

Das Verhalten von Marinechronometern auf bewegter Unterlage zur Ermittlung der Einwirkung der Schiffsbewegung auf den Gang der Chronometer.

Bericht über die im Lichthofe der Deutschen Seewarte in der Zeit vom 16. Mai bis 24. Juli 1886 mit dem Chronometer-Schaukel-Apparate ausgeführten Untersuchungen.

(Schluss.)

Um endlich zu zeigen, welche Wirkung jede einzelne Bewegungsart auf die Chronometer ausgeübt hat, erschien die folgende Zusammenstellung (Tabelle II) am geeignetsten:

Kol. 1 giebt den täglichen (24stündigen) Gang, welcher als Mittelwerth aus den fünfmal fünfstündigen Gängen während der Einwirkung jeder Bewegungsart gefunden wurde.

Kol. 2 enthält den täglichen Gang, welcher sich in derselben Weise aus den 19stündigen Pausen ergab.

Kol. 3 enthält das Mittel der täglichen Gänge an den einschliessenden Ruhetagen.

Es möge noch bemerkt werden, dass auch hier sämtliche täglichen Gänge mit Hilfe der zuvor angegebenen Temperatur-Koeffizienten auf 15 Grad C. reduziert worden sind.

Die Werthe der Kolumne 3 (die Mittel der täglichen Gänge an den einschliessenden Ruhetagen) stellen am zuverlässigsten denjenigen Gang dar, welchen man bei vorausgesetzter vollständiger Ruhelage des Instrumentes während der Untersuchungstage hätte erwarten dürfen. Diese Behauptung ist vielleicht nicht unantastbar, weil (wie bei dem Chronometer Petersen deutlich erkennbar und oben bereits erwähnt) die Nachwirkungen der vorherigen Bewegungsart des Combe'schen Apparates ihren Einfluss auch noch zum Theil während der Ruhetage geltend gemacht haben. Wenngleich also durch diesen Umstand die Gänge an den nachfolgenden Ruhetagen kleine Verfälschungen erfahren haben sollten, Ungenauigkeiten, deren Beträge zur Hälfte in die Werthe der Kolumne 3 eintreten, so wird dieser geringe Nachtheil jedenfalls durch den Vortheil aufgewogen, dass hier einschliessende, also von Acceleration freie Werthe haben verwendet werden können.

Die der obigen tabellarischen Uebersicht (Tab. II) am Schluss beigefügte Differenz der Kolumnen 1 und 3 giebt demnach die Beträge der Gangänderungen, welche durch die Wirkung des Apparates hervorgebracht worden sind. — Vereinigt man schliesslich noch die in verschiedenen Abschnitten des Beobachtungs-Zeitraumes bei gleicher Bewegungsart des Apparates erhaltenen Resultate, so ergibt sich als mittlerer Werth der Gangänderung:

	Sek.
beim einfachen Rotiren S-W-N-O	—0,13
beim einfachen Rotiren S-O-N-W	—0,19
beim Rollen S-W-N-O	—0,25
beim Stampfen S-W-N-O	—0,02
beim Rollen und Stampfen S-W-N-O	—1,26
beim Rollen und Stampfen mit Stössen S-W-N-O	—1,52.

Diese Unterschiede zwischen Ruhe und Bewegung gehen in einzelnen Fällen hinunter unter die Grenze der Genauigkeit, welche man bei der ganzen Untersuchung erwarten darf, und ist deshalb der absoluten Grösse der erhaltenen Beträge keinesfalls eine bedeutende Sicherheit beizumessen; nichtsdestoweniger kann bei der ausnahmslosen Uebereinstimmung der Vorzeichen kein Zweifel über den Sinn obwalten, in welchem die Bewegungen des Combe'schen Apparates den Gang der Chronometer beeinflusst haben. Alle Bewegungsarten des Apparates erzeugen also übereinstimmend eine Acceleration; diese Beschleunigung ist relativ gering beim einfachen Rotiren, beim Rollen sowie beim Stampfen, **erreicht aber bei der kombinierten Bewegung (Rollen und Stampfen) einen ganz erheblichen Betrag.**

Der Grund für letztere Erscheinung ist jedenfalls darin zu suchen, dass eine bedeutende Komponente der kombinierten Bewegungen in der Ebene der Unruh des Chronometers liegt; Bewegungen dieser Art aber beeinflussen bekanntlich den Gang

sehr beträchtlich, sind nicht allein häufig die Ursache von Gangsprüngen gewesen, sondern haben auch in einzelnen Fällen den Ruin des ganzen Instrumentes herbeigeführt. Die den Gang beschleunigende (accelerirende) Wirkung wird im allgemeinen noch verstärkt, wenn in der oben beschriebenen Weise noch senkrechte Stösse hinzutreten.

