

Dr. Wagner's contribution

Ein Beitrag zur virtuellen 3rd INTERACTION 2017

von Klaus Wagner, Rostock, Juni 2017

Zum ersten Mal begegnete mir Prof. Schmiechen nur namentlich in den siebziger Jahren in einem Artikel über seine Überlegungen zu einer rationalen Propulsionstheorie in den 'Forschungsheften für Schiffstechnik', den ich leider in meinem Archiv nicht mehr auffinden kann. Ich weiß aber noch, dass ich diese Veröffentlichung mit Skepsis und Unverständnis wieder zur Seite gelegt habe, da ihr Inhalt so gar nicht meiner traditionellen Denkweise entsprach.

Persönlich lernte ich Prof. Schmiechen 1991 auf dem zweiten internationalen Workshop zur rationalen Theorie der Schiff-Propeller-Wechselwirkung '2nd INTERACTION' in Berlin kennen. Hier habe ich wohl 'Feuer gefangen' und begonnen, mich ernsthaft in dessen Gedankenwelt einzuarbeiten. Das war nicht ganz einfach, aber es hat sich gelohnt.

Was erschwert den Zugang?

Prof. Schmiechen hat, obwohl er im Rahmen der ITTC selbst an der Standardisierung der Begriffe und Symbole lange mitgearbeitet hat, für seine Propulsionstheorie eine eigene, von der traditionellen abweichende Sprache entwickelt und im File 'Concepts, symbols and conventions' dokumentiert (mod_1_symb_rev5.pdf). Diese ist in sich konsistent und logisch, aber ungewohnt. Insbesondere die Doppelindizierung schafft Verständnisprobleme. Eine Gegenüberstellung zu den gebräuchlichen ITTC-Begriffen und Symbolen – soweit dies möglich ist – wäre nützlich.

In den Berechnungsbeispielen – dargestellt in den diversen Files für die Analyse traditioneller und 'quasistationärer' Messungen – verwendet Prof. Schmiechen die Programmiersprache Mathcad. Diese ist nicht jedem geläufig. Ich habe für meine Berechnungen die Formeln erst in die übliche Schreibweise 'übersetzen' müssen.

Einen relativ einfach lesbaren Zugang zur Propulsionstheorie nach Prof. Schmiechen findet man in dessen dreibändigen *opus magnum* ('Newtons Principia revisited') im Volume 3 im Kapitel 23 'Propulsion mechanics'. Bedauerlicher Weise ist dieses sehr interessante Kapitel bisher nicht als einzelne Broschüre erschienen, aber das lässt sich vielleicht noch nachholen!

Ich hatte in meinem Berufsleben das Glück, am Anfang und am Ende der Produktionskette wirken zu können. Es war die Aufgabe meines Teams, Entwurfs- und Berechnungs-Verfahren für Fest- und Verstellpropeller des DDR-Schiffbaus zu entwickeln und die Ergebnisse dieser Verfahren während und nach der Erprobung der Schiffe auszuwerten.

Letzteres geschah im Rahmen der traditionellen Propulsionserprobungen (Meilenfahrten). Ich erinnere mich noch, wie schwierig es war, ein paar zusätzliche Messfahrten zu erwirken.

Deshalb war es für mich besonders interessant, die von Prof. Schmiechen gemachten Vorschläge zu den nur sehr wenig Zeit beanspruchenden und den Schiffsbetrieb nicht störenden 'quasistationären' Manövern (Manöver mit kontinuierlicher Veränderung der Propeller-Belastung, siehe Anhang A00) und deren Analyse zu studieren.

Ich habe hierzu und auch zu traditionellen Meilenfahrten seit 2013 eine ganze Reihe von Ausarbeitungen, vorzugsweise Beispielrechnungen erarbeitet, die im Anhang 'Verzeichnis' aufgeführt und bei mir abrufbar sind.

Durch diese Ausarbeitungen ist mir klar geworden, welch wertvoller Schatz in den Ergebnissen von Prof. Schmiechen steckt und dass derjenige zu bedauern ist, der sich dieses Schatzes nicht bedient.

Das 'Gebäude' der Identifikation der Parameter des rationalen Modells nach Prof. Schmiechen hat 3 'Stockwerke', die in den Anhängen A01, A02 und A03 charakterisiert werden.

Nach meiner Überzeugung sind die Stufen 1 und 2 längst zur Praxisreife entwickelt und sollten endlich in breiter Front angewendet und in laufende Standardisierungsarbeiten (ISO 19030) einbezogen werden. Geeignet ist die Methode sowohl für Modellversuche als auch für Erprobungen des Schiffes. Ein Ergebnisbeispiel wird im Anhang A04 gezeigt.

