

Nehmen wir die Tangenten der Ablenkungswinkel zum Mass der Stromstärke, so wird Gleichung für die Data des ersten Versuches

$$1,88 = \frac{E}{r}, \text{ für die Data des zweiten Versuches:}$$

$$0,849 = \frac{E}{r+5}.$$

Aus Kombination dieser beiden Gleichungen ergibt sich $r = 4,11$; und $E = 7,727$, der wesentliche Leitungswiderstand des elektromotorischen Bechers ist also in diesem Falle gleich dem Leitungswiderstande eines 4,11 m langen Kupferdrahtes von derselben Dicke, wie man ihn für die Einschaltung benutzte.

Setzen wir diese Werthe von r und E in Gleichung 2), so wird sie:

$$3) S = \frac{7,727}{4,11 + l} \text{ Danach ergeben sich aber folgende Werthe}$$

von l und S :

l	S
10	0,547
40	0,175
70	0,104
100	0,074.

Diese berechneten Stromstärken sind also in der That so nahe gleich den für die Einschaltungen 10,40 etc. beobachteten und in der dritten Kolumne der obigen Tafel angeführten, dass diese Versuchsreihe eine vollkommene Bestätigung des Ohm'schen Gesetzes liefert.

Bezeichnen wir mit e die elektromotorische Kraft und mit r den wesentlichen Widerstand eines Plattenpaares, also eines Elementes, so ist die elektromotorische Kraft E einer aus n solcher Plattenpaare oder Elemente zusammengesetzten Säule gleich $n e$, der wesentliche Leitungswiderstand dieser Säule ist aber $n r$. Wird zwischen den Polen ein Widerstand l eingeschaltet, so ist also die Stromstärke:

$$4) S = \frac{n e}{n r + l}.$$

Für den Fall, dass der Widerstand l des Schliessungsbogens verschwindend klein ist gegen den wesentlichen Leitungswiderstand $n r$ der Säule, reducirt sich Gleichung 4) auf:

$$S = \frac{n e}{n r} = \frac{e}{r}.$$

Eine Säule von n Plattenpaaren bringt also in diesem Falle keine grössere Wirkung hervor als ein einzelnes Plattenpaar.

Um die Richtigkeit dieser Folgerung durch den Versuch nachzuweisen, wurde der Reihe nach eine Säule von einem einzigen und dann eine solche von 6 Zinkkohlenelementen durch die Tangentenboussole und kurze dicke Zuleitungsdrähte geschlossen, so dass der Widerstand l des Schliessungsbogens, wenn auch nicht Null, doch sehr gering war. Es ergab sich:

für eine Säule von 1 Element eine Ablenkung von 67°
 " " " " 6 Elementen " " " 68°

Man sieht, dass hier in der That die Vermehrung der zur Säule verbundenen Plattenpaare die Stromstärke kaum merklich vermehrt.

Wenn dagegen der Leitungswiderstand l des Schliessungsbogens einen bedeutenden Werth hat, so wächst der Zähler des Bruches 4) bei Vermehrung der Elementenzahl n in rascherem Verhältnisse als der Nenner; die Vermehrung der hintereinander verbundenen Elemente muss also in diesem Falle auch eine Vergrößerung der Stromstärke zur Folge haben, was auch durch folgenden Versuch bestätigt wird:

Zwischen die Pole eines einzigen Zinkkohlenelements wurde ausser der Tangentenboussole noch ein 40 m langer, dünner Kupferdraht eingeschaltet; die bei dieser Anordnung beobachtete Ablenkung der Tangentenboussole betrug 11°.

Als nun bei verändertem Schliessungsbogen der eine Zinkkohlenebecher durch eine Säule von 6 Zinkkohlenelementen ersetzt wurde, stieg die Ablenkung auf 39°. In allen Fällen also, in welchen der im Schliessungsbogen zu überwindende Leitungswiderstand ein bedeutender ist, muss eine Säule von vielen Plattenpaaren angewendet werden, um eine namhafte Stromstärke zu erhalten.

