

Pod Drives – Pros and Cons

Friedrich Mewis

Der Autor:

Dipl.-Ing. Friedrich Mewis ist Leiter der Abteilung Widerstand und Propulsion in der
Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt GmbH (HSVA)

Bramfelderstrasse 164, D-22305 Hamburg, Germany

Tel. +49-40-69203-0, Fax +49-40-69203-345, E-mail: mewis@hsva.de, Internet: <http://www.hsva.de>

1. Einleitung

Als im Jahr 1990 das Hilfsschiff "Seiti" mit einem elektrischen Aussenbordantrieb (heute: Pod-Drive) der finnischen Firma Azipod als alleiniges Antriebsorgan ausgestattet wurde, ahnte wohl niemand, dass dieses neue Antriebsorgan innerhalb von nur 10 Jahren einen Siegeszug antreten würde, der fast vergleichbar mit der Einführung des Dieselmotors für den Schiffsbetrieb werden sollte. Die installierte Leistung von nur 1.5 MW war durchaus bescheiden und die Installation ist besonders deshalb bemerkenswert, weil es zu diesem Zeitpunkt mechanische Azimuth-Antriebe gab (z.B. von der Firma Schottel), die ausreichend geprüft, mit höherem Wirkungsgrad und auch deutlich billiger waren.

Innerhalb von nur 10 Jahren hat sich der Pod-Drive bei einigen Schiffstypen fast absolut durchgesetzt und bei einigen nicht oder noch nicht. Warum das so ist wird schnell klar, wenn man die „Pros and Cons“ einmal gründlich analysiert und wertet. Da eine rein wissenschaftliche Wertung schwierig ist, wurde eine Bewertung der „Pros and Cons“ auf der Basis der Erfahrungen der Pod-Hersteller, Nutzer und Betreiber und nicht zuletzt der HSVA versucht. Das Ergebnis der Arbeit ist überraschend klar. Das liegt sicher auch daran, dass alle europäischen Pod-Hersteller freundlicherweise mit der Lieferung von Daten, Bildern und Hinweisen zu der vorliegenden Arbeit beigetragen haben, wofür ich sehr dankbar bin.

Die Darlegung erhebt keinen Anspruch auf absolute Vollständigkeit und sicher gibt es auch Interpretationsspielraum bei der Bewertung der einzelnen „Pros and Cons“.

2. Definition

Der Pod-Drive unterscheidet sich von den herkömmlichen Antrieben durch zwei Merkmale:

- Der elektrische Antriebs-Motor ist innerhalb eines Gehäuses (Pod) untergebracht, das ausserhalb des Schiffskörpers liegt.
- Die gesamte Einheit ist voll (360°) drehbar (azimuthing).



The Azipod unit incorporates an electric AC motor, located inside the pod.

Abb.1 Definition Pod-Drive / AZIPOD (aus [1])

3. Geschichte

Die Geschichte der Pod-Drives beginnt natürlich nicht mit der Installation des ersten Pod-Drives in das Hilfsschiff „Seiti“, sie beginnt viel früher, vielleicht bei der Ausarbeitung des deutschen Patents Nr. 2,714,866 durch F.W. Pleuger, das mit dem Datum vom 9. August 1955 in das Patentregister eingetragen ist, aber 1951 bereits eingereicht wurde. Wie so oft, patentiert ein Erfinder zu früh und kann die Früchte seiner Arbeit nicht mehr ernten.

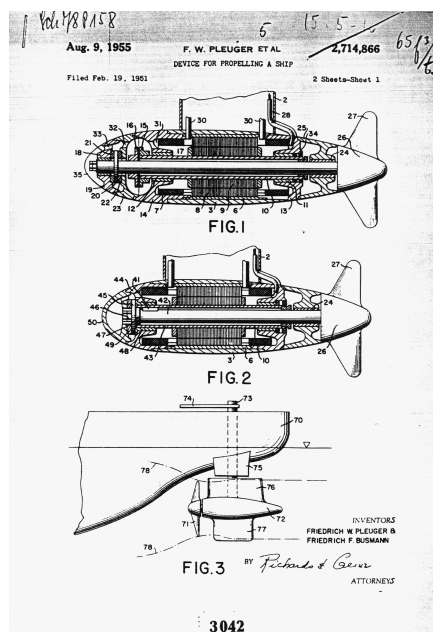


Abb. 2 Patentschrift von F.W. Pleuger, 1955

Um so bemerkenswerter ist die Arbeit der kleinen finnischen Firma „Azipod“, die in den 80er und 90er Jahren den grössten Teil der Entwicklungsarbeit geleistet hat und letztendlich den Einsatz ermöglicht und durchgesetzt hat. Inzwischen haben drei weitere europäische Firmen Pod-Drives entwickelt, die in der nachfolgenden Tabelle 1 zusammengestellt sind; die Zahlen haben einen aktuellen Stand vom April 2001.

