

$\text{Be}^3. 3 \text{SO}^4 + 12 \text{H}^2\text{O}$	$= \text{Be} . \text{SO}^4 + 4 \text{H}^2\text{O}$ (v. Awdéew).
$\text{Be}^3. 3 \text{SO}^4 + 21 \text{H}^2\text{O}$	$= \text{Be} . \text{SO}^4 + 7 \text{H}^2\text{O}$ (Klatzo).
$2 \text{Be}^3\text{O}^3. 3 \text{SO}^3 + 9 \text{H}^2\text{O}$	$= 2 \text{BeO} . \text{SO}^3 + 3 \text{H}^2\text{O}$ (Atterberg).
$\text{Be}^3\text{O}^3. \text{SO}^3 + 4 \text{H}^2\text{O}$	$= 3 \text{BeO} . \text{SO}^3 + 4 \text{H}^2\text{O}$ (Atterberg);
$3 \text{Be}^3\text{O}^3. \text{SO}^3 + 15 \text{H}^2\text{O}$	$= 8 \text{BeO} . \text{SO}^3 + 18 \text{H}^2\text{O}$ (Atterberg).
$3 \text{K}^3\text{SO}^4. \text{Be}^3 3 \text{SO}^4 + 6 \text{H}^2\text{O}$	$= \text{K}^3\text{SO}^4. \text{BeSO}^4 + 2 \text{H}^2\text{O}$ (v. Awdéew).
$\left. \begin{array}{l} 6 \text{K}^3\text{SO}^4 \\ 3 \text{H}^2\text{SO}^4 \end{array} \right\} . \text{Be}^3 3 \text{SO}^4 + 12 \text{H}^2\text{O}$	$= \text{K}^4\text{H}^3 3 \text{SO}^4. \text{BeSO}^4 + 4 \text{H}^2\text{O}$ (Atterberg).
$2 \text{Na}^3\text{SO}^4. \text{Be}^3 3 \text{SO}^4 + 12 \text{H}^2\text{O}$	$= 2 \text{Na}^3\text{SO}^4. 3 \text{BeSO}^4 + 12 \text{H}^2\text{O}$ (Atterberg).
$3 \text{Am}^3\text{SO}^4. \text{Be}^3 3 \text{SO}^4 + 6 \text{H}^2\text{O}$	$= \text{Am}^3\text{SO}^4. \text{BeSO}^4 + 2 \text{H}^2\text{O}$ (Atterberg).
$\text{Be}^3 3 \text{SeO}^4 + 12 \text{H}^2\text{O}$	$= \text{Be} . \text{SeO}^4 + 4 \text{H}^2\text{O}$ (Atterberg).
$\text{Be}^3\text{O}^3. 2 \text{SeO}^3 + 6 \text{H}^2\text{O}$	$= 3 \text{BeO} . 2 \text{SeO}^3 + 6 \text{H}^2\text{O}$ (Atterberg).
$2 \text{Be}^3\text{O}^3. 3 \text{SeO}^3 + 12 \text{H}^2\text{O}$	$= 2 \text{BeO} . 3 \text{SeO}^3 + 4 \text{H}^2\text{O}$ (Atterberg).
$5 \text{Be}^3\text{O}^3. 6 \text{SeO}^3 + 30 \text{H}^2\text{O}$	$= \left\{ \begin{array}{l} 7 \text{BeO} . 3 \text{SeO}^3 + 14 \text{H}^2\text{O} \text{ (Atterberg).} \\ 5 \text{BeO} . 2 \text{SeO}^3 + 10 \text{H}^2\text{O} \text{ (Nilson).} \end{array} \right.$
$\text{Be}^3\text{O}^3. 3 \text{SeO}^3 + 6 \text{H}^2\text{O}$	$= \text{BeO} . \text{SeO}^3 + 2 \text{H}^2\text{O}$ (Nilson).
$\text{Be}^3\text{O}^3. 5 \text{SeO}^3 + 3 \text{H}^2\text{O}$	$= 5 \text{BeO} . 8 \text{SeO}^3 + 5 \text{H}^2\text{O}$ (Nilson).
$\text{Be}^3\text{O}^3. 6 \text{SeO}^3 + 9 \text{H}^2\text{O}$	$= \text{BeO} . 2 \text{SeO}^3 + \text{H}^2\text{O}$ (Nilson).
$\text{Be}^3\text{O}^3. 7 \text{SeO}^3 + 5 \text{H}^2\text{O}$	$= 3 \text{BeO} . 7 \text{SeO}^3 + 5 \text{H}^2\text{O}$ (Nilson).
$\text{Be}^3\text{O}^3. 9 \text{SeO}^3 + 6 \text{H}^2\text{O}$	$= \text{BeO} . 3 \text{SeO}^3 + 2 \text{H}^2\text{O}$ (Nilson).
$\text{Be}^3\text{O}^3. 3 \text{CO}^3 + 12 \text{H}^2\text{O}$	$= \text{BeO} . \text{CO}^3 + 4 \text{H}^2\text{O}$ (Klatzo).
$\text{Be}^3\text{O}^3. \text{CO}^3$	$= 3 \text{BeO} . \text{CO}^3$ (Parkman).
$\text{Be}^3. [2 \text{NO}^3. \text{Pt}]^6. \text{O}^3 + 27 \text{H}^2\text{O}$	$= \text{Be} [2 \text{NO}^3. \text{Pt}]^3. \text{O} + 9 \text{H}^2\text{O}$ (Nilson).
$\text{Be}^3. 3 [\text{N}^3\text{O}^4 \text{I}^3 \text{Pt}] + 18 \text{H}^2\text{O}$	$= \text{Be} [\text{N}^3\text{O}^4 \text{I}^3 \text{Pt}] + 6 \text{H}^2\text{O}$ (Nilson).
$\text{Be}^3. 2 \text{PO}^4 + 7 \text{ oder } 6 \text{H}^2\text{O}$	$= \text{Be}^3. 2 \text{PO}^4 + 7 \text{ oder } 6 \text{H}^2\text{O}$ (Atterberg).
$\text{Be}^3\text{H}^3. 3 \text{PO}^4 + 9 \text{H}^2\text{O}$	$= \text{BeH} . \text{PO}^4 + 3 \text{H}^2\text{O}$ (Atterberg).
$\text{Be}^4. 3 \text{P}^3\text{O}^7 + 15 \text{H}^2\text{O}$	$= \text{Be}^3. \text{P}^3\text{O}^7 + 5 \text{H}^2\text{O}$ (Scheffer).
$\text{Be}^3. 2 \text{AsO}^4 + 6 \text{H}^2\text{O}$	$= \text{Be}^3. 2 \text{AsO}^4 + 6 \text{H}^2\text{O}$ (Atterberg).
$\text{Be}^3\text{H}^3. 3 \text{AsO}^4 + 6 \text{H}^2\text{O}$	$= \text{BeH} . \text{AsO}^4 + 2 \text{H}^2\text{O}$ (Atterberg).

