

Die Grössen x, y, u, v und w sind dann die zu bestimmenden Constanten.

Eine schöne analytische Untersuchung dieser Formel von Villarceau hat S. A. Rouyaux gegeben. Man kann nämlich obige Gleichung auch in folgender Form geben:

$$Z = Ax + By + Cx^2 + Dy^2 + Exy + F.$$

Betrachtet man x, y, z als die Coordinaten eines Punktes im Raume, so ist diese die Gleichung eines Paraboloides. Alle jene Eigenschaften daher, welche dem Paraboloid angehören, können natürlich auch auf den Gang angewendet werden. Rouyaux hat drei derselben untersucht. Wir haben diese Untersuchung in unseren „Chronometer-Studien“ in den Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens aufgenommen, und wollen daher hier nur die Schlussresultate zusammenziehen.

1. Construiert man mit den Gängen, welche einer und derselben Temperatur angehören eine Curve, so erhält man eine Parabel, deren Axe mit der Z-Axe parallel läuft.
2. Die verschiedenen Parabeln, welche man für verschiedene Temperaturen erhält, stehen in bestimmten Beziehungen zu einander; die Kenntniss dieser Beziehungen hat eine praktische Bedeutung, indem man durch die bereits bekannten und gezeichneten Parabeln, die noch unbekanntem ermitteln kann. Diese Eigenschaften sind folgende:
  - a) Man kann leicht nachweisen, dass wenn E klein ist, die Scheitel der verschiedenen isothermischen Parabeln längs einer Linie vertheilt sind, welche mit der Axe der Gänge parallel ist.
  - b) Die Krümmung beim Scheitel ist für jede Parabel dieselbe.
  - c) Zwei beliebige Parabeln können sich nur für grosse Werthe der Zeit schneiden und können für einen nicht zu grossen Zeitraum als parallel laufend angenommen werden.
3. Kann man innerhalb eines restringirten Raumes (von 20 bis 30 Tagen) den Einfluss der Zeit ausser Acht lassen, so liegen die Gänge der verschiedenen Temperaturen auf einer Parabel, deren Axe parallel der Axe der Gänge läuft.
4. Betrachtet man die Grösse x als constant und bezeichnet diesen Werth mit xn, so wird:

$$Z = Ax_n + By_n^2 + Cx_n^2 + Dy + Ex_n + F$$

oder

$$Z = \alpha y + Dy^2 + \beta$$

wobei  $\alpha$  und  $\beta$  constant sind und folgende Werthe haben:

$$\alpha = B + Ex_n$$

$$\beta = Ax_n + Cx_n^2 + F.$$

Die Erfahrung hat gezeigt, dass  $E = 0$  angenommen werden kann. Dadurch wird:

$$\alpha = B$$

d. h. der Parameter  $\alpha$  ist von der Zeit unabhängig. Betrachtet man die Gleichungen zweier verschiedener Parabeln für gleiche Zeitintervalle, so hat man für sie die Gleichungen:

$$Z = \alpha y + Dy^2 + \beta$$

$$Z = \alpha y + Dy^2 + \beta^1.$$

Wir sehen, dass die Curve dieselbe bleibt, nur erscheint sie um den Betrag  $\beta^1 - \beta$  parallel zur Axe der Gänge verschoben. Diese Eigenschaft hat ihre Wichtigkeit, indem es so möglich erscheint, diese Parabel gleicher Zeitintervalle ein für alle Mal zu bestimmen.

Rouyaux hat eine weitere Untersuchung über die Art und Weise gepflogen, in welcher sich diese Eigenschaften darstellen, wenn man auch die weiteren Glieder der Villarceau'schen Formel in Betracht zieht. Praktischen Werth haben aber dieselben natürlich nicht.

Haben die hier besprochenen Bemühungen der Gelehrten und der Fachmänner praktischen Nutzen mit sich gebracht? Nur insofern, als diese Coefficienten bei den Chronometer-Prüfungen, welche am Lande veranstaltet werden, Anhaltspunkte für die Beurtheilung der eingelieferten Uhren bieten. Der eigentliche Zweck aber, den Seeleuten ein Mittel in die Hände zu geben, um nach Verlassen des Hafens in hoher See den Gang berichtigen zu können, ist noch lange nicht erreicht worden. Wir hatten uns auch die Mühe genommen, lange Zeit der Berechnung dieser Coefficienten zu widmen, um die erhaltenen Resultate einer Discussion zu unterziehen und kamen auf folgende Schlussfolgerungen:

1. Die Zeitcoefficienten sind in den meisten Fällen — jedoch durchaus nicht immer — derart beschaffen, dass sie die Uhr retardiren machen.
2. Bei ein und derselben Uhr sind diese Coefficienten fortwährenden Aenderungen unterworfen.

