

TUHH Schiffbau Kolloquium 11.01.2002

Über das Auswerten von Probefahrten Die Unhaltbarkeit des ISO/DIS 15016

Michael Schmiechen, Berlin
vormals Versuchsanstalt
für Wasserbau und Schiffbau

m.schm@t-online.de
<http://www.t-online.de/home/m.schm>

Stand 07.01.2002

Schmiechen

Über Probefahrten / 1

Problem

Theorie der Schiffe: *Himmel*

Theorie **Schiff/Propeller:** *eine Wolke*

Theorie der **Probefahrten:** *eine Wolke*

‘Schnittmenge’:

Auswerten von Probefahrten:

eine besonders finstere Wolke

Schmiechen

Über Probefahrten / 2

Nur finster?

Die Probleme sind also grau, nicht so schön
farbig wie in der **Coloured Fluid Dynamics**, und
schwierig und (deshalb) an den Lehrstühlen eher
unbeliebt, wenn nicht völlig unbekannt.

Die Folge ist: **die Praktiker** sind

mit den wichtigen und interessanten

- **fundamentalen Problemen** und
- **sehr komplizierten Details**
leider völlig allein gelassen.

Schmiechen

Über Probefahrten / 3

Natur des Problems

Wenn der ganze Qualm weggeblasen ist,
zeigt sich, **dass das Problem**, im Gegensatz zu
dem bei Schiffbauern verbreiteten Aberglauben,
gar nichts mit Schiffstheorie zu tun hat,
sondern eine einfache Aufgabe

- **der elementaren Mechanik und**
- **des soliden Handwerks ist.**

Wir müssen nicht immer weiter alte Schein-
gefechte führen, sondern nur **das Wesentliche**
verstehen und tun.

Schmiechen

Über Probefahrten / 4

Modell

Das zugrunde liegende Modell steht explizit im
Titel meines Vortrages

Evaluating Ship Speed Trials:

Identifying Parameters of Powering Models

gehalten auf dem

International Symposium on Ship Propulsion

im Rahmen der

Lavrentiev Lectures St. Petersburg June 2001.

Schmiechen

Über Probefahrten / 5

Plan

Motivation

Prinzipien

Leistungsangebot, Strömung

Vertragsbedingungen

Leistungsbedarf infolge von Wasser-,

Wind-, Wellenwiderstand

Weitere Analyse: Nachstrom, Sog

Folgerungen

Schmiechen

Über Probefahrten / 6

Notwendigkeit von Normen

Trotz der bekannten Mängel der Auswertung von Probefahrten ist ein japanischer Vorschlag, der die traditionelle Praxis perfektioniert, **Draft ISO Standard ISO/DIS 15016 geworden**. **Die empfindliche Abhängigkeit der Ergebnisse von Modellen, Daten und Prozeduren macht Normung zwingend notwendig, und zwar Rationalisierung auf der Basis adequater und akzeptabler Theorien und Methoden!**

Schmiechen

Über Probefahrten / 7

Meta-Modell

Einbettung in die Theorie der **rationalen Bewältigung von Konflikten**.

Einen Vorschlag für eine klare Prozedur entsprechend dieser Konzeption habe ich schon am Anfang der Diskussion um den ISO/CD 15016 vorgelegt. **Mein Vorschlag ist sogar zu den Akten genommen und gelegt worden!** **‘Genormte’ Datenbasis:** Typische Daten von drei, maximal fünf Doppelläufen, mit und gegen Wind und Wellen.

Schmiechen

Über Probefahrten / 8

Erfordernisse

Die geringe Umfang der Daten erlaubt keine konsequente Anwendung statistischer Methoden.

Daraus folgt notwendig der Zwang zu

- möglichst **‘perfekten’ Daten**, damit zum on-line monitoring der Probefahrten, und zu
- möglichst hoch **aggregierten Modellen**, im Gegensatz zu der sinnlosen weiteren Detailierung der Modelle, wie im ISO/DIS 15016.