Upsala, Universitätslaboratorium, 1. April 1878.

X. Zur Geschichte der Erfindung der Pendeluhr; von E. Gerland.

Unter Pendeluhr hat man ein Uhrwerk zu verstehen, dessen Gang ein Pendel regulirt, welches von der das Uhrwerk treibenden Kraft in Bewegung gehalten wird. Der Ruhm der Erfindung der Pendeluhr gebührt also

nicht demjenigen, welcher das Pendel zuerst mit einem Zählwerk verband, sondern dem, welcher gleichzeitig dafür sorgte, dass ihm bei jeder Schwingung die während derselben verlorene Kraft wieder ersetzt wurde. Dass diese namentlich für die Entwicklung der Astronomie so wichtige Erfindung um die Mitte des 17. Jahrhunderts gelang, ist allgemein bekannt und anerkannt. Wem wir sie aber verdanken, darüber gehen die Ansichten der Forscher, obwohl es neuerdings an Schriften über diesen Gegenstand durchaus nicht gefehlt hat, noch sehr auseinander. Während der Herausgeber der gesammelten Werke Galilei's E. Alèri¹⁾, und mit ihm C. v. Gebler²⁾, der Verfasser der neuesten deutschen Schriften über das Leben des grossen Florentiners für diesen das Verdienst der Erfindung in Anspruch nehmen, geben der Holländer J. H. van Swinden³⁾ und der Deutsche S. Günther⁴⁾ wohl zu, dass Galilei das Pendel zuerst mit einem Zählwerk verbunden habe, halten aber für den eigentlichen Erfinder der Pendeluhr den Holländer Huygens. Der Schweizer R. Wolf⁵⁾ endlich schreibt dem Schweizer Bürgi die wichtige Erfindung zu. Unter diesen Umständen dürfte es von Interesse sein, die Frage nach dem Erfinder der Pendeluhr nochmals einer eingehenden Betrachtung zu unterwerfen und zu untersuchen, ob die vorhandenen Quellen eine endgültige Beantwortung derselben gestatten oder