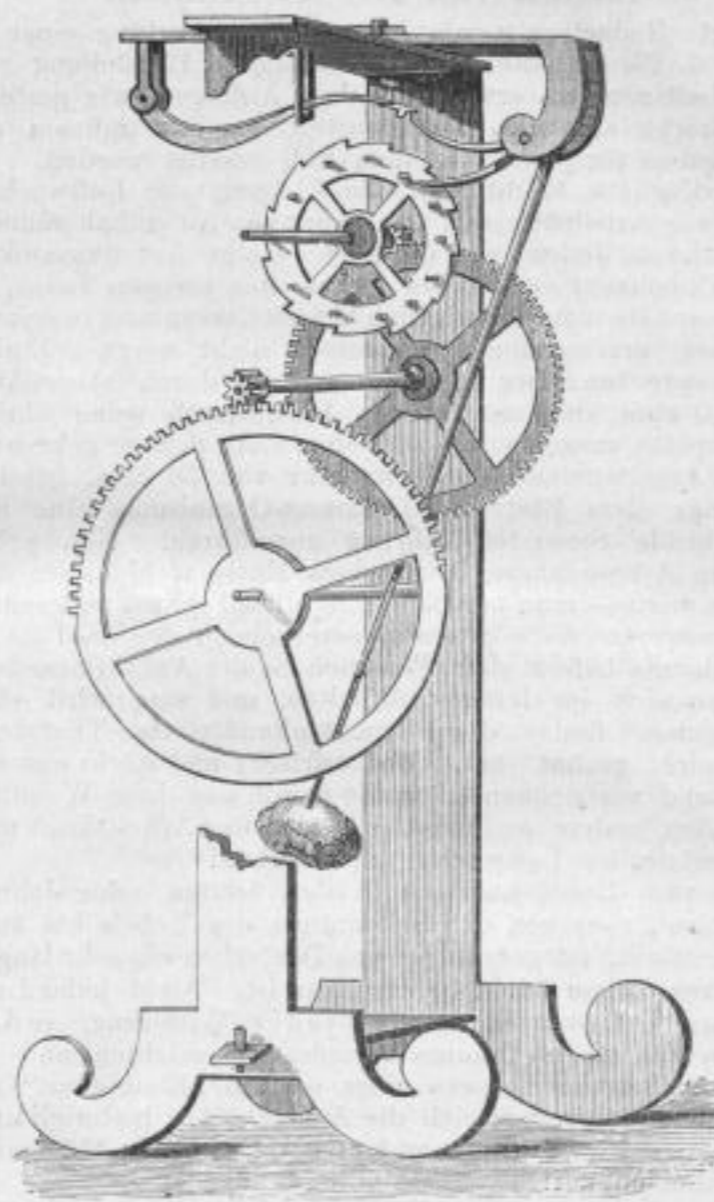
(Fortsetzung folgt.)

Wer brachte zuerst das Pendel für Uhren in Anwendung?

Diese Frage wird von einem englischen Uhrmacher, Herrn Georg Hollister, im Märzheft des „Horological Journal“ wie folgt beantwortet;

Man nimmt im Allgemeinen an, dass der Holländer Huyghens, zuerst das Pendel für Uhren in Anwendung brachte, obgleich auch zwei englische Uhrmacher, Richard Harris und William Clement, die Erfindung für sich in Anspruch nehmen. Aus der nachstehenden Zeichnung einer Hemmung mit Pendel von „Galilei“, welche sich auf der South Kensington Ausstellung befand, geht jedoch hervor, dass diesem die Ehre gebührt, zuerst das Pendel für Uhren angewandt zu haben. Die Veröffentlichung der allgemein bekannten Beobachtungen Galilei's über die isochronische Eigenschaft des Pendels hatte ohne Zweifel zur Folge, dass mehrere Uhrmacher dasselbe gleichzeitig in Anwendung brachten.

Huyghen's Uhr hatte, wie die meisten Uhren jener Zeit, eine Spindelhemmung, die sich naturgemäss weniger für die Anwendung des Pendels eignet, während die erwähnte und hier abgebildete Galilei'sche Construction eine ganz eigenthümliche, ausschliesslich zur Anwendung des Pendels bestimmte Hemmung in Verbindung mit demselben zeigt.



sogenannten Gang- oder Steigrade 12 Zähne und ebenso viele Stifte, welche seitwärts in den Zwischenräumen der Zähne eingesetzt wurden; das Trieb erhielt 6 Zähne und ein anderes Rad, welches das oben genannte Rad bewegt, wurde mit 90 Zähnen versehen. Dann brachte er auf der einen Seite der aufgelegten Schiene, die mit dem Gestell einen rechten Winkel bildet, eine Auslösung an, welche auf dem Steigrade ruhte, und auf der anderen Seite befestigte er das Pendel, welches aus Eisendraht angefertigt und am unteren Ende mit einem Gewinde versehen war, um eine Bleikugel behufs Regulirung auf- und niederschrauben zu können.