Wesentlich ist, dass die Messungen am naturgroßen Schiff mit üblichen Bordmitteln durchgeführt werden können (eine Schubmessung ist nicht erforderlich) und dass sie als sog. 'quasistationäre' Manöver den Bordbetrieb (Reiseablauf) nicht beeinträchtigen. Die Analyse der Messungen erlaubt in Stufe 3 sogar die Ermittlung des Gütegrades der Propulsion und des Schiffswiderstandes mit arbeitendem Propeller.

Eine Schwachstelle ist zweifellos die Analyse der weiteren Wechselwirkungs-Parameter in Stufe 3. Die Lösung des zugrunde liegenden nichtlinearen Gleichungs-Systems ist iterativ möglich, ergibt aber keine von den Anfangswerten unabhängigen Ergebnisse. Dieses singuläre Verhalten liegt möglicherweise daran, dass in den entsprechenden Konventionen ein festes Verhältnis zwischen Nachstrom- und Sogziffer vorausgesetzt wird. Es muss gelingen, einen eindeutigen Lösungsweg, möglicherweise auch mit geänderten Konventionen zu finden, denn es wäre schade, wenn die (maßstabsbehafteten) Parameter der Wechselwirkungen nach wie vor nur im Modellversuch zu ermitteln wären, denn man soll nicht den Regenwurm beobachten, wenn man die Schlangen erforschen will!

Anhänge:

- Verzeichnis der Ausarbeitungen zur Analyse traditioneller und 'quasistationärer' Propulsionserprobungen
- Quasistationäres Manöver
- Die 3 Stufen der Identifikation des Schiffspropulsionssystems nach M. Schmiechen
- Monitoring für einen Bulkfrachter in Ballast

Verzeichnis der Ausarbeitungen zur Analyse traditioneller und 'quasistationärer' Propulsionserprobungen

Autor: Dr.-Ing.habil. Klaus Wagner

e- Mail: ikwag@web.de (sind beim Autor abrufbar).

trial00: Analyse der Leistungsanteile aus den Ergebnissen quasistationärer Schiffserprobungen

trial01: Bestimmung der linearisierten Propellerkennlinie (K_{QB} - J_H -Kennlinie) hinter dem Schiff aus quasistationären Messungen mit Drehzahl- bzw. Drehmomentenvariation

trial02: Vereinfachtes Beispiel zur Ermittlung der K_{QB} - J_H -Kennlinie eines Propellers hinter dem Modell aus einem quasistationären Modellversuch

trial03: Nachweis der Gleichwertigkeit der Trial- oder Modellversuchsanalyse nach Schmiechen in dimensionsbehafteter und dimensionsloser Form

trial04: Vergleich des zur Analyse verfügbaren Fortschrittsgradbereichs $\square J_H$ bei stationären und quasistationären Trials

trial05: Versuche der Ableitung der Propellerkennlinie $K_{QB} = f(J_H)$ aus den Ergebnissen der Analyse <mod_trial.mod>

trial06: Bestimmung der linearisierten Propellerkennlinie (K_{QB} - J_H -Kennlinie) hinter dem Schiff aus quasistationären Messungen mit Drehzahlvariation

trial07: Bestimmung der Leistungsanteile aus einer quasistationären Propulsionserprobung mit Drehzahlvariation für MS 'Meteor'

trial08: Monitoring des Leistungsbedarfs eines Bulkfrachters in Ballast unter verschiedenen Witterungsbedingungen mit Hilfe der rationalen Analyse traditioneller Meilenfahrten

trial09: Warum quasistationäre Propulsionserprobungen?

trial10: Analyse der Manöver in <trial09>

trial11: Ermittlung der Propellerkennlinie hinter dem Schiff und der Strömungsgeschwindigkeit im Erprobungsgebiet

trial12: Einschätzung der Alterung des Unterwasserschiffes und des Propellers nach einer Analysemethode nach Schmiechen

trial13: Analyse und Umrechnung von Meilenfahrtergebnissen nach Schmiechen mit der 2-parametrischen Leistungskonvention

trial14-1: Bestimmung des Propulsionsgütegrades aus quasi- und instationären Messungen auf dem Forschungsschiff 'METEOR'