Europäische Pod-Drives			
1.	Azipod	Azipod/ABB	
	bis zu 20 MW bisher gebaut,	42 installiert	3 336 MW
		79 bestellt	3 999 MW
2.	Mermaid	KAMEWA/Cegeleg	
	bis zu 21 MW bisher gebaut,	18 installiert	3 187 MW
		30 bestellt	3 363 MW
3.	SSP	Schottel/Siemens	
	bis zu 11 MW bisher gebaut,	3 installiert	3 26 MW
		5 bestellt	3 66 MW
4.	Dolphin	Lips/STN	
		bis heute keine Installation	
		2 bestellt	3 14MW

Tabelle 1 Übersicht über europäische Pod-Drive-Installationen
Aussereuropäische Pod-Drive-Installationen sind dem Verfasser nicht bekannt.

Die Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Entwicklungen der Pod-Drives.

1955	Pleuger Patent			
Year	Supplier	Typ	Name	Power [MW]
1990	Azipod	Service Vessel	Seiti	1 x 1.5
1993	Azipod	Arctic Prod. Tanker	Uikku	1 x 11.4
1996	Azipod	Cruise Vessel	Elation	2 x 14.0
1998	Azipod	Cruise Vessel	Voyager of the Seas	3 x 14.0
1999	Azipod	Cruise Vessel	Costa Atlantica	2 x 17.6
2000	Mermaid	Cruise Vessel	Millennium	2 x 21.0
2001	Azipod	Cruise Vessel	Radiance of the Seas	2 x 20.0

Tabelle 2 Entwicklungsgeschichte der Pod-Drives

Es sind in zeitlicher Reihenfolge die Schiffe aufgeführt, die jeweils die größten installierten Leistungen der Pod-Drives markiert haben.

Die Abbildung 3 zeigt das neueste Schiff der Jos. L. Meyer-Werft, Papenburg, das Kreuzfahrtschiff „Radiance of the Seas“, das mit zwei Azipod-Einheiten von je 20 MW ausgestattet ist.



Abb. 3 Kreuzfahrtschiff „Radiance of the Seas“
Antrieb mit Azipod 2 x 20 MW

In der Abbildung 4 sind die **Azipod**-Einheiten der „Radiance of the Seas“ im Baudock wiedergegeben. Die Backbordeinheit (im Vordergrund) ist um 180° gedreht, die Steuerbord-Einheit ist in der Arbeitsstellung bei Vorausfahrt, mit ziehendem Propeller also.

Die Hauptdaten dieser Einheit sind:

- | | |
|--|---------|
| ▪ Leistung am Propeller | 20 MW |
| ▪ Länge über alles | 11.40 m |
| ▪ Nabendurchmesser | 2.85 m |
| ▪ Propellerdurchmesser | 5.80 m |
| ▪ Masse/Gewicht
der drehbaren Einheit | 207 t |



Abb. 4 Kreuzfahrtschiff "Radiance of the Seas"
2 Azipod-Einheiten, je 20 MW

Die Abbildung 5 zeigt die Installation von 2 **Mermaid's** im Kreuzfahrtschiff „Millennium“ der französischen Werft „Chantiers de l’Atlantique“. Die installierte Leistung ist 2 x 21 MW. Die Hauptabmessungen sind der oben erwähnten Azipod-Einheit sehr ähnlich. Die Propeller sind vorn (ziehend) angeordnet.