1) Le Opere di Galileo Galilei, Prima Edizione completa condotta sugli Autentici Manoscritti Palatini. Firenze. 1856.

2) Galileo Galilei und die Römische Curie nach den authentischen Quellen. Stuttgart 1876.

3) Verhandeling over Huygens als uitvinder der slinger-uurwerken. Verhandelingen der eerste klasse van het kon. Nederl. Instituut van wetenschappen. 3. deel. Amsterdam 1817.

4) Vermischte Untersuchungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften. Leipz. 1876. Kap. VII. Quellenmässige Darstellung der Erfindungsgeschichte der Pendeluhr bis auf Huyghens. p. 308—344.

5) Astronom. Mitth. XXXIII. Vierteljahrsschr. d. naturf. Ges. in Zürich. 18. Jahrg. Zürich 1873. p. 118 ff. und mit noch grösserer Bestimmtheit in: Geschichte der Astronomie. München 1877. p. 369 ff.

nicht. Diesen Versuch zu machen ist der Zweck dieser Zeilen.

Was zunächst die zu Gunsten Bürgi's erhobenen Ansprüche anlangt, so gründet Wolf dieselben auf eine Stelle eines in der ständischen Landesbibliothek zu Cassel befindlichen Manuscriptes von Rothmann, dem Hofastronomen des Landgrafen Wilhelm IV. von Hessen, welches unter anderem eine Beschreibung der auf der Sternwarte des fürstlichen Astronomen vorhandenen Instrumente enthält, und auf einen Bericht über drei in der Schatzkammer in Wien befindliche alte Kunstuhren, welchen E. Weiss an Wolf gesendet hat.

In dem Rothmann'schen Manuscripte befindet sich die Angabe, dass unter den vom Landgrafen und ihm benutzten Instrumenten sich drei Uhren befunden haben, deren eine genauer beschrieben wird. Bei dieser Gelegenheit sagt Rothmann: „Libramentum etiam¹⁾ seu (si Germanica vox graece reddenda est) *ἀναυμα* non vulgari sed singulari et noviter invento modo hinc inde impellitur, singulumque ejus momentum exprimit singulum secundum minutum.“ Aus diesen Worten, welche Wolf²⁾ in Uebersetzung citirt, geht nun nach seiner Ansicht „jedenfalls hervor, dass Letzterer, Bürgi, schon in den achtziger Jahren des sechzehnten Jahrhunderts eine Secunden schlagende Uhr erstellt hatte, — auch wüsste ich mir nicht zu denken,“ fährt er fort, „auf was obige Beschreibung passen würde, als auf ein Secundenpendel. Wenn dies aber seine Richtigkeit haben sollte, so wäre somit Bürgi nicht nur der erste Ersteller der Pendeluhr, sondern wahrscheinlich sogar der erste Entdecker des Isochronismus des Pendels, welchen man sonst immer gewohnt war, dem Jahre 1583 als eine Entdeckung von Galilei beizuschreiben.“

Dieser Ansicht scheinen indessen die von Rothmann gewählten Ausdrücke Libramentum und *ἀναυμα* entgegen-

1) So muss anstatt est gelesen werden, wie Wolf thut.