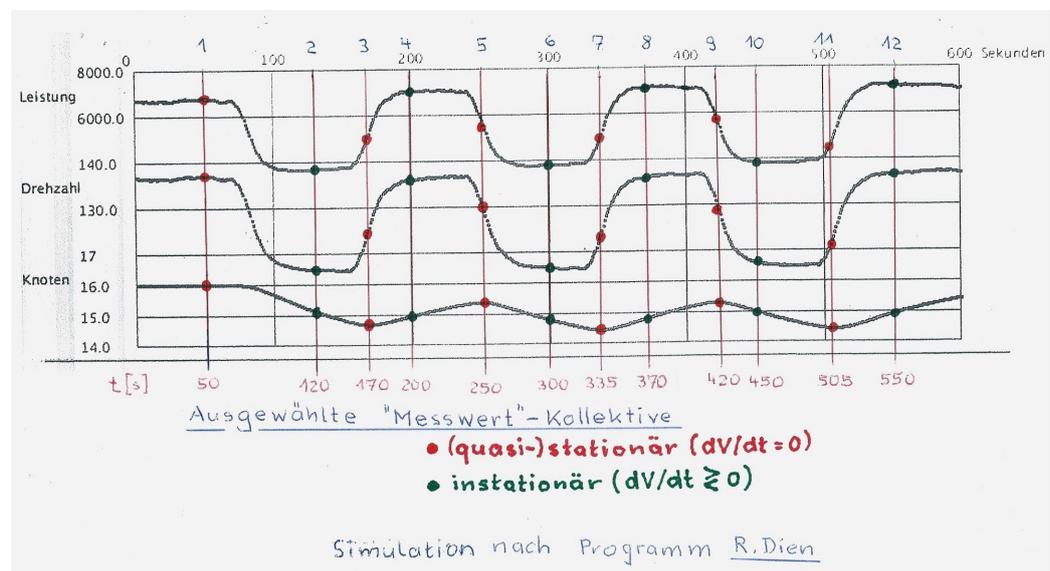
trial14-2: Weitere Analyse des Demonstrationsbeispiels in <trial14-1>

trial15: Auswertung einer traditionellen Meilenfahrterprobung nach der Methode von M. Schmiechen

trial16(1): Analyse der Propulsionseigenschaften des Schiffes aus Manövern mit gezielter Variation der Propellerbelastung (Vortrag in Powerpoint .pptx)

Alterung: Eine rationale Methode zur Quantifizierung der Alterung von Unterwasser-schiff und Propeller (Vortrag in Powerpoint .pptx)

Quasi-stationäres Manöver <A00>



Die 3 Stufen der Identifikation des Schiffspropulsionssystems

nach M. Schmiechen

Homepage: [m-schmiechen.de/news flash](http://m-schmiechen.de/news_flash)Stufe 1:

<A01>

Messwerte	Drehmoment an der Welle	$Q_{gem} = f(t)$
	Propellerdrehzahl	$n = f(t)$
	Geschwindigkeit über Grund	$V_G = f(t)$
Ergebnisse	Drehmomentkennlinie des Propellers hinter dem Schiff	$K_{QB} = f(t)$
	Strömungsgeschwindigkeit im Erprobungsgebiet	$V_C = f(t)$
	Geschwindigkeit durchs Wasser	$V_H = f(t)$

Zielstellung Basis für weitere AnalysenStufe 2:

<A02>

zusätzliche **Mess-(Schätz-)werte**

	Windstärke und -richtung	V_{wind}, β_{wind}
	Seegangsstärke und -richtung	$H_{1/3}, T_{1/3}, \beta_{sea}$
Ergebnisse	Leistungsbedarf infolge Fahrt durchs Wasser	$P_{water} = f(V_H)$
	Leistungsbedarf infolge Wind	$P_{wind} = f(V_H)$
	Leistungsbedarf infolge Seegang	$P_{sea} = f(V_H)$

Zielstellung Umrechnung der erforderlichen Leistung auf von den Erprobungsbedingungen abweichende Fahrtbedingungen (z.B. Vertragsbedingungen - „no wind, no waves“ - oder andere Wetterbedingungen)Stufe 3:

<A03>

Messwerte wie für Stufe1 (aus quasistationären Manövern)

Ergebnisse	Propulsionsgüte(-wirkungs-)grad	$\eta_D = f(J_H)$
	idealer (Strahl-)wirkungsgrad des Propellers	$\eta_I = f(J_H)$
	hydraulischer (Pumpen-)wirkungsgrad des Prop.	$\eta_P = f(J_H)$
	Nachstromziffer	$w = f(J_H, V_H)$
	Sogzahl	$t = f(J_H, V_H)$
	weiterhin	
	Schiffswiderstand	$R_T = f(V_H)$
	Propellerschub	$T = f(V_H)$

Zielstellung vertiefte Einsicht in die Propulsionshydrodynamik

trial 08

Monitoring für einen Bulkfrachter in Ballast

Formeln: P_B [kW], V [m/s], h_w [m]

$$3\text{-par.: } P_B = 20,484 \cdot V_H^3 + 0,3263 \cdot (V_G \pm V_{\text{wind}}) \cdot |V_G \pm V_{\text{wind}}| \cdot V_H + 0,7112 \cdot h_w^2 \cdot |V_G \pm V_{\text{wave}}| \cdot V_H$$