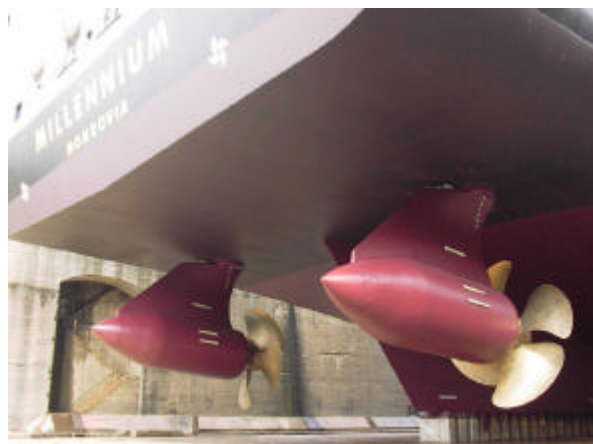


Abb. 5 Kreuzfahrtschiff "Millennium"

Antrieb mit Mermaid 2 x 21 MW

Abbildung 6 zeigt das HSVA-Modell 4099 der „Millennium“ mit den Pod-Modellen im Massstab 1:25.



Abb. 6 Kreuzfahrtschiff „Millennium“
HSVA-Modell im Massstab 1:25

Die **SSP**-Entwicklung unterscheidet sich wesentlich von allen anderen; SSP benutzt 2 Propeller, einen vor und einen hinter dem Pod-Gehäuse. Die Propeller drehen in gleichem Sinn, beide sind auf der durchgehenden Welle fixiert. Die Abbildung 7 zeigt die erste Installation von zwei SSP-Einheiten mit je 11 MW an der Fähre „Nils Holgersson“ der SSW Bremerhaven. Die Propellerdurchmesser sind 4.50 m.



Abb. 7 Fähre „Nils Holgersson“
Antrieb mit SSP 2 x 11 MW

Die **Dolphin**-Entwicklung ist bisher nicht in der Grossausführung realisiert. Die Firma STN hat aber die Unterzeichnung eines Kontraktes mit der italienischen Mariotti-Werft über die

Installation von 2 Einheiten von je 7 MW für das Fährschiff „Seven Seas Voyager“ im Jahr 2002 gemeldet. In der Abbildung 8 ist eine Zeichnung dazu wiedergegeben.

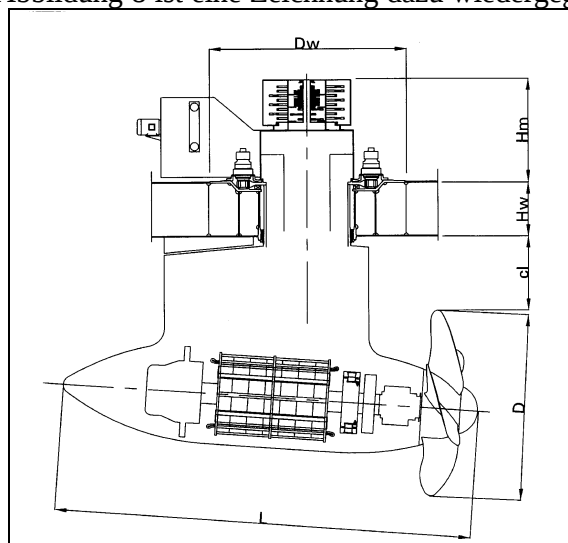


Abb. 8 Dolphin-Pod, 2 x 7 MW
für das Fährschiff „Seven Seas Voyager“

Die größte bisher installierte Einheit hat also eine Leistung von 21 MW. Von Azipod und Mermaid sind Einheiten bis zu 32 MW in Vorbereitung, die auch in absehbarer Zeit eingesetzt werden sollen.

Pod-Drives werden z. Zt. vor allem bei Kreuzfahrtschiffen, Fähren, Hilfsschiffen, Eisbrechern und Produktentankern eingesetzt. Über Sinn und Chancen weiterer Anwendungen wird im Absatz 8 „Pros and Cons“ dieses Beitrages diskutiert.

4. Einschränkungen bis jetzt

In der Tabelle 3 wird ein Überblick über den augenblicklichen Stand gegeben:

	Pod-Drives		Alle Anderen
	bisher installiert	in Vorbereitung	bisher installiert
Maximale Leistung je Einheit	21 MW	32 MW	68 MW
Maximale mögliche Geschwindigkeit	26 kn	30 kn	>40 kn
Maximal realisierter Propeller-Durchmesser	6 m	8 m	11 m

Tabelle 3 Augenblicklicher Entwicklungsstand von Pod-Drives und anderen Antrieben

Die Zahlen aus Tabelle 3 machen deutlich, dass Pod-Drives für sehr schnelle Schiffe ($V > 30$ kn) und für Schiffe mit sehr grossem Leistungsbedarf z. Zt. noch nicht geeignet sind. Insbesondere eine weitere wesentliche Steigerung der maximalen Geschwindigkeit ist schwierig,

weil die relativ grossen Pod-Gehäuse Kavitationsprobleme bekommen und auch der Vorteil der sehr guten Manövrierfähigkeit durch die ungeheuren Steuerkräfte sich teilweise ins Gegenteil umkehrt. Aber Lösungen sind durchaus möglich.