Schmiechen

Über Probefahrten / 9

Traditionelle Methode: Probleme

Viele Probleme bei der Durchführung und der Auswertung von Probefahrten werden verursacht durch:

- **Warten auf stationäre Zustände,**
- **Ignorieren nützlicher Daten,**
- **unglaublich sorglosen Umgang mit den teuren Daten und, am schlimmsten,**
- **Verwenden inkohärenter Modelle and Verfahren.**

Der ‘Erfolg’ sind ‘unsichere’ Ergebnisse.

Schmiechen

Über Probefahrten / 10

Prinzipien

‘Dagegen’ habe ich **basierend auf einer Nebenbemerkerung des METEOR-Berichtes** eine **konsistente Methode der System-Identifikation entwickelt mit wenigen**

- **einfachen globalen Modellen und**
- **zu identifizierenden Parametern, ohne Bezug auf**
- **Ergebnisse von Modellversuchen oder**
- **andere a priori Informationen, wie es sein muss!**

Schmiechen

Über Probefahrten / 11

Identifikation von Parametern

- **Zunächst** werden die Parameter **der Propeller-Kennfläche, hinter dem Schiff !**, und die Parameter **der Geschwindigkeit der Strömung** gemeinsam durch Lösen eines ersten Satzes linearer Gleichungen identifiziert.
- **Anschliessend** werden die Parameter **der erforderlichen Leistungen** infolge von Wasser-, Wind- und Wellenwiderstand gemeinsam durch Lösen eines zweiten Satzes linearer Gleichungen identifiziert.

Schmiechen

Über Probefahrten / 12

SVD, Normieren

Im Hinblick auf die schlecht konditionierten Probleme **besteht keine Chance die Gleichungen mit do-it-yourself Algorithmen zu lösen**. Singular value decomposition (SVD) ist eine 'absolute' Notwendigkeit.

Erst nach der Identifikation werden die Ergebnisse für Zwecke der Beurteilung normiert. Die vorherige Normierung und die damit verbundene Gewichtung verursachen systematische Fehler.

Schmiechen

Über Probefahrten / 13

Verifizieren, Validieren

- Die **Richtigkeit** einer Analyse-Methode kann durch simulierte Daten nachgewiesen werden, die durch eine korrespondierende inverse Synthese-Methode generiert wurden.
 - **Simulierte Daten, selbst wenn sie richtig erzeugt wurden, sind völlig ungeeignet um die Zweckmässigkeit der untersuchten oder gar anderer Analyse-Methoden nachzuweisen!**
- Only real data can serve the purpose. Deshalb Bezug auf ISO/DIS Beispiel-Daten.**

Schmiechen

Über Probefahrten / 14

Worauf kommt es an?

Es geht **nicht** darum, **sich auf akzeptable Differenzen** zwischen den Ergebnissen verschiedener Methoden **zu einigen**, sondern auf **akzeptable Konventionen**, wie der Name schon sagt.

Vergessen Sie die Differenzen und **versuchen Sie das Wesen des schwierigen Problems und der vorgeschlagenen einfachen Lösung zu verstehen**.

Schmiechen

Über Probefahrten / 15

Propeller, Strömung

Zunächst können **die Parameter** der angebotenen Leistung, genauer

- **der Propellerkennfläche** hinter dem Schiff und
 - **der Strömungsgeschwindigkeit** als Funktion der Zeit
- durch Lösen eines Systems linearer Gleichungen bestimmt werden.**

Schmiechen

Über Probefahrten / 16

Leistung: Angebot

Das 'lokale' Modell der Propellerleistung

$$P = p_0 n^3 - p_1 n^2 V$$

als Funktion der

- Drehfrequenz n der Welle und
- Geschwindigkeit V Schiffes durch das Wasser, die nicht einfach zu messen ist, kann als Fläche im dreidimensionalen Raum visualisiert werden.

Das ist ein Newtonscher Ansatz, reduziert wegen der geringen Variabilität der Daten!

Schmiechen

Über Probefahrten / 17

Strömungen

Die Geschwindigkeit

$$V = V_G - V_C,$$

des Schiffes durch das Wasser ist die Differenz aus der Geschwindigkeit über Grund und der unbekanntem Strömung.