Übereinstimmend mit unseren Resultaten schrieben die Verfasser des Berliner Handbuchs der Navigation: „Es ist immer ungewiss — und umso mehr, je länger der Zeitraum — in welcher Weise sich die Acceleration ändert. Für rückwärts liegende Beobachtungen, wenn man aus absoluten Standbestimmungen den Gangunterschied zwischen der verlassenen und erreichten Station ermittelt, nimmt man die Acceleration proportional der Zeit an. Aber eine Bestimmung der Acceleration im Voraus erscheint gewagt und muss dem Beobachter selbst aus der täglichen Chronometervergleichung zu ermitteln überlassen werden.“ Und Rümker schrieb: „Diese von der Zeit abhängigen Gangänderungen, insbesondere diejenigen, denen man den Namen Acceleration beizulegen pflegt, sind es, welche die Zuverlässigkeit der Angaben der Chronometer zur See am meisten beeinträchtigen. Da die betreffenden Quotienten mit der Zeit ihre Grösse ändern, so hat die Mittheilung der während der Prüfung für sie gefundenen Beträge für den Schiffsführer nicht denselben Werth, wie die Angabe der Temperaturcoefficienten, weshalb sie denn auch häufig unterbleibt. In allen Fällen aber, wo man dem Capitän die in der Untersuchung für x und u gefundenen Werthe bei Antritt der Reise mitgibt, wird man nicht unterlassen dürfen, ihn darauf aufmerksam zu machen, dass sich diese voraussichtlich ändern werden, und ihm empfehlen müssen, sich die Beträge, so oft ihm Gelegenheit wird, von Neuem zu bestimmen.“

Was die Temperaturcoefficienten anbelangt, schrieben wir vor vier Jahren, dass wir bei denselben unvortheilhafte Aenderungen fanden.

Diese Aenderung war nur bei jenen Uhren geringer, welche im Depôt stets auf demselben Platze verblieben. Die von uns berechneten Uhren waren aber alle älterer Construction und so ist die Verschiedenheit unserer Ansichten mit den Resultaten der deutschen Observatorien wohl erklärlich. Prof. Peters in Kiel schrieb darüber erst vor wenigen Monaten (Annalen der Hydr. 1884. S. 377): „Vor Allem ist der Umstand, dass die Elasticität der bei der Unruhe befindlichen Spiralfeder von der Temperatur abhängig ist, die Grösse dieser Abhängigkeit aber wieder mit der Zeit veränderlich ist, der Ausführung einer für längere Zeit wirkenden Compensationsvorrichtung hinderlich gewesen. Diese Verhältnisse, welche noch überdies für jedes Chronometer verschieden liegen, und dadurch noch complicirter werden, dass die Schwingungsdauer der uncompensirten Unruhe nicht nur von der ersten, sondern in der Regel auch von der zweiten, zum Theile auch wohl noch von höheren Potenzen der Temperatur merklich beeinflusst wird, haben zu der Ausführung verschiedener, mehr oder weniger vollkommenen Vorrichtungen geführt, welche unter der Bezeichnung der Hilfscompensation bekannt sind. Bis zu welcher hohen Vollkommenheit dieselben gebracht werden können, zeigen die Gänge mancher in den letzten Jahren untersuchten Chronometer, die sich zeitweilig zum Theil fast vollständig unempfindlich gegen Temperaturdifferenzen von selbst grossem Betrage gezeigt haben.“ Obwohl wir Peters als Autorität auf diesem Gebiete ansehen, so können wir uns dieser Ueberzeugung nicht so ohne weiteres hingeben. Bei den einschlägigen Experimenten werden zumeist neue Uhren in Beobachtung genommen, und die Beobachtungsperiode erstreckt sich auf einige Monate höchstens. Wir wissen nicht, ob ein und dieselbe Uhr in verschiedenen Epochen geprüft wurde. So fanden wir z. B. bei verschiedenen Uhren einen Coefficienten für den Sommer, einen anderen für den Winter, einen vor, einen anderen nach der Einschiffung u. s. w. Es wäre, glauben wir, interessant, das folgende Experiment auszuführen. Zwölf ganz neue Chronometer mit den besten und vollkommensten Compensationen, eventuell mit Hilfscompensation versehen, werden ein ganzes Jahr in Beobachtung gehalten und daraus die Coefficienten für alle zwölf Monate des Jahres ermittelt. Hierauf werden dieselben durch zwölf Monate eingeschiffen, um nach Ablauf dieser Zeit abermals in einjährige Beobachtung genommen zu werden. Auch dieses Mal sollten die Coefficienten monatlich berechnet werden. Endlich werden (nach 3 Jahren) die Uhren gereinigt und geölt und einer abermaligen Prüfung unterzogen. Wir wären sehr begierig, die Resultate dieses Experimentes kennen zu lernen. Erst dann würde man verlässliche Angaben erhalten; so lange man aber nur immer die Uhren wechselt, wird man wahrscheinlich wenig erreichen.

