

Der dieselelektrische Antrieb als umweltschonende Perspektive für Hochseeyachten?

Die Dieselmotoren auf Regattaschiffen haben eines gemeinsam: Sie kommen selten auf die erforderliche Betriebstemperatur, um einen umweltschonenden und effizienten Einsatz zu erreichen. Kurze Manöver im Hafen oder vielleicht eine halbstündige Anfahrt zur Bahn, das war's dann auch schon. Für viele Eigner ist der kühle Joker allerdings kein Thema, eine Tankfüllung reicht für die Saison. Wenig anders ist die Situation auf Langstreckenrennen, hier kommt noch das Aufladen der Batterien hinzu, meist 1-2 Stunden pro Tag, an denen der Diesel bei ca. 1000 Umdrehungen fast lastfrei läuft. Die Einspritzer benötigen aber eine Belastung von ca. 50% ihrer potentiellen Leistung, um richtig warm zu werden. Unterhalb der geplanten Betriebstemperatur können die Abgasemissionen bis zu 50-fach höher ausfallen und der effektive Treibstoffverbrauch wird sich etwa verdoppeln.

Interessant ist, dass diese Problematik sogar bei reduzierter Marschfahrt über größere Distanzen bei glattem Wasser auftaucht: Da unsere Yachten i.d.R. kein Getriebe haben, muss die Maschine relativ hoch drehen, um auf den gewünschten Speed von beispielsweise 70% der Rumpfgeschwindigkeit zu kommen. Wenn eine Maschine so ausgelegt ist, dass sie bei Volllast knapp die Rumpfgeschwindigkeit erreicht, dreht sie vielleicht mit 3000 Umdrehungen. Etwa proportional muss sie 2100 Umdrehungen für 70% der Rumpfgeschwindigkeit leisten, wird aber nur mit 20-30% belastet. Denn der Verdränger-Rumpfwiderstand steigt etwa quadratisch mit zunehmender Geschwindigkeit an, je näher sich die Yacht der Rumpfgeschwindigkeit nähert, um so überproportionaler wächst der Energiebedarf. Die aufgrund des fehlenden Mehrganggetriebes entstehende "Light Load" Situation bei reduzierter Fahrt ist auch für den Diesel selbst schädlich, die schlechte Verbrennung führt zu "Verglasungen" und anderen Rückständen im Motor.



Inshallah VI

Im Gegensatz zum Dieselmotor liefert ein Elektromotor über den gesamten Drehzahlbereich ein konstantes Drehmoment. Bei niedriger Drehzahl kann so eine sehr hohe Schubkraft zur Verfügung stehen. Andererseits ist eine hohe Drehzahl mit wenig Energieaufwand möglich. Das Prinzip des dieselelektrischen Antriebes basiert darauf, dass wie bei einer E-Lokomotive der Schiffspropeller nur von einem Elektromotor angetrieben wird, der seinen Strom von einem Dieselgenerator erhält. Es ist offensichtlich, dass bei der Umwandlung von Diesel in Strom und dann in Antriebsenergie Verluste entstehen müssen, doch wiegen die Effizienzvorteile des dieselelektrischen Antriebes diese Verluste vielfach auf. Denn der E-Motor fordert bei der gewünschten Bootsgeschwindigkeit bei entsprechender Propellerdrehzahl genau nur die benötigte Leistung an, die der Dieselgenerator seinerseits in dem optimalen Verhältnis zwischen Belastung und Drehzahl liefern kann. Die Drehzahl des Diesels ist also völlig unabhängig von der Bootsgeschwindigkeit und ersetzt somit ein Getriebe. Bei 6,5 kts Marschfahrt im Nordostsee Kanal dreht der Generator vielleicht mit 1500 Umdrehungen anstelle 2500. Auch Dieselloks haben kein Getriebe, die konstante Motordrehzahl beim Anfahren im Bahnhof ist ein typisches Merkmal für das Prinzip.