Einfache Ansätze: harmonisch oder als Polynom

$$V_C = \sum v_j t^j.$$

Achtung! Komponenten in Schiffsrichtung!

Schmiechen

Über Probefahrten / 18

Normalisieren

Erst nach dem Lösen werden die Ergebnisse endgültig normiert.

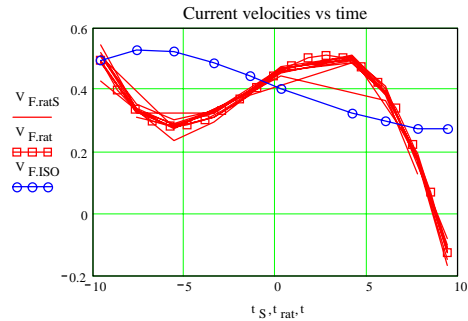
Die haben den Vorteil, daß statt zweier Argumente, Geschwindigkeit und Drehfrequenz, nur eins, der Fortschrittsgrad, notwendig ist. Aus der Kenn-fläche des Propellers wird eine Kenn-linie.

Weiterhin werden systematische Effekte erkennbar, wie folgende Beispiele zeigen.

Schmiechen

Über Probefahrten / 19

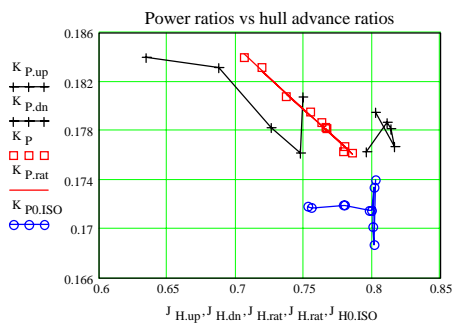
ISO/DIS: Strömungen



Schmiechen

Über Probefahrten / 20

ISO/DIS: Leistungszahlen



Schmiechen

Über Probefahrten / 21

Monitoring of speeds

Nach dieser Kalibrierung hinter dem Schiff können mit Hilfe der Propeller-Kennfläche die Geschwindigkeiten des Schiffes durchs Wasser und der Strömung bestimmt werden.

Aus gemessenen Werten der Drehfrequenz und des Drehmomentes ergeben sich die gesuchten

- **Geschwindigkeiten des Schiffes**

$$V = 2 \pi Q_P / (p_1 n) + p_0 n / p_1$$
- **und der Strömung**

$$V_C = V_G - V.$$

Schmiechen

Über Probefahrten / 22

Monitoring of runs

Die einzelnen Läufe sind wegen des Windes und des Seegangs nicht stationär. Aber wegen der grossen Trägheit der Schiffe sind die Propeller-Zustände quasi-stationär.

Die Kennlinien der einzelnen, kurzen Läufe unterscheiden sich also nur durch einen konstanten Term:

$$K_P = K_{P0} + K_{PH}(J_G - J_C) \\ = (K_{P0} - K_{PH}J_C) + K_{PH}J_G.$$

Voraussetzung: Synchronismus aller Daten!

Schmiechen

Über Probefahrten / 23

Leistung: Vertrag

Die kontrahierte Leistung P_{contr} bei der Geschwindigkeit V_{contr} und der Drehfrequenz n_{contr} basiert auf einer Prognose, z. B. aufgrund von Modellversuchen.

Für die Leistung P_{contr} und die Geschwindigkeit V_{contr} läßt sich die tatsächlich benötigte Drehfrequenz bestimmen:

$$P_{contr} = p_0 n_{req}^3 - p_1 n_{req}^2 V_{contr}.$$

Schmiechen

Über Probefahrten / 24

Gegebene Bedingungen

Gewöhnlich werden die **Leistungen bei Geschwindigkeiten und gegebenen Wetterbedingungen kontrahiert**. Wenn man das tut, dann öffnet man die **Büchse der Pandora**. Der einzige überzeugende Weg, das Problem zu lösen, ist, **den genannten Prinzipien weiter zu folgen. Und das ist möglich!**

Leistung: Bedarf

Einfache lokale Modelle für den Leistungsbedarf sind:

- infolge des Widerstandes in ruhigem Wasser

$$P_{\text{Water}} = a_1 V + a_2 V^2 + a_3 V^3$$
- und infolge des Windwiderstandes

$$P_{\text{Wind}} = b |V_{\text{Wind, rel}}| V_{\text{Wind, rel}} V.$$

Ähnlich einfach kann der Leistungsbedarf durch Zusatzwiderstände im Seegang behandelt werden.