5. Pod-spezifische Vorteile

5.1 Hohe Manövrierfähigkeit

Die hohe Manövrierfähigkeit der Pod-betriebenen Schiffe zählt zweifellos zu den Hauptvorteilen der Pod-Antriebe. Durch die Drehbarkeit der gesamten Antriebsanlage steht der volle Schub in alle Richtungen zur Verfügung, so dass praktisch jedes Schiffsmanöver mit dem Heck aus eigener Kraft ausgeführt werden kann. Heckstrahlruder sind nicht mehr erforderlich. Ein gutes Beispiel für die Wirksamkeit der Pod-Antriebe ist die Überführung der „Radiance of the Seas“ nach ihrer Fertigstellung in der Papenburger Jos. L. Meyer Werft durch die Ems nach Emshaven. Sie wurde rückwärts (!) erfolgreich und in Rekordzeit durch die engen Fahrwasser manövriert.

Die Kursstetigkeit wird durch Pod-Antriebe nicht negativ beeinflusst. Bei kursstabilitätsgefährdeten Schiffen sollten jedoch Modellversuche oder Berechnungen vor dem Schiffbau durchgeführt werden, denn verbessert wird die Kursstabilität durch Pod's nicht. Drehkreise von Pod-getriebenen Schiffen sind deutlich kleiner. Jegliche Hafenmanöver sind wesentlich besser auszuführen. Beim Notstopmanöver lässt sich das Schiff im Unterschied zu allen anderen Antrieben steuern.

Bei Geschwindigkeiten über 26 kn tritt ein neues Problem auf, die Ruderkräfte der angestellten Pods werden zu gross, eine Abhilfe könnten Flossen am hinteren Pod-Ende sein, die bei schneller Fahrt nur allein zum Steuern benutzt werden, während die Pod-Einheiten bei hohen Geschwindigkeiten fixiert sind.

5.2 Geringes Geräuschniveau

Das geringe Geräuschniveau an Pod-betriebenen Schiffen hat mehrere Ursachen. Bei Zweischraubern mit ziehenden Propellern, die ausschliesslich angewendet werden, strömt in den Propeller ein nahezu ungestörtes Nachstromfeld des Schiffes ein, wodurch die propellerinduzierten Druckimpulse und damit die Vibrationen im Schiff beträchtlich sinken. Der Pod-Körper hinter dem Propeller wirkt ausserdem beruhigend auf den Nachlauf der Nabe, sofern Kavitationsgrenzen nicht überschritten werden.

Im Zusammenhang mit Gasturbinen als Hauptantriebe in Kreuzfahrtschiffen ist durch dieses niedrige Geräuschniveau ein neues „Problem“ aufgetreten. Das Schiff ist den Passagieren zu ruhig, Abhilfe lässt sich sicher schaffen.

5.3 Mehr Platz für bezahlte Fracht

Bei einem diesel-elektrischen Antrieb kann die Antriebsmaschine im Schiff frei angeordnet werden, sie kann dort stehen, wo sie aus Gewichts- und Raumgründen am besten angeordnet ist. Dadurch wird Platz für mehr bezahlte Ladung geschaffen. Ausserdem kann das Hinterschiff meist eine günstigere Form erhalten, weil der Motor nicht im hinteren Teil „umbaut“ werden muss.

Gallin u. a. [2] haben 2000 in einer sehr gründlichen Untersuchung nachgewiesen, dass der Vorteil von mehr bezahlten Lademetern für RoRo-Fähren alle eventuellen Nachteile überwiegt. Das gilt auch für Kreuzfahrtschiffe und Massengutfrachter.