2) A. a. O. p. 122.

zustehen, welche Wolf ja auch mit „Unruhe oder Balancier“ übersetzt, was freilich richtiger „Balancier oder Unruhe“ heissen möchte. Was bewog aber den hessischen Astronomen das griechische Wort anzuwenden, dessen Einführung noch besonders zu entschuldigen er für nöthig hält? Ganz gewiss doch wohl der Umstand, dass ihm für das deutsche Wort kein passendes lateinisches zu Gebote stand. Machte ferner die Bezeichnung des neuen Apparats Schwierigkeiten, so werden wir wohl annehmen dürfen, dass er sie mit Hülfe eines allgemein bekannten erklärte. Diese beiden Umstände sprechen mit Sicherheit dafür, dass er den Apparat anders bezeichnet haben würde, wenn es ein Pendel gewesen wäre. Solche hatte er täglich vor Augen, da sie zur Einstellung der damaligen astronomischen Apparate dienten. Auch redet er genug davon. So findet sich z. B. noch auf derselben Seite des Manuscripts bei der Beschreibung des Quadranten die Stelle: „Ideo autem tres tantum pedes sunt, quoniam quatuor aut plures ad expeditam et facilem Quadrantis in sua perpendiculara per cochleas diductionem sunt inapti et inidonei“, und ebenso redet Rothmann im folgenden Abschnitt mehrfach von den zur Einstellung des Quadranten dienenden „perpendicularis“, so dass man diese Bezeichnung wohl auch zur Erklärung jenes Apparates hätte erwarten dürfen, wenn derselbe ein Pendel gewesen wäre. Bedenkt man dies Alles, so wird man im Gegensatze zu Wolf folgern müssen, dass aus dem Manuscripte Röthmann's nichts hergeleitet werden kann, was die Ansprüche zu Gunsten Bürgi's zu unterstützen geeignet wäre.

Die Betrachtung der Uhren der Schatzkammer in Wien, von denen die eine, welche von Bürgi herrührt, kein Pendel hat, ein solches sich vielmehr allein an der Unruh einer der beiden anderen befindet, von denen Weiss vermuthet, dass sie unter Bürgi's Aegide verfertigt seien, beweist, wie Günther¹⁾ bereits nachgewiesen

1) a. a. O. p. 329 ff.

hat, eher gegen als für die Priorität Bürgi's. Gelänge es dagegen Uhren mit Pendeln aufzufinden, welche nachweislich von Bürgi gearbeitet und später nicht abgeändert wurden, so würde damit seine Priorität erwiesen sein.

Solche würde man in erster Linie in Cassel zu suchen haben, wo Bürgi so lange gelebt und gearbeitet hat und wo er auch 1632 gestorben ist, nachdem er die Zeit von 1603—1622 in Prag in kaiserlichem Dienste verlebt hatte. Und wirklich befinden sich im königlichen Museum daselbst drei Uhren, von denen die eine nach Angabe des Inventars von 1765 — das älteste Inventar von 1644 erwähnt zwar eine Anzahl Uhren, ohne irgend welche genauere Angaben darüber zu machen — von Bürgi gefertigt sein soll, die zweite im Innern eines prachtvoll ausgeführten Globus als Triebwerk angebracht ist, den dasselbe Inventar Bürgi zuschreibt, die dritte ganz sicher von ihm gefertigt ist. Die erste besitzt eine horizontale Unruhe und würde also, selbst wenn sie sicher beglaubigt wäre, keinesfalls zu Gunsten Bürgi's entscheiden. Das den Globus treibende Werk kann aus constructiven Gründen kein Pendel erhalten; es bleibt somit nur die dritte, die berühmte Planetenuhr, welche Bürgi nach Angabe des Landgrafen Wilhelm verfertigte und diese besitzt nicht nur ein Pendel mit verschiebbarem Gewichte, sondern es ist an ihr auch bereits die rückspringende Ankerhemmung angebracht, deren Erfindung nach der gewöhnlichen Angabe dem Uhrmacher Clement um 1680 gelang, und die also auch Bürgi zugeschrieben werden müsste, wenn wir noch das ursprüngliche Uhrwerk vor uns haben sollten.

Ob dies nun der Fall ist, wäre demnach zuerst zu untersuchen. Die Construction der ganzen Uhr lässt die Einsetzung eines neuen Uhrwerkes sehr möglich erscheinen. Die Zifferblätter, Scheiben für die Planeten etc., deren sie zehn enthält, sind nämlich an den Seiten eines Kastens von quadratischer Grundfläche angebracht, welcher oben einen drehbaren Himmelsglobus trägt. Die Bewegungen der Zeiger, der Scheiben des Globus werden durch Zahn-

räder bewirkt, welche sämmtlich wieder durch ein grosses, direct vom Uhrwerke aus getriebenes Rad bewegt werden. Dieses hat in der Mitte des Kastens seinen Platz und die Verbindung zwischen ihm und den Scheibenapparaten kann jederzeit mittelst einer sehr einfachen Vorrichtung aufgehoben werden.¹⁾

