

vorgeschriebener Bahn und entdeckte dabei den Tautochronismus der Zykloide, sondern machte daran anschließend wichtige geometrische Betrachtungen an ebenen Kurven und entwickelte als neu die Theorie der Evoluten, löste das Problem der Bestimmung des Schwingungsmittelpunktes physischer Pendel durch Rechnung, eine Aufgabe, an der sich Mathematiker wie Descartes und Roberwal vergeblich versucht hatten, erfand das Kegelpendel, zeigte zugleich, wie es astasiert werden kann und stellte, weil er ein Planetarium bauen wollte, die Lehre von den Kettenbrüchen auf, die systematisch auf einfachste und sicherste Weise alle Nährungswerte schwieriger Übersetzungsverhältnisse in kleinsten Zahlen und in jeder gewünschten Annäherung liefert. Lauter Leistungen, von denen jede einzelne ihn berühmt gemacht hätte. Huygens war noch mit diesen Arbeiten beschäftigt, da erscheint 1664 ein ebenfalls berühmt gewordenes Buch: die „Technica curiosa“ von Caspar Schott, das sich unter anderem auch mit Uhren beschäftigt. Da findet sich auch die erste Kurbelhemmung, der Vorläufer der Schiefersteinschen Erfindung, abgebildet und beschrieben. Der erste Hersteller einer solchen Uhr wird schwerlich große Freude an seinem Machwerk erlebt haben, denn Kurbel und Pendel sind zwangläufig miteinander verbunden. Aber hergestellt scheint eine solche Uhr worden zu sein; denn Thiout l'ainé erwähnt den Mechanismus 1726 wieder, nur schreibt er seine Erfindung dem Abbé Soumille zu, bespricht aber sofort eine Verbesserung unter der Bezeichnung „ausgeführt in Rom“, die sich, wenn sie passende Verhältnisse zwischen Kurbelhub, Pendellänge, Pendelgewicht und nicht handgefeilte Zahnräder gehabt, sicher als recht brauchbar durchgesetzt hätte. Bei ihr war das Pendel gelenkig an eine Schwinge angehängt, die von einer Kurbel bewegt wurde; eine Aufhängeweise, die heute bei den „Schwarzwälder Jockeleuhren“ benutzt wird. Beide Zeichnungen hat Moinet in sein „Traité de l'Horlogerie“ (II. Ed. Pl. XXV., Fig. 6 und 7) aufgenommen.

In der folgenden Zeit, d. h. über ein ganzes Jahrhundert lang, beschäftigten sich die Uhrmacher mit anderen Fragen ihrer Kunst und anderen Hemmungen, bis Deshayes, später auch Macdowall, Dent u. a. auf die Kurbelhemmung bei ihren Gangkonstruktionen zurückgriffen, die Zwangläufigkeit zwischen Kurbel und Pendel beseitigten und dafür den Kraftschluß mit dem Ruheprinzip, das sich am Grahamgange als vorzüglich bewährt hatte, einführten. Es entstand so eine neue Sorte Hemmungen, „die Nadelhemmungen“, die ihrerseits wieder zu dem Dreiarmgang Denisons mit seinen Abarten und den Schwerkrafthemmungen führten. Diese Hemmungsarten bilden eine Abzweigung der Kurbelhemmungen und gehören, streng genommen, nicht mehr dazu. Sie sind hier nur des chronologischen Zusammenhanges wegen erwähnt, weil sie die Übergangsstufe zu den folgenden Hemmungen darstellen. Durch die Treibarme werden die Schwerkrafthemmungen etwas verwickelt, teuer in ihrer Herstellung, und man kann gegen sie einwenden, daß die Antriebskraft wegen der veränderlichen Zapfenreibung nicht genügend konstant bleibt. Deshalb haben 1868 Voß und Monnington in Hamburg die Hebel durch Flachfedern ersetzt, die an einer Wippe befestigt sind, die selbst wieder mittels einer Kurbelwelle abwechselnd nach rechts und links bewegt wird. Eine ähnliche Einrichtung hat sich auch Gehrens 1871 schützen lassen. Das letzte Glied in der Entwicklung der Kurbelhemmungen vor Schieferstein stellt die Konstruktion von Hennequin, Paris (1902) dar. Sie sieht der Einrichtung Schiefersteins zum Verwechseln ähnlich. Hennequin hatte offenbar an einem Modell die Beobachtung gemacht, daß sich bei verhältnismäßig großem Kurbelradius und starker Verbindungsfeder unerwünscht große Schwingungen einstellen. Er hat deshalb zwischen Pendel und Feder einen mit Reibung am Pendel drehbaren Arm gesetzt, der bei allzu großen Pendelausschlägen dämpfend auf die

Bewegung wirken soll. Solange der Pendelausschlag klein ist, deckt sich Wirkungsweise und Aufbau der Hemmung vollständig mit jener Schiefersteins. Bemerkenswert ist noch, daß Hennequin eine Variante seiner Erfindung angibt, die Ähnlichkeit mit der eingangs erwähnten zweiten Kurbelhemmung hat. Nur legt Hennequin den Drehpunkt der Schwinge nicht an das Uhrgestell, sondern an das Pendel selbst.