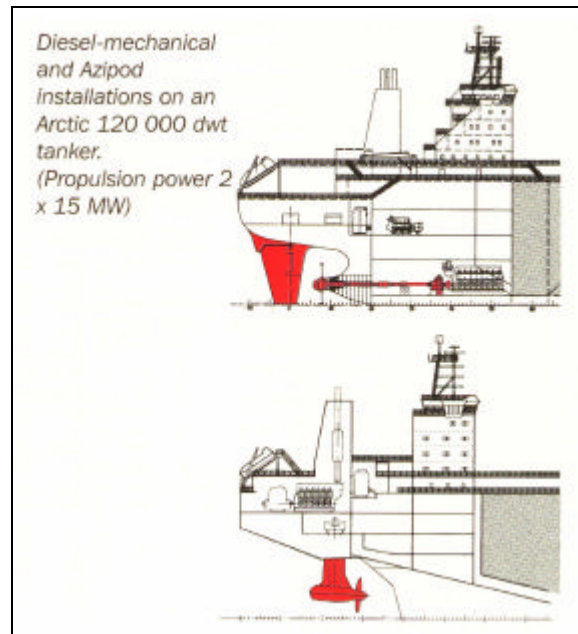


Abb. 9 Anordnung der Antriebsanlage, herkömmlich und Pod-Antrieb für einen Tanker (aus [1])

5.4 Kleine Fahrtgeschwindigkeiten möglich

Durch den diesel-elektrischen Antrieb sind für Pod-betriebene Schiffe kleine Geschwindigkeiten überhaupt kein Problem, während direkt angetriebene diesel-mechanische Antriebe wegen der notwendigen Mindestdrehzahl des Motors erheblichen Einschränkungen unterliegen, die zu erhöhtem Schlepperbedarf bei Revierfahrt führen.

5.5 Höheres Leistungsangebot für Schiffe mit hohem Energiebedarf bei kleinen Geschwindigkeiten (Hilfsschiffe)

Diesel-elektrisch betriebenen Schiffen – und somit allen Pod-Schiffen – die einen hohen Bord-Energiebedarf bei kleinen Geschwindigkeiten haben, steht die volle Leistung der Hauptmaschine für diesen Zweck zur Verfügung. Dadurch werden Hilfsmaschinen eingespart. Dieser Vorteil gilt natürlich für alle diesel-elektrisch angetriebenen Schiffe, ebenso wie der geringere Maschinenverschleiss und niedrigere SO_x - und NO_x -Belastungen der Umwelt.

5.6 Der Arbeitsaufwand beim Schiffbau kann geringer sein

Der Arbeitsaufwand für die Installation der Antriebsanlage wird zumindest bei Zweischraubern von den Werften als deutlich geringer angegeben. Im Zusammenhang mit den nicht mehr erforderlichen Heckstrahlrudern entsteht eine nennenswerte Kostenreduzierung.

5.7 Geeignet als Zusatzantrieb (Booster)

Pod-Drives sind hervorragend geeignet, um als sogenannte „Booster-Drives“ nachträglich an vorhandenen Schiffen installiert zu werden, um die Geschwindigkeit zu erhöhen. Sie könnten auch geeignet sein, um z.B. sehr grosse Containerschiffe (>9000 TEU) auf die erforderliche Geschwindigkeit von über 25 Knoten zu bringen, für die noch keine direkt wirkende Antriebsmaschine vorhanden ist.

5.8 Eisbrecher: Wegspülen des Eises möglich („Eiswaschen“)

Eisbrecher können den Vorteil der Drehfähigkeit der Antriebe zum Wegspülen des Eises, dem sogenannten Eiswaschen, nutzen, was für diesen Schiffstyp ein nicht unerheblicher Vorteil ist.

6. Pod-spezifische Nachteile/Bedingungen

6.1 Diesel-elektrischer Antrieb ist erforderlich

Wie unter 5. erwähnt, ergeben sich für Schiffe, die ohnehin diesel-elektrisch angetrieben werden, eigentlich nur weitere Vorteile. Muss ein Schiff allein wegen der Pod-Antriebe diesel-elektrisch betrieben werden, entsteht ein zusätzlicher Leistungsverlust von 3% bis 6% der Antriebsleistung, bzw. ein Mehrverbrauch von 3% bis 6%.

6.2 Das Motor-Drehmoment ist begrenzt, dadurch ist kein optimaler Propeller möglich

Der begrenzte Durchmesser des Elektromotors im Pod-Gehäuse - ein Gehäusedurchmesser von etwas weniger als 50% des Propellerdurchmessers hat sich als Optimum herausgestellt - führt zu einer Begrenzung des Motordrehmomentes, also des Propellerdrehmomentes. Dadurch wird eine höhere Drehzahl erforderlich, die einen optimalen Propellerdurchmesser nicht zulässt. Verluste von einigen Prozenten gegenüber einem Antrieb mit kleinerer Drehzahl und grösserem Propeller können die Folge sein.

