mit unterstützendem Dieselgenerator zu planen. Das wäre ähnlich zu den ersten Schiffen mit einer Dampfmaschine, die zusätzlich noch eine Besegelung hatten. Die direkte Nutzung von Solar- und Windenergie können heute weitere Maßnahmen zur Reduzierung des CO² Ausstoßes bei Schiffen sein. Eine komplette Deckung des Energiebedarfs wird aber auch damit derzeit nicht erreicht.

Den Effizienz-Vergleich zwischen dem konventionellen Schiff mit einem Antriebspropeller, der direkt vom Dieselmotor angetrieben wird, und einer möglichen alternativen Antriebsform verliert bei dem aktuellen Entwicklungsstand jeder alternative Antrieb. Ganzheitlich betrachtet sind Energieverbrauch, Kosten, Handhabung und Ausfallsicherheit gegenüber konventionellen Antrieben noch stark im Nachteil. Die Defizite bei der Handhabung und Ausfallsicherheit werden sich mit einem gesellschaftlichen Wandel ändern. Die Kosten sind sehr stark von Angebot und Nachfrage geprägt. Eine Standardtechnologie ist generell günstiger als eine Sonderform. Wenn die Antriebstechnik für ein Schiff von anderen Industrielösungen abgeleitet werden kann, was bei kleinen Schiffen möglich ist, dann ist die Technik für Schiffe anwendbar. Allerdings gibt es derzeit nicht für alle bestehenden Schiffe Ersatzlösungen für die Dieselmotoren. Realistisch betrachtet muss man darauf hinweisen, dass es bei einem Verzicht auf den Dieselmotor heute für einige Schiffstypen keinen äquivalenten Ersatz geben wird.

Die Entwicklung von Schiffen mit Dieselmotoren hat einen Zeitraum von etwa 100 Jahren hinter sich und es wird heute eine sehr hohe Effizienz mit diesen Antriebskonzepten erreicht. Die Entwicklung und der Einsatz von alternativen Antriebskonzepten bei Schiffen werden

hingegen erst seit gut zehn Jahren betrieben. Viele technische Dinge beim Schiffsentwurf fangen an, sich zu wiederholen. Etwa der Versuch, beim Rumpf Gewicht einzusparen oder schnelle Schiffe mit Unterwasser Tragflächen auszustatten. Das gab es auch alles in der Entwicklungsphase der Schiffe mit Dieselmotoren und führte zum neuen Schiffbaumaterial Aluminium. Heute wäre es vielleicht Kohlefaser.

Ein fairer Vergleich der alternativen Technik zum Dieselmotor bei Schiffen ist demnach wohl erst in etwa 90 Jahren möglich. Dabei unterscheidet sich die Motivation für die Entwicklungsleistung vom Dieselmotor zur alternativen Technik dadurch, dass es beim Dieselmotor ausschließlich wirtschaftliche Gründe für den Fortschritt gab. Die alternativen Techniken hingegen entstehen vorrangig aufgrund von Regulierungsmaßnahmen. Diese Art der Motivation ist sehr viel schwächer und verlangsamt die Umsetzung von Entwicklungsergebnissen.

Also – sind wir zum Scheitern verdammt oder werden 90 Jahre am Ende vielleicht gar nicht ausreichen?

Dipl.-Ing. Knut-Michael Buchalle
Geschäftsführer S.M.I.L.E. Engineering GmbH



Bild 1:

Wasserschutzpolizeiboot: Lässt sich so mit alternativer Antriebstechnik nicht mehr bauen



Bild 2:
TRISCHEN: Ein elektrisch angetriebenes Schiff mit Hilfe von Dieselgeneratoren



Bild 3:
HOOGE: Heute noch ein rein Diesel betriebenes Schiff