Als Puffer ist es auf einer Yacht zudem sinnvoll, Batterien dazwischen zu schalten. Und zwar um so sinnvoller, je mehr Energie pro Gewicht, Volumen und Kosten in der Batterie gespeichert werden kann. Im

Rahmen der Entwicklung von Hybridantrieben für Autos werden hier intensive Forschungen betrieben, ein Weg sind die aus Notebooks bekannten Lithium -Ionen Akkus. Es ist realistisch, in naher Zukunft 100 Seemeilen bei 7 Knoten nur mit Batteriestrom zu "motoren". Und typische Hafenmanöver (morgens um 6 Uhr) sind heute schon mit einer überschaubaren Erweiterung der Batteriekapazität ohne Diesel umwelt- und lärmschonend möglich, an der Technik des Ladens mit Landstrom ändert sich nichts. Unterschreitet dabei der Ladezustand der Batterien einen eingestellten Wert, springt der Generator automatisch an.

Einsatzfähige Systeme für Yachten bis 13 Meter arbeiten mit 48-Volt Elektromotoren, d.h., man kann beispielsweise 4 gängige 12-Volt Batterien hintereinanderschalten. Das größere Gewicht dieser Akkus wird kompensiert, da Generator und Elektromotor zusammen viel leichter sind als ein typischer Diesel mit Getriebe. Leichter auch deshalb, weil die Leistung des Elektromotors deutlich niedriger ausgelegt werden kann als beim Diesel. Denn hier müssen Reserven bei niedrigen Drehzahlen eingerechnet werden, etwa für ein Motoren gegenan bei schlechtem Wetter. Will man nicht Vollgas geben, um das notwendige Drehmoment zu erreichen (es sein denn, Schiff und Besatzung sind sehr robust), fehlt bei niedrigen Drehzahlen des Propellers (=langsamere Fahrt) dem eigentlich richtig ausgelegten Diesel dann die Kraft. Nicht so beim E-Motor: Das volle Drehmoment steht auch bei langsamer Fahrt immer zur Verfügung, der Generator hingegen arbeitet in dieser Gegenan-Situation dann unter Volllast. Schwer zu verstehen, weil man davon ausgeht, dass der Propeller im Wasser sich doch immer gleichschnell dreht. Falsch, bei einem langsam laufenden Diesel geht die Drehzahl in einer Welle "hörbar" zurück.

Aus diesem Grunde werden heute die Maschinen für Segelyachten mit 3-4 KW pro Tonne Verdrängung ausgelegt, bei einem dieselektrischen Antrieb genügen hingegen 2 KW/ 1t. Besonders für Regattayachten ist dabei interessant, dass der leichte E-Motor an der optimalen Position im Rumpf montiert werden kann, Batterien und Generator hingegen völlig unabhängig (und gut schallgedämmt) beispielsweise im Gewichtsschwerpunkt. In Verbindung mit der elektrischen Bordversorgung kommt als interessanter Nebeneffekt hinzu, anstelle der typischen Lichtmaschine mit vielleicht 40 Ampere (0,5 KW) jetzt einen Generator zu haben, der z.B. das 20fache mit 10 KW leistet. Es ist einleuchtend, dass sich die täglichen Ladezeiten auf See so auf einen Bruchteil reduzieren lassen, sofern die Batterien für diese hohen Ladeströme ausgelegt sind. Auf See ohne Motoreinsatz hat man mit dem DE-Konzept dann Strom im Überfluss.

Aus meiner Sicht sind die Vorteile des DE- Antriebes für Yachten so einleuchtend, dass man sich fragen muss, warum man sie heute nicht schon überall antrifft. Vermutlich liegt dies an den höheren Investitionskosten, auch ist die Technik an Bord insgesamt komplexer, für mich der Knackpunkt. Alles, was komplex ist, geht auch gerne kaputt, auf der anderen Seite staune ich, was heute an Technik in die Schiffe verbaut wird, um die Service- Firmen besser auszulasten. Die große Chance für den Yachtsport sehe ich aber in den intensiven Entwicklungen der Automobilindustrie für die Hybridantriebe, die in absehbarer Zeit auch Yachten kostengünstig zur Verfügung stehen. Dann ist der Diesellärm nur noch für den Notfall oder längere Distanzen bei Flaute zu ertragen. Aus der Sicht eines Seglers. Weitere Informationen im Internet z.B. unter den Stichworten: DE Antriebe Yachten.

Volker Andreae