

11.5.04

Hans Freudigmann
Groß-Erlach
72770 Reutlingen
email: freudigmann@surfeu.de

Tel. 07072- 6595

Lieber Bobby Schenk !

In der Yacht vom 5.5.04 auf Seite 17 schreiben Sie über sogenannte „Meilenfahrten“ zur Eichung der Logge. Sie stellen sich die Frage, ob dieses Verfahren richtig sein kann.

Ich habe mir die Sache aus Spaß an der Freude mal genauer überlegt. Wie Sie richtig vermuten, führt diese Methode, so wie Sie sie darstellen, zu falschen Ergebnissen.

Ein Beispiel zeigt dies:

Angenommen, eine Yacht fährt im Strom mit wahren 5 kn Fahrt durchs Wasser eine Strecke von 1 sm hin und zurück. Weiter angenommen, der Strom setzt mit 1 kn in der Hin-Richtung.

Bei der Hinfahrt beträgt somit die Geschwindigkeit über Grund 6 kn. Der Skipper stoppt eine Fahrzeit von 10 min. Bei der Rückfahrt beträgt die Geschwindigkeit über Grund 4 kn. Der Skipper stoppt eine Fahrzeit von 15 min. Es ergibt sich eine gemittelte Fahrzeit von 12,5 min für 1 sm. Das entspricht einer berechneten Geschwindigkeit von 4,8 kn. Die Abweichung beträgt hier 0,2 kn. Sie kann bei anderen Verhältnissen wesentlich größer sein.

Was ist der Grund für die Abweichung ?

Der Fehler liegt in der gleichen Gewichtung der Hinfahrt und der Rückfahrt. Man muss nämlich bedenken, dass die Yacht in der Richtung, in die der Strom schiebt, immer eine kürzere Zeit unterwegs ist, als in der Richtung gegen den Strom. Wenn man nun die beiden Fahrzeiten gleichwertig mittelt, erhält man daraus eine Durchschnittsgeschwindigkeit, bei der der lange Zeitanteil (d.h. die Gegenstromrichtung) überbewertet wird. Man erhält also bei dieser Berechnung immer eine zu kleine Geschwindigkeit.

Man kann diesen Denkfehler auch so formulieren: Die Annahme, dass man mit einer Yacht für eine Strecke von 1 Seemeile hin und eine Seemeile zurück die gleiche Zeit braucht, egal ob man

a) in einem stehenden Gewässer fährt

oder ob man

b) parallel zu einer Strömung fährt

ist falsch. Im Fall b) braucht man immer länger.

Die folgende allgemeine Berechnung analysiert den Fehler genauer:

Eine Yacht fährt im Strom mit der Geschwindigkeit (Fahrt durchs Wasser) v_0 eine Strecke s hin –und dieselbe Strecke s zurück. Der Strom setzt mit der Geschwindigkeit v_s in Hinrichtung. Es wird die Zeit t_h für die Hinfahrt und die Zeit t_z für die Rückfahrt gemessen. Aus diesen Werten wird wie oben durch Mittelung die Geschwindigkeit der Yacht durchs Wasser berechnet.

(Die Geschwindigkeit v wird in Knoten angegeben, die Zeit t in Stunden, die Streckenlänge s in

Seemeilen Dann gelten die Formeln $v = \frac{s}{t}$; $s = v \cdot t$; $t = \frac{s}{v}$)

<u>Hinfahrt</u>		<u>Rückfahrt</u>	
Geschwindigkeit über Grund	$v_0 + v_s$	Geschwindigkeit über Grund	$v_0 - v_s$
Zeit für die Hinfahrt	$t_h = \frac{s}{v_0 + v_s}$	Zeit für die Rückfahrt	$t_z = \frac{s}{v_0 - v_s}$

Die Zeiten werden gleichwertig gemittelt: $t_m = \frac{t_h + t_z}{2}$ ist die Durchschnittszeit für eine Richtung.

$$t_m = \frac{1}{2} \cdot \left[\frac{s}{v_0 + v_s} + \frac{s}{v_0 - v_s} \right] = \frac{1}{2} \frac{s \cdot (v_0 - v_s) + s \cdot (v_0 + v_s)}{(v_0 + v_s) \cdot (v_0 - v_s)} = s \cdot \frac{v_0}{v_0^2 - v_s^2}.$$

• Die berechnete Geschwindigkeit v_b ist:
$$v_b = \frac{s}{t_m} = \frac{v_0^2 - v_s^2}{v_0} = v_0 - \frac{v_s^2}{v_0}.$$

An dieser Formel $v_b = v_0 - \frac{v_s^2}{v_0}$ sieht man, dass der mit Ihrer Methode berechnete Wert v_b für die Geschwindigkeit durchs Wasser bei Strom immer kleiner ist als der wahre Wert v_0 für die Geschwindigkeit durchs Wasser. Die Abweichung beträgt $-\frac{v_s^2}{v_0}$. Die Tabelle gibt eine kleine Übersicht.