Identifikation

Alle Parameter können wieder simultan aus einem zweiten Satz linearer Gleichungen bestimmt werden auf der Basis der gleichen Leistungsmessungen wie vorher.

Der Fahrtwind bei der Bedingung ‘no wind’ ist einfach:

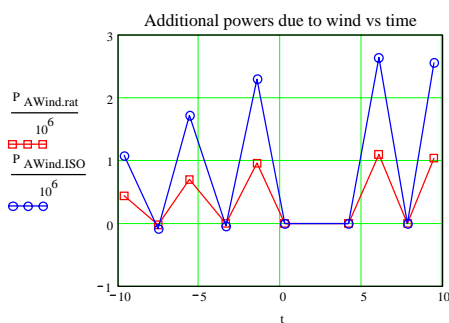
$$P_{\text{Air}} = b V^3.$$

Korrelation von Messungen

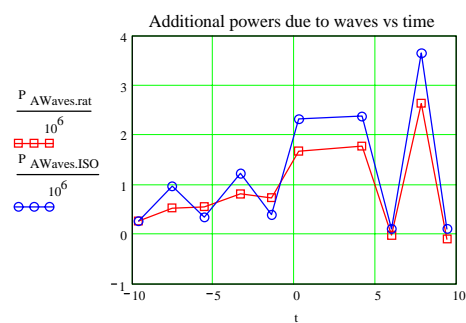
Bei diesem Verfahren werden gemessene Leistungen mit (grob) geschätzten Parametern des Windes und des Seegangs korreliert. **Dadurch werden systematische Fehler in den Messungen des Windes und Schätzungen des Seegangs ‘automatisch’ berücksichtigt.**

Im ISO/DIS dienen die Ergebnisse der rohen Beobachtungen als Input sehr hoch gezüchteter Theorien. **So können die Probleme aber prinzipiell nicht gelöst werden.**

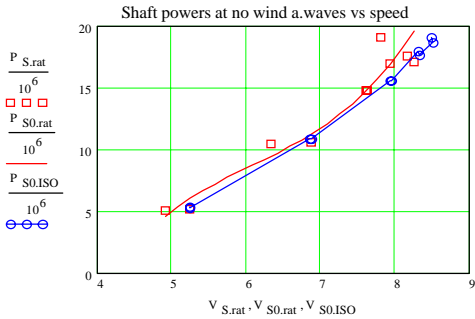
ISO/DIS: ‘Windleistung’



ISO/DIS: ‘Wellenleistung’



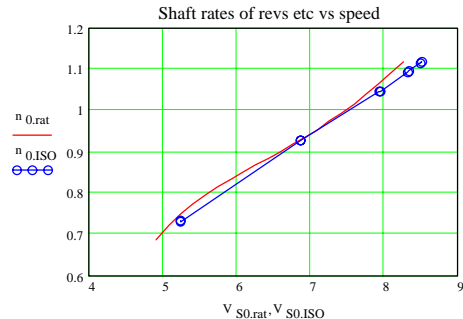
ISO/DIS: Leistung ohne Wind u. Wellen



Schmiechen

Über Probefahrten / 31

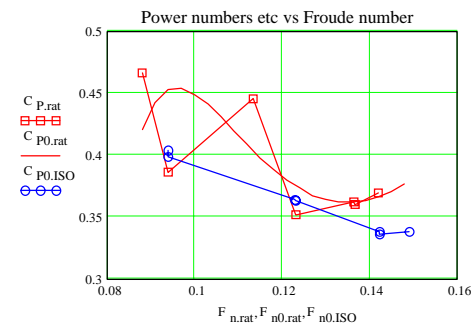
ISO/DIS: Drehfrequenzen ohne ...