Die Untersuchungen Börgen's in Wilhelmshafen bekräftigten unseren Zweifel über die allzugrosse Verlässlichkeit der Temperaturcoefficienten (Ann. der Hydr. 1884 S. 402). Aus einem Vergleiche der Resultate nämlich, welche Börgen in den Jahren 1881/82 und 1880/81 gewann, geht hervor, dass die Coefficienten alle mehr oder weniger grosse, zum Theil sehr bedeutende Aenderungen erlitten haben. „Hierdurch wird, besonders wenn man bedenkt, dass die fraglichen Chronometer unter den günstigsten Verhältnissen beobachtet worden sind, der Werth, den man den Temperaturcoefficienten beilegen zu können glaubte, unstrittig herabgestimmt werden.“ Die folgende Zusammenstellung spricht übrigens deutlich genug. (a Coefficient für die erste, b für die zweite Potenz der Temperatur. Wir geben die Zahlen nur auf zwei Decimalstellen an).

Chronometer.	a			b		
	79/80	80/81	81/82	79/80	80/81	81/82
Eppner 149	+ 0.26	+ 0.25	+ 0.30	+ 0.02	+ 0.01	+ 0.00
Tiede 205	+ 0.13	+ 0.02	+ 0.01	+ 0.01	+ 0.01	+ 0.01
Frodsham 3386	- 0.14	- 0.02	- 0.02	+ 0.01	+ 0.02	+ 0.00
Knoblich 1935	- 0.03	+ 0.17	+ 0.13	+ 0.01	+ 0.00	+ 0.00
Eppner 191	+ 0.16	+ 0.04	+ 0.035	+ 0.025	+ 0.00	+ 0.01
Ehrlich 365	- 0.09	- 0.09	- 0.13	+ 0.01	+ 0.00	+ 0.01
Knoblich 1920	+ 0.17	+ 0.15	+ 0.15	- 0.00	- 0.00	- 0.00
Ehrlich 364	- 0.08	- 0.09	- 0.14	+ 0.01	+ 0.01	+ 0.01
Bröcking 916	- 0.10	- 0.08	- 0.03	+ 0.00	+ 0.01	+ 0.00

Es zeigen einige dieser Uhren allerdings eine langsame Aenderung, ja Ehrlich 365, Knoblich 1920 haben in drei Jahren fast gar keine erlitten, aber andere Uhren, wie z. B. Tiede 205, Frodsham 3386 etc. zeigen keine sehr günstigen Verhältnisse, trotz der äusserst sorgfältigen Behandlung. Und diese Beobachtungen sind noch immer nicht in dem von uns gemeinten Sinne ausgeführt.

(Fortsetzung folgt.)

### Eine Studie über den Ankergang.

Von  
M. L. A. Grosclaude,  
Professor an der Uhrmacherschule in Genf.  
(Fortsetzung von No. 3.)

Zeichnung einer Ankerhemmung mit gleichentfernten Hebeln (gleicharmiger Anker), spitzen Radzähnen, gleichen Weg des Rades und gleichen Fall. (System II).

Als Grundlage für die Zeichnung (Fig 2) nehmen wir folgende Bedingungen an:

- Gleichenfernte Hebel.
- Hebung allein am Anker.
- Rad mit 15 Zähnen.
- 2 Grad Fall.
- Gauze Bewegung des Ankers 10 Grad.
- Ruhe der Radzähne am Anker 1½ Grad.