

der auf Zug beanspruchten Gangfeder mußten leider durch gewisse, nicht unwesentliche Nachteile erkauft werden. Es erhalten nämlich die Gangradzähne infolge des Umstandes, daß hier das Ruhestück zur Auslösung des Gangrades in dieses hineinbewegt werden muß, die eigentümliche, aus der Abbildung ersichtliche, komplizierte Form. Dadurch ergeben sich zwei Zahnspitzenkreise, deren übereinstimmend genaues Rundlaufen nicht gerade leicht zu erzielen ist.

24. Die Ruhe kann bei diesem Chronometergange nur durch die innere Zahnkante bewirkt werden. Damit nun bloß diese Kante (Spitze) sich auf die Ruhesteinfläche auflegt, wie das die Sicherheit der Ruhe und die notwendige Zugwirkung erfordern, muß das betreffende Zahnstück nach außen hin, entgegengesetzt zur Richtung der sonst stets unterschrittenen Gangradzahn-Vorderseiten, schräg gestellt werden. Das bedingt einen beträchtlicheren Zwischenraum zwischen den Zähnen und der Hebungsscheibe und damit vermehrten Fall bei der Hebung.

Der Gangradzahn der Arnoldschen Hemmung fällt überdies bei einfach gerader und radial gerichteter Hebelsteinfläche nicht mit seiner Endkante (Spitze) auf die Fläche des Hebels, wie es am vorteilhaftesten wäre, sondern umgekehrt mit seiner schrägen (etwas gekrümmten) Fläche auf die Hebelsteinkante (Spitze), was die Reibungsverhältnisse vor der Mittellinie noch ungünstiger gestaltet. Die Hebelsteinkante mußte bei diesem Gange deshalb etwas abgerundet werden. Das gilt auch für den Gang von Earnshaw, bei welchem die Zähne nicht so viel unterschritten werden können, als es die Schrägstellung des Hebelsteines erforderte.

25. Die in der Abbildung 13 in einer vereinfachten Form dargestellte Ausführungsart der Federhemmung, welche unter der Bezeichnung Frodshams Trochilic Escapement in Nr. 327 (1885), S. 43, von „The Horological Journal“ veröffentlicht wurde, gestattet wohl die Gangfeder auf Zug zu beanspruchen und trotzdem die einfache Gestalt der Gangradzähne des heutigen Federganges mit dem dadurch bedingten geringen Fall beizubehalten<sup>14)</sup>, sie ist jedoch schon komplizierter, als zur Erlangung bester Gangresultate erlaubt erscheint und jedenfalls aus diesem Grunde nicht angewendet worden.

Bei der weiter noch möglichen Form des Federganges, welche ohne solche Komplikation die erwähnten Vorteile ergibt, fällt der Auslösungswinkel, einen genügend tiefen Eingriff zwischen Auslösungsfeder und -Stein vorausgesetzt, gar zu groß, noch größer als bei der vorbeschriebenen, aus und wird das Ruhestück durch die umgekehrt als sonst anzubringende Goldfeder zu sehr belastet.

26. Mit der von Louis Berthoud, dem Neffen und Nachfolger F. Berthouds, gegen 1790 vorgenommenen Verbesserung des Wippenganges und der erwähnten des Federganges durch Th. Earnshaw um die gleiche Zeit, war die Entwicklung des Chronometerganges zu seiner heutigen Gestalt der Hauptsache nach abgeschlossen. Die meisten der zahlreichen Änderungen am Chronometergange, die als Verbesserungen desselben in der einen oder der anderen Richtung nachher noch einzuführen versucht wurden, haben keinerlei Verbreitung gefunden. Nur eine bessere Übereinstimmung der Konstruktionsverhältnisse in der Hemmung und günstigere Anordnungen in Einzelheiten haben sich auf Grund der an lange Zeit im Gange gewesenen Chronometern gemachten Erfahrungen noch erzielen lassen.

27. Vor allem ist da die Verkleinerung der Wirkungswinkel von Gangrad und Unruh zu nennen. Während Arnold, Earnshaw, ja selbst Jürgensen, zu Anfang des 19. Jahr-

hunderts noch das Gangrad mit 12 Zähnen (Wirkungswinkel 28°) ausführten und den Wirkungswinkel der Unruh (des Hebelsteines) zu 50°—60° annahmen, werden heute nur mehr Gangräder mit 15 (16) Zähnen (Wirkungswinkel 22°) und Antriebswinkel von 35°—45° angewandt.