Schmiechen

Über Probefahrten / 32

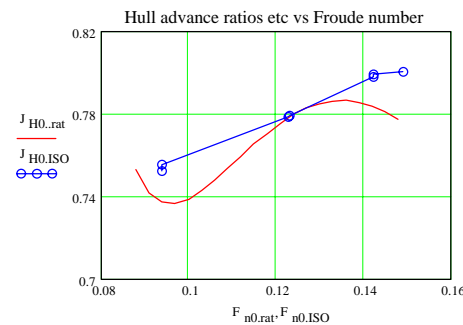
ISO/DIS: Leistungsbeiwerte



Schmiechen

Über Probefahrten / 33

ISO/DIS: Rumpf-Fortschrittsgrade



Schmiechen

Über Probefahrten / 34

Weitere Analyse

Will man die Analyse weiter treiben, so kann man z. B. die naiven Begriffe

- Propeller-Zustrom oder Nachstrom und
- Widerstand oder Sog einführen.

Um diesen Begriffen auch bei Schiffen unter Betriebsbedingungen, und nur um die geht es, einen Sinn beilegen zu können, sind

- robuste, akzeptable Axiome und
- zuverlässige Schubmessungen zwingend notwendig.

Schmiechen

Über Probefahrten / 35

Nachstrom-Axiome

Meine bisherigen Nachstrom-Axiome waren zu empfindlich für die Anwendungen. Sehr robust sind die folgenden 'lokalen' Axiome für den

- Gütegrad des Propellers

$$\eta_{TJ} = \text{const}$$

- und den Nachstrom

$$w = w_H J_H$$

Damit zuverlässige direkte Bestimmung von Massstabeffekten im Nachstrom der METEOR. Alle Details auf meiner Website!

Schmiechen

Über Probefahrten / 36

Sog-Axiom

Die Massstabeffekte in der Sog-Zahl wurden bereits 1991 richtig angegeben. Inzwischen konnte ich noch zeigen, warum mein Sog-Axiom so robust ist und bei Modellen fast genau die Werte des Schlepp-Widerstandes liefert. **Das ist 'natürlich' nicht notwendig, aber es erfreut die Schiffbauer.**

Schmiechen

Über Probefahrten / 37

Sog-Axiom: Plausibilität

Globale Approximation der theoretischen Beziehung zwischen Sog-Zahl, Strahl-Wirkungsgrad und Verdängungs-Einflussgrad

$$t = 0.58 \chi \eta_{TJ}$$

Relativer Fehler s. folgendes Bild.

'Ergo': mein vielfach bewährtes **Sog-Axiom**

$$t = t_H J_H,$$

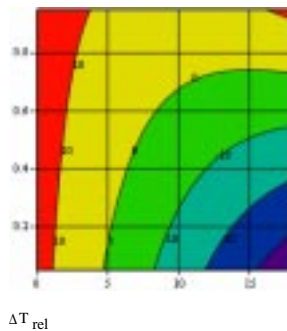
für das zunächst viele andere gute Gründe sprachen; s. METEOR Bericht.

Alle Details auf meiner Website!

Schmiechen

Über Probefahrten / 38

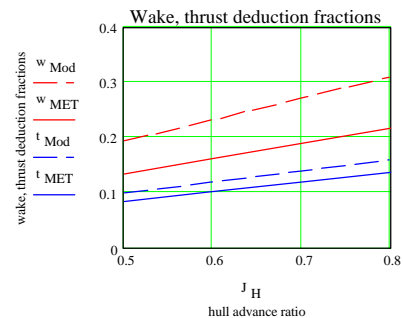
Sog-Zahl: Relative Fehler



Schmiechen

Über Probefahrten / 39

METEOR: Massstabeffekte



Schmiechen

Über Probefahrten / 40

Generalisierungen

Das Verfahren der Identifikation von Parametern kann generalisiert werden, um z. B. Einflüsse von Trimm und Tauchung auf die Leistung zu identifizieren.

Bisher werden alle Daten, die dafür geeignet wären, einfach 'grosszügig' ignoriert!

