

von 12° gleichzeitig auch zweimal kleiner und somit das Product dieser beiden Grössen gleich sein.

Die bewegendende Kraft wird auf den Anker nicht vollständig übertragen, weil der Radzahn während der 12° Hebung nicht ununterbrochen wirkt, denn der Hebung soll ein Fall von mindestens 2 Grad bei einem Rade mit spitzen Zähnen, und 1½ Grad, ja selbst weniger, bei einem solchen mit Kolbenzähnen folgen. Im ersteren Falle erhält man von der übertragenen Kraft nur 10/12 oder 83%, und im zweiten nur 10½/12 oder 87½%.

Wir bemerken hierbei, dass es unter sonst ganz gleichen Verhältnissen vortheilhaft sein wird, den Fall soviel als möglich zu beschränken, denn wie wir soeben gesehen haben, erhalten wir bei ¼ Grad weniger Fall eine Ersparniss der übertragenen Arbeitskraft von mehr denn 4%. Diese Kraft ist also thatsächlich vollständig verloren, und hat der aus einem zu grossen Fall hervorgehende heftige Stoss auf die Ruhefläche nur die schnellere Abnutzung derselben zur Folge. In der Mechanik sind heftige Stösse immer zu vermeiden, da sie durchaus keine Vortheile darbieten sondern nur Schwierigkeiten verursachen, ausgenommen natürlich in den Fällen wo ein starker Stoss, z. B. beim Schmieden, gebraucht wird, also von Wichtigkeit ist. Aber selbst dann ist es, wie in der Mechanik anerkannt, vortheilhafter, Druck anzuwenden, sobald man mit demselben das gleiche Ziel erreichen kann.

Bei unserer Hemmung indessen lässt sich ein gewisser Grad von Fall nicht vollständig vermeiden, denn wir müssen den Unregelmässigkeiten, welche bei der Anfertigung der Hemmungstheile unvermeidlich sind, Rechnung tragen. Um die freie Bewegung dieser Theile zu sichern, sind wir also genöthigt, den Fall zu dulden.

Wir stellen nun die weitere Frage: Wird die von dem Rade während eines Antriebes erzeugte Arbeit oder Kraft unter gleichen Vortheilen auf den Anker übertragen, gleichviel, welche von unseren Zeichnungen wir dabei verwenden? Wir bejahen auch diese Frage, jedoch unter dem Vorbehalte, dass wir dabei, wie schon erwähnt, von dem Einflusse der Trägheit und der Reibung absehen. — In der That wird die Arbeit oder Kraft in der soeben erklärten Weise in ihrer Gesamtheit übertragen, gleichviel, welche Construction man für die Uebertragung wählt.

Als Beweis dafür wollen wir hier einige Beispiele ausserhalb der Uhrmacherei anführen: Welche Kraft ist erforderlich, um ein Gewicht vermittelst eines Flaschenzuges zu heben? — Hierzu ist eine dem Gewichte gleiche Kraft erforderlich, weil der von der Kraft durchlaufene Weg gleich dem Wege ist, welchen der Widerstand durchläuft. Mittelst eines Flaschenzugsystems von drei Rollen in jedem Kloben kann man ein Gewicht heben, welches sechsmal schwerer ist als die an dem Seile wirkende Kraft, dagegen ist die Geschwindigkeit (der durchlaufene Weg) des Gewichtes sechsmal geringer. Betrachten wir als weiteres Beispiel die Brückenwaagen, deren man sich bedient, um schwere Lasten zu wiegen. Wenn ein Gewicht von 1 Kilogramm auf den Waagebalken gelegt wird, welches 1000 Kilogramm das Gleichgewicht hält, so wird man bei einer gewissen verticalen Bewegung der zu wiegenden Last bemerken, dass die Bewegung des Gewichtes tausend Mal grösser ist. Ferner: Der Druck, welcher von den Zähnen des Mittelrades ausgeübt wird, ist auf den Zähnen des Sekundenrades gemessen sechsmal schwächer, wenn beide Räder gleichen Durchmesser haben, weil ein jeder dieser Zähne einen sechszigmal so grossen Weg zu durchlaufen hat. — Immer finden wir dasselbe Product des Druckes durch den durchlaufenen Weg, sobald wir dasselbe auf den einen oder anderen Punkt der Maschine berechnen. Daraus entstammt auch das wohlbekanntes Gesetz: „Das, was man an Kraft gewinnt, verliert man an Geschwindigkeit.“ Gehen wir nun zu einem etwas complicirteren Beispiel, einer Dampfmaschine mit Kolben über, welche durch Vermittelung der Kurbel- oder Zugstange auf eine Kurbel wirkt, und setzen wir dabei voraus, dass letztere eine Welle dreht, auf welche sich eine Schnur aufwickelt, an deren Ende ein Gewicht befestigt ist. Ist der Durchmesser dieser Welle von solcher Grösse, dass der Umfang derselben gleich dem durchlaufenen Weg ist, welchen der Kolben bei einem Umgange der Welle zurücklegt, so folgt daraus, dass der Kolben bei einer gewissen Anzahl Umgänge der Welle den gleichen Weg als das gehobene Gewicht durchläuft. In diesem besonderen Falle würde die Last, welche die Maschine heben soll, dem Drucke gleich sein, welcher auf den Kolben einwirkt. Man weiss jedoch sehr wohl, dass die durch eine Kurbelstange übertragene Kraft oder der übertragene Druck in jedem Augenblicke veränderlich sind. Diese Kraft erreicht ihre höchste Wirkung, wenn die Kurbelstange senkrecht auf (der Tangente) der Kurbel steht, und sie vermindert sich auf Null in den toten Punkten (die Stellung über oder unter dem Zapfen). Diese, durch die verschiedenen Stellungen der Kurbel hervorgerufenen Unregelmässigkeiten haben jedoch nicht die Wirkung, die Uebertragung der vollen Kraft zu behindern.