Diese Übersicht möge nicht geschlossen werden, ohne noch kurz einige Ankergänge aufzuzählen, die durch eine Feder hindurch auf das Pendel wirken, da ja der Anker- oder Hakengang, wie schon erwähnt wurde, auch als eine Art Kurbelmechanismus — Kurbelschleife — angesehen werden kann. Denn nichts hindert uns, um das einzusehen, in Gedanken wenigstens, die Zahl der Steigradzähne bis auf einen zu vermindern und sich dazu diesen noch als Stift vorzustellen, der senkrecht zur Radebene eingesetzt ist; dann bilden die in die Länge gezogenen und an den Stift gerückten Hebungsfächen die seitlichen Führungsfächen der Schleife. Ankerhemmungen mit Feder zwischen Anker und Pendel sind jene von Tiede, Riefler, Strasser, ferner die Torsionspendelhemmungen an Jahresuhren und die Hemmungen der Schaukeluhr.

Es ist nicht beabsichtigt, eine kritische Vergleichung aller dieser Hemmungen durchzuführen; dazu wären, um verständlich zu sein, Abbildungen nötig. Es genügt hier, darauf hingewiesen zu haben, daß der Uhrmacherei der Kurbelmechanismus ein alter Bekannter ist, den man verlassen hat, weil man sich von anderen Anordnungen bessere Wirkungsweise und Leistung versprochen hat und daß auch, was das Wesentlichste der Schiefersteinschen Erfindung darstellt, die Kraftübertragung zwischen Uhrwerk und Pendel mittels Feder in verschiedenartiger Weise schon ausgeführt worden ist.

Ungleich schwieriger, als die Frage der Neuheit, ist die nach der Güte und Brauchbarkeit der neuen Hemmung zu beantworten. Jedenfalls bleibt ihr der Vorzug des geräuschlosen Ganges, der für gewöhnliche Zimmeruhren gewiß erwünscht ist. Über die zu erwartende Ganggenauigkeit läßt sich manches Für und Wider anführen; doch alles Loben und Tadeln ist müßig, wo zuletzt doch nur der Versuch entscheidet. Selbst dieser ist nicht maßgebend, denn jede Konstruktion läßt sich verändern, verbessern und unter anderen Gesichtspunkten betrachten.

An einem mit einfachen vorhandenen Hilfsmitteln zusammengestellten Modell ließ sich feststellen, daß sich ein verkürztes Sekundenpendel von 2 kg Gesamtgewicht durch eine Umfangskraft von nur 40 mg an einem Kurbelradius von 4,7 mm dauernd mit einer Amplitude von $4^{\circ} 20'$ in Bewegung erhalten ließ. Diese Kraft ist in Anbetracht des großen Schwingungswinkels so gering, daß der Gedanke nahe liegt, daß sich derartige Uhren ohne Schwierigkeit für längere Gangzeit — etwa einen Monat — einrichten lassen. Günstig für die Kraftübertragung zwischen Uhrwerk und Pendel ist der Umstand, daß das Uhrwerk wesentlich tiefer, als bisher üblich, zum Pendel gesetzt werden muß, damit einerseits die Kurbel nicht einen gar zu kleinen Radius haben muß und andererseits der Pendelausschlag nicht übermäßig groß wird. Durch das Tieferlegen des Werkes kommt der Angriffspunkt der Kraft mehr an seine natürliche Stelle, d. h. in die Nähe des Stoßmittelpunktes der Kraft.

Weiter zeigte sich, daß die Kurbel sofort ansprang, sowie die Übertragungsfeder zwischen Pendel und Kurbel durch den spannungslosen Zustand ging, daß also die Trägheit der Rädermassen dem raschen Anlaufen der Kurbel kein Hindernis ist. Daraus läßt sich weiter schließen, daß sich die Kurbelbewegung innig an die Bewegung des Pendels anschließt und so die Arbeitsverluste durch Luftreibung und Biegung der Pendelfeder im Entstehen wieder ausgleicht. Dieses wird besonders dann der Fall sein, wenn der Pendel-