Wahre Geschwindigkeit durchs Wasser v_0	Stromgeschwindigkeit in Fahrtrichtung v_s	Berechnete Geschwindigkeit durchs Wasser mit der „Meilenmethode“ v_b	Abweichung $v_0 - v_b$
5	0	5	0
5	1	4,8	0,2
5	2	4,2	0,8
5	3	3,2	1,8
5	4	1,8	3,2
5	5	0	5

Die Werte der letzten Zeile sind nach der Formel richtig berechnet, stimmen aber in der Praxis natürlich nicht, da die Yacht gar nicht mehr zurückfahren könnte. Das zeigt deutlich, entsprechend Ihrer richtigen Überlegung in dem acht-Artikel, dass diese Methode falsch sein muss.

Man kann die Ergebnisse dieser Methode verbessern, wenn man die Stromgeschwindigkeit v_s schätzt oder misst und in die Formel • einsetzt.

Es fällt in der falschen Formel • auf, dass die Länge s der Fahrtstrecke nicht vorkommt. Das bedeutet, dass sich der berechnete Wert v_b in der Formel • nicht ändert (verbessert), wenn man anstelle der „Meilenfahrt“ eine „Zehnmeilenfahrt“ durchführt.

Und jetzt noch eine gute Nachricht.

Man kann die wahre Geschwindigkeit v_0 mit einer Messung tatsächlich **genau** bestimmen, und zwar **ohne** Kenntnis der Stromgeschwindigkeit v_s !

Dazu muss man lediglich eine andere Berechnungsmethode benutzen. Zur Herleitung dieser Formel überlegt man sich noch einmal die Einzelheiten:

<u>Hinfahrt</u>		<u>Rückfahrt</u>	
Geschwindigkeit über Grund	$v_0 + v_s$	Geschwindigkeit über Grund	$v_0 - v_s$
Zeit für die Hinfahrt	$t_h = \frac{s}{v_0 + v_s}$	Zeit für die Rückfahrt	$t_z = \frac{s}{v_0 - v_s}$
Umgeformt	$v_0 + v_s = \frac{s}{t_h}$		$v_0 - v_s = \frac{s}{t_z}$

Die beiden Gleichungen werden addiert. Dadurch wird v_s eliminiert.

$$(v_0 + v_s) + (v_0 - v_s) = \frac{s}{t_h} + \frac{s}{t_z}$$

$$2 \cdot v_0 = s \cdot \left[\frac{1}{t_h} + \frac{1}{t_z} \right]$$

$$v_0 = \frac{1}{2} \cdot s \cdot \left[\frac{1}{t_h} + \frac{1}{t_z} \right]$$

Diese Formel liefert unabhängig von der Stromgeschwindigkeit den wahren Wert v_0 für die Geschwindigkeit über Grund.

Dabei ist: s = Länge der Messstrecke (einfach) in Seemeilen; t_h = Zeit für die Hinfahrt in Stunden; t_z = Zeit für die Rückfahrt in Stunden)

Wenn man die gemessenen Zeiten in Minuten angibt, ändert sich die Formel ein wenig:

$$v_0 = \frac{1}{2} \cdot s \cdot \left[\frac{1}{t_h} + \frac{1}{t_z} \right] \cdot 60.$$

(Bei dieser Formel ist das Ergebnis nicht unabhängig von der abgefahrenen Strecke)

Ihre Fragestellung in der Yacht zielte auf die Eichung der Logge ab. Das Problem ist mit dieser Formel theoretisch gelöst. Es gibt natürlich eventuell weitere Einflüsse außer Strom parallel zur Fahrtrichtung, die in dieser Formel nicht berücksichtigt sind.

Ich hoffe, dass Ihnen meine Ausführungen die Sache ein wenig erhellen, grüße Sie herzlich und freue mich auf weitere anregende Artikel von Ihnen in der Yacht.

H. Freidiger