6.3 Der Preis für Pod-Drives ist deutlich höher als für herkömmliche Antriebe

Der Preis für Pod-Drives ist z. Zt. noch deutlich höher als für konventionelle diesel-mechanische Antriebsanlagen. Auch der Wegfall von Heckstrahlanlagen und z. B. Wellenböcken und Wellenleitungen bei Zweischraubern kompensiert den höheren Preis nicht.

7. Effektivität der Propulsion

Um die Frage der hydrodynamischen Effektivität von Pod-Antrieben wurde in den vergangenen 10 Jahren viel diskutiert und einige Behauptungen haben dazu geführt, dass insbesondere über diesen Punkt keine allgemeine Klarheit besteht. Eine Feststellung möchte ich diesem Kapitel vorausstellen: Die Propulsionseffektivität, oder der Gesamtwirkungsgrad der Propulsion, ist bei Pod-Antrieben im allgemeinen kleiner als bei zu vergleichenden herkömmlichen Antriebsanlagen. Es zählt jedoch nicht allein der Wirkungsgrad, sondern die aufzuwendende Leistung, und die kann bei Pod-Antrieben durchaus kleiner sein.

Doch zunächst zum Wirkungsgrad:

Ein Vergleich des Wirkungsgrades von verschiedenen Propulsionssystemen ist nur möglich, wenn man die Systemwirkungsgrade miteinander vergleicht. Aus diesem Grunde sollte man das System Propeller mit Pod mit dem System Propeller mit Ruder vergleichen; zunächst mit dem gleichen Propeller. In der HSVA wurden in diesem Zusammenhang eine Reihe von Freifahrtversuchen durchgeführt, deren Ergebnisse auszugsweise in den Abbildungen 10 und 11 wiedergegeben sind. Es sind unkorrigierte Versuchsergebnisse dargestellt, die Reynoldszahlen sind ausreichend gross. Die Wirkungsgrade der Grossausführung sind noch etwas höher, der Unterschied bleibt jedoch bestehen.

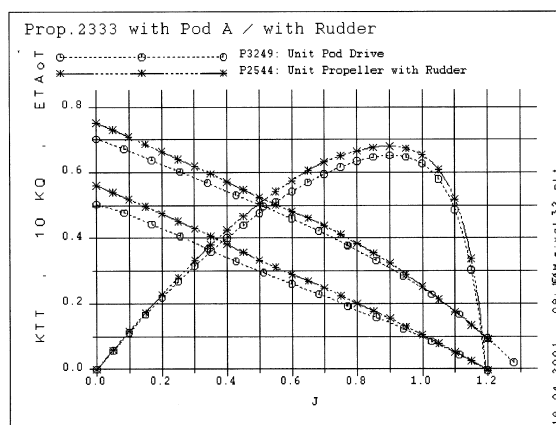


Abb. 10 Freifahrtcharakteristika
Pod-Drive; Propeller mit Ruder

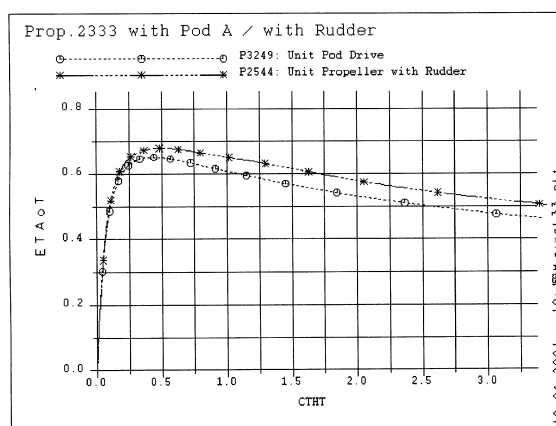


Abb. 11 Vergleich Wirkungsgrad über Schubbelastungsgrad
Pod-Drive; Propeller mit Ruder

Die Abbildungen zeigen eindeutig niedrigere Wirkungsgrade für das Pod-System. Bei $C_{THT} = 0.5$, dem ungefähren Arbeitspunkt dieses Systems, verringert sich der Wirkungsgrad η_{0T} von 0.680 auf 0.645, d.h. es wird mit dem Pod-System etwa 5% mehr Leistung gebraucht, um den gleichen Schub zu erzeugen. Dieser Vergleich ist richtig für Schiffe die z. B. wegen Tiefgangsbegrenzungen keine grösseren Propeller für herkömmliche Anlagen als die Pod-Propeller installieren können, also z. B. die meisten Kreuzfahrtschiffe. Wenn grössere Propel-

ler installiert werden könnten, kommt ein weiterer Verlust durch den nicht optimalen Propeller gemäss Absatz 6.2 hinzu, dessen Grösse vom Einzelfall abhängig ist.