Durch diese Verkleinerung der Wirkungswinkel von Rad und Unruh und durch weitere Verbesserungen mehr neben-

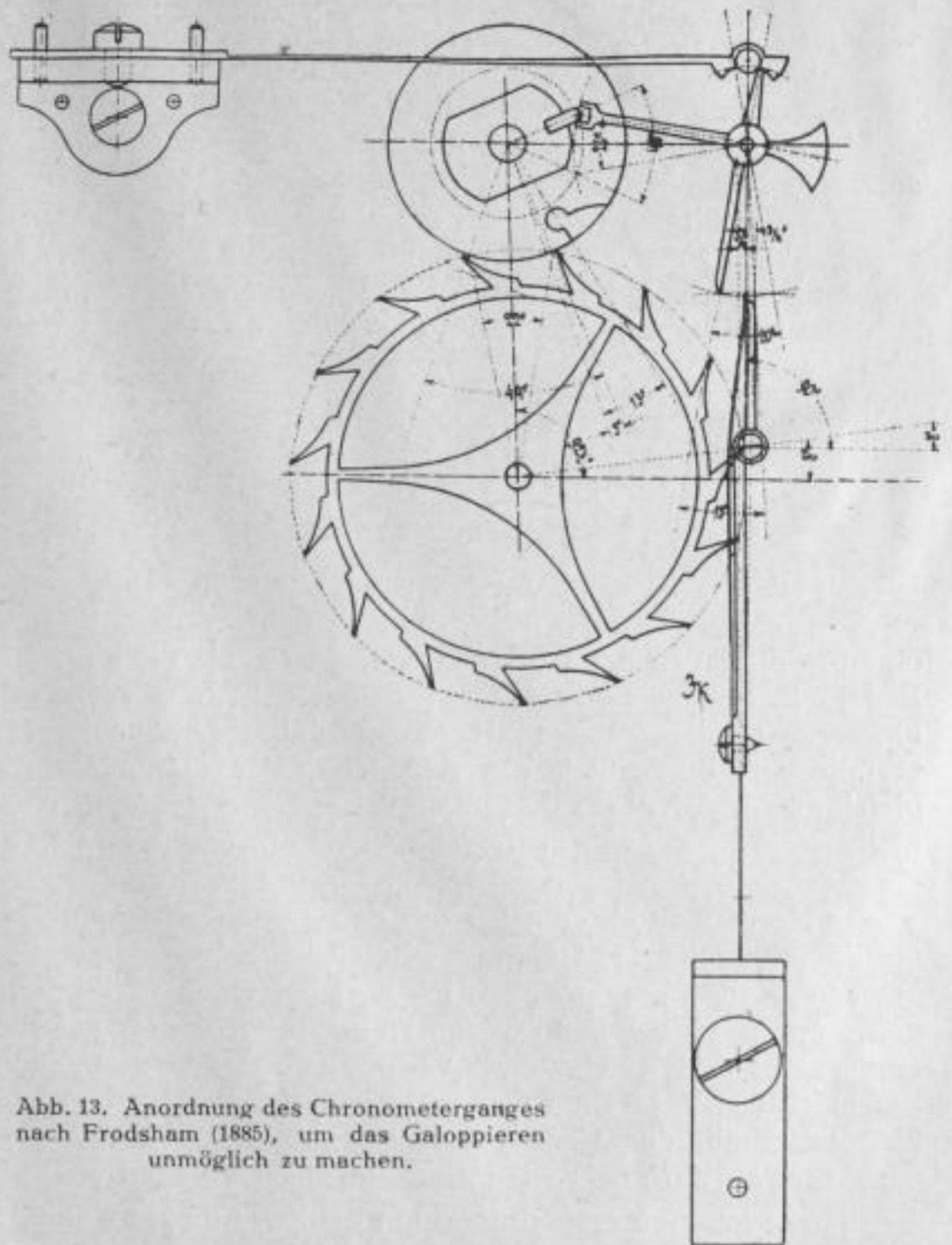


Abb. 13. Anordnung des Chronometerganges nach Frodsham (1885), um das Galoppieren unmöglich zu machen.

sächlicher Natur suchte man den Einfluß der Hemmung auf die Dauer der Unruhschwingungen geringer zu machen und die Abnutzungen der Hemmungsteile, welche gleichfalls Gangänderungen des Chronometers zur Folge haben müssen, zu vermindern. Im ganzen trachtete man also den Chronometergang so zu gestalten, daß mit ihm ein immer genauerer Gang der Chronometer zu erzielen war. Auch in Zukunft werden sich alle Verbesserungen am Chronometergange, wenn sie Aussicht haben sollen, allgemein angenommen zu werden, in dieser Richtung zu bewegen haben.

28. Bezüglich einer Verhinderung oder Verlangsamung der Abnutzung der wirkenden Teile des Chronometerganges ist man selbst heute noch durchaus nicht am Ziele angelangt. Auch bei den Gängen der neuesten Seechronometer nutzen sich die Gangradzähne und, wie schon erwähnt, die Anschlagschraube noch viel stärker und schneller ab, als erwünscht sein kann. Das muß selbstverständlich zu dauernd fortschreitenden Gangänderungen des Chronometers führen. Zum mindesten ein erheblicher Teil der sogenannten Acceleration der Chronometer — des beständigen Vorgehens namentlich neuerer Instrumente — darf auf die Wirkungsänderungen infolge Formänderungen der Teile durch diese Abnutzungen zurückgeführt werden. Außer durch meine eigenen, genauen Untersuchungen wird dies auch vom englischen Regleur und

<sup>14)</sup> Der eigentliche Zweck dieser Anordnung besteht nach dem Verfasser jener Notiz darin, das Galoppieren des Gangrades unmöglich zu machen. Die Unruh kann sich hier tatsächlich beliebig oft nach vorwärts umdrehen, ohne das Gangrad mehr als einmal auszulösen.