Constructiv würde also der Einsetzung eines vollkommeneren Uhrwerkes an Stelle eines unvollkommeneren durchaus nichts entgegenstehen. Ob aber eine solche stattgefunden hat, darüber werden wir zunächst die über die Uhr vorhandenen Actenstücke und Berichte zu Rathe zu ziehen haben. Dieselbe hat von jeher viel Interesse erregt. Der oben erwähnte Catalog von 1644 führt sie unter Nr. 1 als „das grosse planetenwerk“ auf. In einem nicht früher, wie 1707 geschriebenen Briefe an einen Ungeannten sprach Leibniz²⁾ den Wunsch aus, eine genaue Beschreibung der Uhr veröffentlicht zu sehen, dieser Wunsch wurde jedoch erst lange nach seinem Tode 1756 erfüllt, wenn auch wohl nicht ganz in der Weise, wie der grosse Philosoph es sich gedacht hatte, durch eine Abhandlung des Casseler Prof. Stegmann. Derselbe sagt darin³⁾: „Der Perpendikul in der Uhr ist unter der jetzigen Regierung (Wilhelm VIII.) so eingerichtet, dass er sich verkürzen und verlängern kann, nachdem er geschwinde oder langsamer gehen muss.“ Er berichtet ferner, dass unter derselben Regierung durch von Waitz eine Vorrichtung angebracht wurde, welche bewirkt, dass die Uhr, während sie aufgezogen wird, weiter geht. Diese Bemerkungen Stegmann's hat J. Bernoulli⁴⁾ missverstanden, welcher unter dem 18. October 1768 aus Cassel berichtete:

1) Cöster, Ueber die grosse astronomische Kunstuhr in dem Casseler Museum. Zeitschrift des Vereins für hessische Geschichte und Landeskunde. Neue Folge. V. p. 293.

2) Epistolae ad diversos. Lipsiae 1734. III. p. 375.

3) Historische Abhandlung von den grossen Verdiensten Wilhelm IV. um die mathematischen Wissenschaften. Cassel 1756. p. 11.

4) Lettres astronomiques. Berlin 1771.

„Vous verrez aussi dans l'éloge dont je parle (die Schrift Stegmann's) que cette machine est encore en honneur comme elle le mérite, puisque le dernier souverain Guillaume VIII. y a fait appliquer un pendule invariable et que M. de Waitz a fait faire les changements nécessaires pour qu'en remontant la pièce elle continue de marcher.“

Gelegentlich der angeregten Frage spricht sich Cöster, welcher behufs einer gründlichen Reparatur die Uhr vollständig auseinander genommen und genau studirt hat folgendermaassen aus: „Wir stehen¹⁾ hier vor der Alternative, entweder unsere Kunstuhr als vielleicht die erste Pendeluhr zu betrachten, oder eine spätere Anbringung des Pendels in derselben annehmen zu müssen. Ersteres ist indessen nicht wahrscheinlich, da sonst der Landgraf in seinen Briefen an Tycho de Brahe einer so wichtigen Neuerung jedenfalls Erwähnung gethan haben würde, und hiernach Huygens niemals als der Erfinder der Pendeluhr hätte gelten können. Die Form des (messingenen) Pendelgewichtes ist allerdings eine schon längst ganz ungewöhnliche, nämlich fast die einer Birne, anstatt einer Linse.“

Die die Uhr besprechenden Schriften, welche bisher veröffentlicht sind, lassen also die Frage nach der Einsetzung eines anderen Uhrwerkes zweifelhaft. Nun befindet sich aber unter den die Uhren betreffenden Acten des Kurhessischen Archivs folgende „Confirmation“ eines Vertrages, welcher am 17. Juli 1676 zwischen dem landgräflichen Bibliothekar, unter dessen Aufsicht die Uhren standen, und dem Uhrmacher Greissbeutel in Cassel geschlossen worden ist und so lautet: „Gleichwie wir diesen zwischen Unserm Bibliothecario Joh. Sebastian Haass Undt dem Uhrmacher Johann Just Greissbeuteln deshirinnen bemolten grossen Uhr: Undt Planetenwercks halber getroffenen accord Unsers orths in gnaden genehm halten: Also wollen wir Unss zu ihm

1) Cöster, a. a. O. p. 298.