Als alles soweit hergestellt war, wünschte Vincenzo, — da ich in das Geheimniss dieser Erfindung eingeweiht war — ich solle durch Versuche die Wirkung des Gewichts in Verbindung mit dem Pendel probiren. Ich beobachtete den Mechanismus während des Ganges sehr oft und in Gegenwart jenes Arbeiters. Wenn das Pendel in Ruhe war, verhinderte es das Heruntergehen des Gewichts, sobald es aber in Bewegung gesetzt wurde und über seine lothrechte Lage hinausging, wurde die Auslösung, welche auf dem Rade lag, durch den längeren Hebelarm des Pendels gehoben, und das Rad, mittelst der Schwerkraft des Gewichts nach dem Pendel zu in Bewegung gesetzt, fiel nun mit einem der Stifte auf den kürzeren Arm des Pendels und gab im Augenblicke des Zurückgehens einen hinreichenden Antrieb, um das Pendel wieder bis zu derselben Höhe schwingen zu lassen, von der es ausgegangen. Beim Zurückgehen wurde die Auslösung wieder gehoben, und das Steigrad, auf's Neue in Bewegung gesetzt, gab nun dem Pendel wieder einen Antrieb. Auf diese Weise wurden die Schwingungen desselben fortdauernd unterhalten, bis das Gewicht abgelaufen war. Wir untersuchten nun zusammen die Funktionen des Ganges, wobei sich dann noch verschiedene Schwierigkeiten herausstellten. Vincenzo glaubte aber zuversichtlich, alle diese Schwierigkeiten zu überwinden, er hoffte sogar, dass es ihm durch neue Erfindungen gelingen würde, das Pendel in noch anderer Weise bei Uhren zur Anwendung zu bringen. Da er jedoch mit der hier dargestellten Anordnung schon so weit vorgeschritten war, so wünschte er das Werk auch nach dieser zu vollenden, ja selbst mit Zeigern, welche Stunden und Minuten zeigen sollten, zu versehen. Zu diesem Zwecke verfertigte er noch ein gezahntes Rad; aber während er mit dieser für ihn ungewöhnten Arbeit noch beschäftigt war, wurde er von einem heftigen Fieberanfall heimgesucht, welcher ihn nöthigte, die bis zu diesem Punkte noch unfertige Arbeit auf immer zu verlassen. Nach 22tägigem Krankenlager, am 16. Mai 1649, machte der Tod allen seinen kühnen Plänen und seinen Bestrebungen für die Verbesserung der Zeitmesskunst ein Ende.“

Viviani giebt das Jahr 1641 als den Zeitpunkt an, in welchem Galilei seinen Plan für die Anwendung des Pendels bei Uhren veröffentlichte, und ist es mehr als eigenthümlich, dass gerade in diesem Jahre auch Richard Harris seine Pendeluhr für die Pauls-Kirche in Convent-Garden angefertigt haben soll. Nelthropp bezweifelt in seiner trefflichen Abhandlung jedoch die Aechtheit von Harris's Anspruch. Derselbe bezeichnet das Jahr 1657 als den Zeitpunkt von Huyghens Erfindung, während er das Jahr 1680 für die Einführung des Pendels durch Clement angiebt.

Wie man sich erzählt, soll Galilei diese Erfindung, da er erblindet war, seinem Sohne Vincenzo dictirt haben.

Viviani, ein Schüler des älteren Galilei giebt über die Anfertigung dieser Hemmung durch Vincenzo, folgende Beschreibung: „Vincenzo bediente sich hierbei der Hilfe eines jungen Schlossers

Namens Domenico Balestri, welcher in Anfertigung grosser Uhren schon einige Uebung besass. Von diesem liess er das eiserne Gestell, die Räder und Wellen anfertigen, während er das Einfeilen der Radzähne, sowie die anderen Arbeiten mit eigener Hand ausführte.

Er gab dem oberen Rade, dem