Für Zweischraubenschiffe mit Pod-Drives sind trotz des niedrigeren Systemwirkungsgrades geringere Leistungen erforderlich als mit vergleichbaren herkömmlichen Antrieben, die Wellenleitungen, Wellenböcke und Wellenbocknaben besitzen. Und das liegt allein daran, dass der oben erwähnte Verlust der Effektivität geringer ist als der Gewinn der durch den fehlenden Widerstand der Anhänge entsteht.

Einschrauber dagegen benötigen mit einem Pod-Antrieb meist eine höhere Leistung, andererseits kann gerade bei Einschraubern die Hinterschiffsform für Pods deutlich günstiger gestaltet werden, so dass der Verlust verringert wird.

Bei Zweischraubenschiffen ist eine „Pod-gemässe“ Gestaltung des Hinterschiffes eigentlich auf den Wegfall der Anhänge beschränkt, alle anderen Entwicklungen waren wenig erfolgreich.

Zum Schluss dieses Kapitels noch ein Wort zu den Unterschieden der Wirkungsgrade zwischen den uns bekannten Pod-Drives. In der HSVA ist neben vielen anderen Projekten mit Pod-Antrieben ein Projekt untersucht worden, an dem alle vier europäischen Pod-Hersteller beteiligt waren. Aus Gründen der Vertraulichkeit können keine Vergleichszahlen genannt werden. Zwei Ergebnisse sind jedoch erwähnenswert:

- Die Unterschiede sind geringer als von manchen behauptet und
- die Güte des Propellerentwurfs hat einen sehr grossen Einfluss auf das Gesamtergebnis.

8. „Pros and Cons“, Versuch einer Bewertung

Eine rein wissenschaftliche Bewertung der Vorteile und Nachteile von Pod-Drives ist ausserordentlich schwierig und vielleicht auch nicht erforderlich. Die Tatsache von immer mehr Installationen, trotz mancher technischer Schwierigkeiten, sprechen für die Pod-Drives und deren Entwickler und Hersteller.

Im folgenden wird der Versuch einer Bewertung der Vor- und Nachteile vorgenommen, um herauszufinden, für welche Schiffe und Schiffstypen Pod-Drives überhaupt geeignet sind. Die einzelnen Vor- und Nachteile werden mit bis zu +6 Punkten für sehr grosse Vorteile und bis zu –6 Punkten für sehr grosse Nachteile bewertet. Die gewählten Ziffern sind nicht absolut und lassen sicherlich Modifikationsspielraum. Das Gesamtergebnis ist aber doch überraschend klar.

In Tabelle 4 sind die Bewertungen für einige wichtige Schiffstypen zusammengefasst, für die Pods offensichtlich geeignet sind.

Judgement for some Ship Types

	Characteristic	Advantage/ Disadvantage	Cruise Liner	RoRo- Passenger	Bulk/Tanker		Supply Vessel	Ice- breaker	Summary
			Twin	Twin	Single	Twin	Twin	Twin / 3	
1	azimuthing	manoeuvrability	+4	+4	+2	+2	+4	+4	+20
2	low vibration	low noise level	+4	+3		+1	+1		+9
3	free engine location	more pay load	+5	+6	+4	+4	+2	+2	+23
4	low rpm possi- ble	low speeds possible	+1	+1	+3	+1	+1		+7
5	full power available	power manage- ment			+1	+1	+3	+1	+6
6	man-power	capital costs	+1	+1		+1	+1	+1	+5
7	suited as booster drive	increase in speed	+2	+2	+2			+1	+7
8	propulsion efficiency	power require- ment	+1	+1	-2	+1	+1	+1	+3
9	diesel electric system required	losses of 3-6% power			-3	-3			-6
10	< 20 MW per unit	limitation in power			(-) (-)				
11	speed < 26 kts	limitation in speed		-2					-2
12	price	capital costs	-5	-6	-4	-6	-6	-6	-33
13		specific advan- tage				+3*		+3**	+6
14	Summary		+13	+10	+3	+5	+7	+7	+45