Greissbeutel Versehen, derselbe solch werck in allem, wie sich gebüret Undt hirinnen enthalten, mit bestandt treulich zu verfertigen Undt wieder einzurichten, sich weniger nicht bestes Fleisses ahngelegen sein lassen werde, alss wir Ihm die dargegen versbrochene 50 Rthlr., wan solches beschehen, alsdann paar aus zahlen zu lassen, nicht ermangeln wollen.“ Dieser Vertrag ist noch unter der Regierung der Landgräfin Hedwig Sophia abgeschlossen, aber zu einer Zeit, wo deren Sohn, der Landgraf Carl, bereits seit zwei Jahren vom Kaiser Leopold mit seinem Lande belehnt war, dessen Regierung er indessen bis 1677 noch seiner Mutter überliess. Dass dieser Fürst, der später sein grosses Interesse an der Naturwissenschaft auf alle Weise bethätigte, es gewesen ist, der die Uhr Wilhelm's IV. dem damaligen Standpunkte der Uhrmacherkunst gemäss abändern liess, war von vornherein zu vermuthen. Dass ferner die Reparatur, um derentwillen der Vertrag geschlossen wurde, eine ziemlich bedeutende gewesen sein muss, folgt aus dem für die damalige Zeit sehr hohen Preise, der dafür bewilligt wurde. Eine solche konnte nur an Wilhelm's IV. Uhr vorgenommen werden, denn dies war die einzige unter den damals vorhandenen von bedeutenderer Grösse. Auch stimmt die Bezeichnung der Uhr im Vertrage mit der im Cataloge von 1644 überein. Die Zeit der Einsetzung des neuen Werkes um 1680 dürfte auch mit Cöster's Angabe in Betreff des Pendelkörpers im Einklange stehen; der Umstand aber, dass die Confirmation 1676 geschlossen ist, die Uhr aber die erst um 1680 erfundene rückspringende Hemmung besitzt, beweist nichts gegen unsere Annahme. Denn einmal ist es wahrscheinlich, dass diese Erfindung etwas früher gemacht ist, da Clement sie nur durch seine Instrumente, nicht durch eine besondere Schrift bekannt werden liess, sodann wird die Herstellung des Werkes vermuthlich nicht allzu rasch erfolgt sein, während die Kunde von der neuen Erfindung durch Reisende leicht überbracht werden konnte. Dass diese damals das rasche Bekanntwerden neuer Er-

findungen in weiteren Kreisen vielfach vermittelten, wissen wir theils aus den Reisebeschreibungen Monconys', Uffenbach's u. a., theils aus den Nachrichten die wir über das Leben Galilei's, Papin's, Huygens', Tycho Brahe's etc. haben.

Somit kommen wir zu dem Resultate, dass keine der bekannten, von Bürgi verfertigten Uhren ursprünglich ein Pendel hatte, selbst nicht die grosse Planetenuhr des Casseler Museums, obgleich dieselbe in für die damalige Zeit grösster Vollkommenheit ausgeführt worden ist. Will man die Ansicht, dass Bürgi die Pendeluhr erfunden habe, also nicht lediglich auf ganz unbewiesene Voraussetzungen gründen, so ist sie fallen zu lassen, zumal sonst Bürgi auch für den Entdecker der Isochronismus der Pendelschwingungen und der rückspringenden Ankerhemmung gehalten werden müsste.

So bleibt nur noch über die Priorität Huygens' oder Galilei's zu entscheiden, über welche man wohl niemals hätte zweifelhaft sein können, wenn die Verfolgungen, welche die letzten Jahre des grossen Italieners verbitterten, durch seinen Tod beendet gewesen wären. Da dieselben aber nicht ihm, sondern seiner Lehre galten, so erstreckten sie sich hauptsächlich auf seine Schriften und auf die Schriften über ihn. Wenn es nun freilich gelungen ist, den grössten Theil aller dieser zu retten, so ist doch diejenige unter den letzteren, auf welche es für uns in erster Linie ankommt, dadurch nicht früher, als im zweiten Jahrzehnte unseres Jahrhunderts benutzbar geworden, wovon weiter unten eingehender die Rede sein wird. So ist es gekommen, dass eine Anzahl falscher Sätze lange als feststehend angenommen wurde, welche die an sich einfachen Thatsachen dadurch, dass frühere Entwürfe Galilei's mit späteren zusammengeworfen oder nachherige Arbeiten anderer sehr überschätzt wurden, verwickelten und verwirrten. Der Erfindungsgeschichte der