Der Versuch, durch Bildung der Differenzen Kol. 2—Kol. 3 zu einem Schlusse über die Art der unmittelbaren Nachwirkungen der Bewegungsarten des Combe'schen Apparates zu gelangen, hat zu keinem sicheren Resultate geführt. Meistens liegen diese Differenzen innerhalb der Unsicherheitsgrenzen, in einzelnen Fällen scheint sich auch eine Reaktion gegen die Wirkungen der vorangegangenen Bewegungsart auszusprechen.

Ein weiteres Resultat der Versuche mit dem Combe'schen Apparate ist, dass wir ein Urtheil über die relative Seetüchtigkeit der geprüften Chronometer erlangen können. — Es giebt die obige Tabelle für diejenigen beiden Bewegungsarten, welche die grössten Gangänderungen erzeugt haben:

	Kol. 1 — Kol. 3 = (Bewegung) — (Ruhe).			
	Gerlin	Bröcking	Petersen	Ehrlich
Rollen und Stampfen (Mittelwerth)	—0,79	—1,27	—1,77	—1,22
Rollen und Stampfen mit Stössen	—1,68	—0,51	—2,41	—1,47

Diese Zahlen zeigen, dass das Chronometer Bröcking durch die Bewegungen relativ am wenigsten beeinflusst worden ist; es folgen dann in nahezu gleicher Güte mit Bezug auf Seetüchtigkeit Gerlin und Ehrlich. Hingegen hat sich das Chronometer Petersen bei weitem nicht so widerstandsfähig gegen die Einwirkungen der Schaukelbewegungen, wie die übrigen drei Chronometer erwiesen. Zu einem ähnlichen Schlusse führte oben bereits die Betrachtung der an den zwischenliegenden Ruhetagen beobachteten Gänge.

Da bei der Einrichtung des Combe'schen Apparates der Zweck maassgebend war, die Einwirkung der einzelnen Elemente der Schiffsbewegung auf den Gang der Chronometer zu studiren, so liegt die Frage nahe, wie sich die hier erhaltenen Resultate verhalten zu den an Bord gemachten Beobachtungen. Das für diese Vergleichung benutzte Material ist enthalten in den „Annalen der Hydrographie etc.“ in den Abhandlungen von Prof. C. F. W. Peters: „Das Verhalten der Chronometer auf See“ und „Einige Bemerkungen über Chronometer“, sowie in der Abhandlung von Kapt.-Lieut. Zeye: „Das Verhalten der Chronometer an Bord“. Peters konnte in der ersten Abhandlung aus Beobachtungen in den Jahren 1874 bis 1880 konstatiren, dass die an Bord auftretenden Gangänderungen vorwiegend in der positiven Richtung liegen; so fanden sich unter den 24 Chronometern, bei welchen diese Aenderungen 2 Sekunden überstiegen, 22 retardirende und nur 2 avancirende. Nicht so deutlich ist der Sinn der Gangänderung ausgesprochen bei den in der zweiten Abhandlung von Peters diskutirten Instrumenten. Von 43 Chronometern lagen 57 längere Beobachtungsreihen an Bord vor, und eine überschlägliche Zählung ergab, dass in 24 Fällen ein Retardiren und in 18 Fällen ein Avanciren eingetreten war; in 15 Fällen blieb der Sinn der Gangänderung zweifelhaft. — Endlich stehen in der Abhandlung von Zeye 18 positiven Gangänderungen gegenüber 11 negative; in 9 Fällen war der Sinn der Aenderung ebenfalls zweifelhaft. Wenngleich also die Gangänderung der Chronometer an Bord durchaus nicht immer in einerlei Sinn erfolgt ist, so ist doch in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle ein Retardiren eingetreten, ein Resultat, welches scheinbar in Widerspruch tritt mit den Beobachtungen, welche aus unseren Versuchen mit dem Combe'schen Apparate gewonnen wurden.

Die neueren Untersuchungen des Herrn Prof. Peters, sowie die in den ersten Monaten des Jahres 1888 auf der Seewarte ausgeführten Beobachtungsreihen haben nun zweifellos dargethan, dass die an Bord und an Land beobachteten, oft sehr bedeutenden Gangunterschiede in erster Linie durch die ungleichen Feuchtigkeitsverhältnisse der atmosphärischen Luft hervorgebracht werden. Es hat sich gezeigt, dass bei stark hygroskopischen Instrumenten bei Vermehrung der relativen Luftfeuchtigkeit um 1 Prozent der tägliche Gang des Chrono-