* redundancy

** ice breaking by propeller wash and ice milling

Tabelle 4 Wertung der “Pros and Cons” für einige Schiffstypen

Ganz besonders häufig wird die Frage nach der Eignung von Pod-Drives für Containerschiffe gestellt. Hier zeigt die Bewertung, dass für sehr kleine Containerschiffe/Feederschiffe Pods durchaus einen Sinn machen können; im Bereich mittelgrosser Einschrauber macht ein Pod-Antrieb zur Zeit keinen Sinn, die Nachteile überwiegen. Für sehr grosse Containerschiffe (>9000 TEU) könnte der Pod als vorübergehend notwendiger Zusatzantrieb erforderlich sein, bis die Motorenentwickler den Schritt zur erforderlichen Motorengrösse geschafft haben.

Judgement for Container Ships

	Available Power ê		Less than 20 MW			Less than 40 MW		> 40 MW	Summary
	Container Capacity ê		<1000 TEU	<3000 TEU		<6000 TEU		> 6000 TEU	
	Characteristic	Advantage/Disadvantage	Single Screw	Single Screw	Twin	Single	Twin	Single	
1	azimuthing	manoeuvrability	+4	+2	+2	+1	+1	+1	+11
2	low vibration	low noise level	+1	+1	+2	+1	+2	+1	+8
3	free engine location	more pay load	+2	+2	+2	+1	+1	+1	+9
4	low rpm possible	low speeds possible	+1	+1	+1	+2	+2	+2	+9
5	full power available	power management							0
6	man-power	capital costs			+1		+1		+2
7	suited as booster drive	increase in speed				+2		+2	+4
8	propulsion efficiency	power requirement	-2	-2	-4	-2	-4	-2	-16
9	diesel electric system required	losses of 3-6% power	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-18
10	< 20 MW per unit	limitation in power				K.o.-criterion*		K.o.-criterion*	
11	speed < 26 kts	limitation in speed				-2		-2	-4
12	price	capital costs	-4	-4	-6	-4	-6	-4	-28
13		specific advantage							0
14	Summary		-1	-3	-5	not possible*	-6	not possible*	X

* not possible as main engine alone

Tabelle 5 Wertung der “Pros and Cons” für Containerschiffe

Die Zusammenfassung der Wertungen der „Pros and Cons“ ergibt für die betrachteten Schiffstypen das folgende Bild:

Pod-Drives sind als alleiniger Antrieb

sehr gut geeignet für

Kreuzfahrtschiffe, Zweischauber
RoRo-Passagierfähren, Zweischauber, V < 30 kn
Eisbrecher

gut geeignet für

Hilfsschiffe
Bulkter, Tanker, Einschrauber und Zweischauber

wenig geeignet für

Containerschiffe, Einschrauber bis 3000 TEU

nicht gut geeignet für

Containerschiffe, Zweischauber, 1000 – 6000 TEU

überhaupt nicht geeignet für

Containerschiffe, Einschrauber, > 3000 TEU

(als Zusatzantrieb möglich)

Die Vor- und Nachteile der Pod-Drives sortiert nach ihrer Wichtigkeit ergibt die nachstehende Reihenfolge:

Vorteile:

1. Mehr Platz für bezahlte Fracht
2. Bessere Manövrierfähigkeit
3. Geringeres Geräuschniveau
4. Kleine Fahrtgeschwindigkeiten sind möglich
5. Geeignet als Zusatzantrieb (Booster)
6. Geringerer Arbeitsaufwand beim Schiffbau
7. Höheres Leistungsangebot bei Schiffen mit hohem Energiebedarf bei kleinen Geschwindigkeiten

Nachteile:

1. Deutlich höherer Preis
2. Leistungsverlust durch diesel-elektrischen Antrieb
3. Verlust durch geringere Propulsionseffektivität

Diese Wertung ist jedoch von Schiffstyp zu Schiffstyp verschieden, wie Tabelle 4 und 5 zeigen.

8. Literatur

- [1] Prospekt der Firma ABB Azipod Oy, „Azimuthing Electric Propulsion Drive“, 1998
- [2] C. Gallin, C. van Haaren, R. Reuter: „Podded Drives: Benefits & Costs in RoRo Application“, 54. STG-Fachausschusssitzung, Hamburg 13.09.2000 (unveröffentlicht).
- [3] F. Mewis, „Podded Drives im Vormarsch“, Schiff und Hafen, 11/98

Bilder und Zahlenangaben von Pod-Herstellern und Werften.