Der ISO/DIS 15016 spricht das Problem nicht einmal an, das gewöhnlich durch Bezug auf Ergebnisse von Modellversuche gelöst wird.

Schmiechen

Über Probefahrten / 41

Notwendigkeit der Kooperation

Die vorgeschlagene rationale Methode ist den Kinderschuhen sicher noch nicht entwachsen. Sie **bedarf daher der vereinten Unterstützung aller Erwachsenen**.

Als **konventionelle Methode** bedarf sie darüber hinaus **der Zustimmung der Experten**, bevor sie als Referenz oder Standard dienen kann.

Sie **vermeidet die Ungereimheiten der traditionellen Methoden**, aber verblüffend: **'those concerned are not yet concerned!'**

Schmiechen

Über Probefahrten / 42

Quasistationäre Versuche

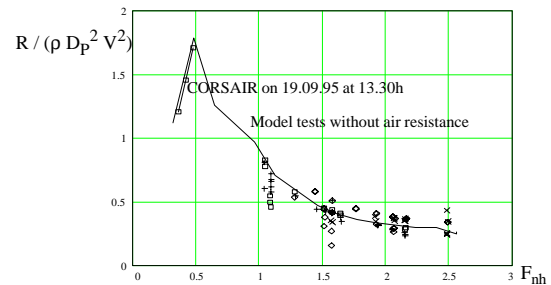
In den METEOR and CORSAIR Projekten wurden **quasi-stationäre Manöver ausgeführt und es konnte gezeigt werden**, daß die nicht nur viel mehr Informationen liefern, sondern zugleich auch die notwendigen **Bezugssignale für die Unterdrückung des Rauschens**, selbst unter den Bedingungen des Betriebs in schwerem Wetter. Das ist **wegen der systematischen Fehler infolge des feed-backs of noise absolut notwendig**.

Schmiechen

Über Probefahrten / 43

CORSAIR: Widerstand

normalisiert als Funktion der Tiefen-Zahl



Schmiechen

Über Probefahrten / 44

Material

Auf meiner Website
<http://www.t-online.de/home/m.schm>:
bei **What's new?** und den **Recent Papers**
unter **Evaluation of Trials**:
viele **Beispiele, Beiträge und Vorträge**,
u. a. auch Text und Präsentation
des **Vortrages in St.Petersburg**, auch im
.html Format mit live links zu den Quellen,
sowie **diese Präsentation**.

Schmiechen

Über Probefahrten / 45

Folgerungen

Es wurde gezeigt, daß das **Auswerten von Probefahrten ohne Bezug auf Ergebnisse von Modellversuchen etc möglich ist**.
Wenn notwendig, sind die vorgeschlagenen Konventionen und Verfahren mit Rücksicht auf die Prinzipien **zu verbessern und zu ergänzen**.
Einen Weg zurück gibt es nicht.
Auch die Leistungsprognose auf der Basis von Modellversuchen sollte im Lichte dieser Ergebnisse überprüft werden.

Schmiechen

Über Probefahrten / 46

Do it now!

Wie schon am Anfang festgestellt, **hat das alles mit Schiffstheorie nichts oder wenig zu tun, nur mit einfachster Mechanik und solidem Handwerk**.
Ich wurde deshalb in Diskussionen von **Anders-Denkenden schon gefragt: Was haben denn die Schiffbauer bisher gemacht?**
Die Schiffbauer sollten sich also schleunigst selber darum kümmern, damit ihnen nicht andere sagen, was sie besser tun sollten.

Schmiechen

Über Probefahrten / 47

'Das ist ja alles nur Theorie!'

Lassen Sie sich durch Killer-Phrasen nicht davon abbringen, sicher zu verstehen, was notwendig ist, und es auch zu tun!
Wer einen Gegensatz zwischen Theorie und Praxis sieht, hat gewöhnlich leider von beiden keine grosse Ahnung! Ein Motto von Leibniz war:
Theoria cum praxi.
Und der grosse VII. Leibniz-Kongress in der TU Berlin stand jetzt unter seinem anderen Motto:
Nihil sine ratione!

Schmiechen

Über Probefahrten / 48