Aus den vorgeführten Beispielen müssen wir schliessen, dass, wenn wir durch dieselbe Winkelbewegung des Rades eine immer gleiche Winkelbewegung des Ankers und seiner Gabel erhalten, auch der ausgeübte mittlere Druck immer gleich sein wird, welches der aufgezeichneten vier Systeme des Ankerganges wir auch dafür verwenden mögen. Wir halten es jedoch dabei für nothwendig hervorzuheben, dass wir nicht gesagt haben: der Druck des Gangrades übertrüge sich während der ganzen Dauer eines Antriebes ganz gleichförmig, sondern wir behaupteten nur, dass die Uebertragung der ganzen Kraft gleich sein wird. Um also eine bestimmte Wahl unter den verschiedenen Annahmen für die mechanische und vortheilhafteste Ausführung der Zeichnung eines Ankerganges zu treffen, müssen wir das, was den theoretischen Antrieb betrifft, fallen lassen, und uns darauf beschränken, alle Ursachen zu studiren, welche denselben verändern könnten, das heisst, wir müssen nach und nach die verschiedenen Widerstände, besonders die des Oeles, der Trägheit der Materie und vor Allem die Reibung studiren.

(Fortsetzung folgt.)

Skizze einer Geschichte der Chronometer nebst einer Revue der letztjährigen Erfahrungen und Beobachtungen über die Ursachen der Gangveränderungen.

Von Prof. Eugen Geleick.

(Fortsetzung von No. 5.)

Aus späteren Beobachtungen hat derselbe Experimentator folgende Resultate (Ann. der Hydr. 1885, S. 31) veröffentlicht (auf 3 Decimalen nur wiedergegeben).

	I		II		III		Differenz			
	1883/84		1882/83		1881/82		I-II		II-III	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Tiede 207	+ 0.617	+ 0.008	+ 0.498	+ 0.020	—	—	+ 0.125	- 0.017	—	—
331	- 0.185	- 0.005	- 0.363	+ 0.011	—	—	+ 0.178	- 0.015	—	—
305	+ 0.020	+ 0.005	- 0.338	+ 0.013	+ 0.010	+ 0.011	+ 0.058	- 0.008	- 0.058	+ 0.002
278	+ 0.006	+ 0.011	+ 0.015	+ 0.016	—	—	+ 0.010	- 0.015	—	—
359	- 0.112	+ 0.009	- 0.121	+ 0.009	—	—	+ 0.008	+ 0.003	—	—
Eppner 210	+ 0.007	- 0.003	+ 0.038	- 0.012	+ 0.008	- 0.005	- 0.001	- 0.001	+ 0.090	+ 0.003
30	- 0.148	+ 0.005	- 0.035	- 0.002	- 0.14	+ 0.005	- 0.113	+ 0.007	+ 0.110	- 0.007
Ehrlich 365	- 0.167	+ 0.009	- 0.114	+ 0.006	- 0.129	+ 0.007	- 0.048	+ 0.003	+ 0.014	- 0.001
364	- 0.095	- 0.006	- 0.064	+ 0.006	- 0.136	+ 0.007	- 0.002	+ 0.000	+ 0.072	- 0.002
245	- 0.174	+ 0.010	+ 0.021	+ 0.001	—	—	- 0.195	+ 0.009	—	—
403	- 0.048	+ 0.002	- 0.004	- 0.000	—	—	- 0.044	+ 0.003	—	—
Knoblich 1844	- 0.352	+ 0.006	- 0.215	+ 0.010	—	—	+ 0.057	- 0.004	—	—
1843	+ 0.017	+ 0.000	- 0.043	+ 0.004	—	—	+ 0.036	- 0.004	—	—
1944	- 0.061	+ 0.008	- 0.105	+ 0.010	- 0.119	+ 0.007	+ 0.044	- 0.002	+ 0.014	+ 0.003
Nieberg 572	- 0.138	+ 0.005	- 0.214	+ 0.007	—	—	+ 0.075	- 0.002	—	—
Mierendorf 43	+ 0.766	+ 0.016	+ 0.838	+ 0.014	+ 0.835	+ 0.012	- 0.072	+ 0.002	+ 0.003	+ 0.002
Reinrich 2	- 0.065	- 0.002	+ 0.068	- 0.001	+ 0.058	- 0.004	- 0.133	- 0.001	+ 0.010	+ 0.003
Recking 835	- 0.116	+ 0.004	- 0.110	+ 0.004	—	—	- 0.006	- 0.000	—	—
890	- 0.010	+ 0.001	+ 0.023	+ 0.003	—	—	- 0.034	- 0.000	—	—

„Es bestätigt sich demnach wiederum — sagt Börgen — die Erfahrung früherer Jahre, dass die Coefficienten Aenderungen unterworfen sind, für welche sich indess weder mit Bezug auf Grösse noch mit Bezug auf Richtung eine Regel ableiten lässt.

Die Aenderungen sind gewiss zum Theil reell, zum Theil jedoch lässt sich annehmen, dass Beobachtungsfehler und sprungweise Gangänderungen, die in dem zur Ableitung der Coefficienten verwendeten Material nicht ganz eliminiert werden, wenn sie auch abgeschwächt in dasselbe eingehen, zu scheinbaren Aenderungen der Coefficienten Anlass geben; indess ist der Unterzeichnete geneigt, anzunehmen, dass die Qualität in den meisten Fällen, wo grosse Aenderungen vor sich gegangen sind, ausser Zweifel ist, weil die Beobachtungsfehler jedenfalls sehr klein sind. Auch kann man sich als Ursachen solcher Aenderungen molekulare Veränderungen des verwendeten Materials, Aenderungen der Spannung der für die Hilfscompensation verwendeten schwachen Federn und ähnliche Vorgänge vorstellen; es bleibt freilich schwierig, hieraus den Wechsel des Vorzeichens der Aenderung in verschiedenen Jahren zu erklären.“

Ueber die Anwendung der sogenannten Hilfscompensationen hat Negus in New-York ein Urtheil gefällt (Proceedings of the U. S. Nav. Instr. 1882, Ann. der Hydr. 1883 S. 20), welches wir unseren Lesern nicht vorenthalten können.

„Man hat in den letzten dreissig Jahren wohl nach keiner anderen Richtung hin soviel Zeit und Nachdenken aufgewendet und so wenig erreicht, als in der Vervollkommnung der gewöhnlichen Compensations-Unruhe. Viele Unruhen sind erfunden, für welche grosse Reclame gemacht wurde, aber die meisten sind bald in Vergessenheit gerathen, da sie von den Verfertigern nur dazu benutzt wurden, sich durch die kurzen und unter günstigen Umständen in Observatorien vorgenommenen Prüfungen einen Ruf zu verschaffen, nicht aber in der Absicht, diese Unruhen bei Chronometern anzubringen, welche in den Handel kommen sollten.“

Die gewöhnliche Unruhe hat die Probe der Zeit bestanden und ist, wenn gut hergestellt und adjustirt, viel zweckdienlicher als irgend eine der Hilfscompensationen oder eine der bis jetzt erfundenen vervollkommenen Unruhen. Die Ersteren sind unzuverlässig in ihren Leistungen, unbeständig und aus verschiedenen Gründen Unordnungen unterworfen. Die Letzteren zeigen in See Gänge, welche von denen am Lande sehr abweichen; die Fehler entstehen durch Erschütterungen, hervorgerufen durch den Gang der Maschine oder durch Seegang oder durch Beides, und variiren mit dem Grade der Erschütterung. Wenn Chronometer mit richtig construirter einfacher Unruhe bei gewöhnlichen Temperaturschwankungen keine genügenden Resultate geben, so liegt dies daran, dass ihr Gang bei einer zu hohen oder zu niedrigen Temperatur am grössten ist, entweder in Folge von Fahrlässigkeit oder Unwissenheit des Verfertigers, oder weil demselben Einrichtungen fehlen, um die Instrumente bei künstlichen Temperaturen zu adjustiren.“

Um unserer historischen Darstellung treu zu bleiben, müssen wir zur graphischen Behandlung der Chronometer-Untersuchungen übergehen. In neuerer Zeit war Lieussou (1853) einer der ersten, der sich mit graphischen Constructionen beschäftigte. Er betrachtete die verflochtenen Zeiten als Abscissen, die Aenderungen des Ganges als Ordinaten und erhielt so Curven, die ihm zur Aufstellung der früher angeführten Gleichungen verhalfen. Die Temperaturcurven entwarf er in ähnlicher Art. Gleichzeitig mit Lieussou wendete auch Mouchez als Navigationsoffizier der Capricieuses während einer Weltumsegelung ein ähnliches Verfahren an, welches von Dubois in seinem „Cours de Navigation“ ausführlich beschrieben wird.

In der ersten Auflage des „Handbuchs der Navigation“, herausgegeben vom Hydrogr. Bureau der Kaiserl. Admiralität in Berlin S. 198 ff. ist die graphische Behandlungsweise von Fleurbaey beschrieben worden. Bei der Neuauflage dieses Werkes (1881) ist dieselbe als praktisch nicht bewährt entfallen. Uns scheint aber gerade die im genannten Lehrbuche gegebene Erklärung der Methode so elegant, dass es uns schmerzen würde, sie auszulassen.