Pendeluhr ist deshalb eine kurze Vor- und Nachgeschichte zuzufügen; ohne welche sie selbst, die den Antheil Galilei's und Huygens' abzugrenzen und namentlich die Stellung, welche der letztere den für den ersteren erhobenen Ansprüchen gegenüber einnahm, darzulegen hat, nicht verständlich sein würde. Ich beginne zunächst mit der Vorgeschichte der Erfindung.

Im Jahre 1612 hatte Galilei mit dem spanischen Hofe Unterhandlungen angeknüpft, welche den Zweck verfolgten, diesem eine von jenem erdachte Methode der Längenbestimmung mittelst Beobachtungen der Jupitersmonde zur Benutzung anzubieten.¹⁾ 1616 wurden diese Unterhandlungen bis 1620 vertagt, 1630 aber ganz abgebrochen. Es ist bei ihnen mit keinem Worte von der Weise, wie die Zeit zu messen wäre, geschweige denn von Pendeln oder Pendeluhrn die Rede.²⁾ 1635 trat der greise Forscher, wohl auf Anregung des berühmten Buchhändlers Elzevier, welcher sich damals in Italien aufhielt, mit den Generalstaaten wegen desselben Gegenstandes in Verbindung. Die Unterhandlungen mit diesen übernahmen der Anwalt bei dem Pariser Parlament, Elias Diodati, der muthige Freund und Vertheidiger der Lehren Galilei's, und Hugo de Groot, der nicht müde wurde, seinem Vaterlande nützlich zu sein, so sehr dieses ihn auch verkannte. Unter dem Datum des 11. März 1636 theilte Galilei den Generalstaaten seine Vorschläge mit und bot ihnen dabei sehr genaue Zeitmesser an. Die Staaten setzten infolge dessen eine Commission zur Prüfung dieser Vorschläge ein, bestehend aus „Willem Blaauw³⁾, een man in Sterre- en Aardrykskunde door en door ervaren: Martinus Hortensius, Hoogleeraar in de Wiskunde te Amsterdam, en de beroemde Laurens Reaal, voormaals Gouverneur van Neerlands Indiën. . . . By welke Commissarissen

1) von Gebler, p. 344.

2) van Swinden, p. 55.

3) van Swinden, p. 58.

zich ook, des goedvindende, voegen kon de uitmuntende Hoogleeraar Golius.“ Auch Isaak Beekmann¹⁾, Rector der Latynsche Scholen te Dordrecht, gehörte wahrscheinlich zu der Commission, starb aber schon im Frühjahr 1637. Dieser setzte nun Galilei seine Ideen in einem an Reaal gerichteten Briefe vom 5. Juni 1636 weitläufig auseinander. Die dort entwickelte Construction einer Uhr oder besser eines Zeitzählers gibt aber van Swinden zum Nachtheile Galilei's nicht genau wieder.²⁾ Nicht ein am Pendelgewicht befestigtes Federchen (pennetje), wie van Swinden will, sollte über die Zähnen eines sehr leichten Sperrrädchens beim Hingang gleiten, beim Hergang aber das Rädchen um einen Zahn verschieben, sondern ein am Pendelgewichte befestigter kurzer und dünner Stift beim Hingang das eine Ende einer am anderen befestigten Borste (una setola fissa) vor den Zahn hinlegen und beim Hergang mittelst derselben das Rad um diesen Zahn dann verrücken.³⁾ Dabei musste nun das Pendel durch von Zeit zu Zeit von Menschenhand ertheilte Stösse in Bewegung gehalten werden, während das Rädchen, wenn nöthig, mit einem besonderen Zählwerke in Verbindung gebracht werden sollte.

Aus einer weiteren Stelle des Briefes schliesst van Swinden, dass Galilei diese Uhr nicht habe anfertigen lassen. Ob dies in der That so ist, lässt sich nicht mit Sicherheit feststellen; das aber folgt aus einem Briefe Diodati's an Hortensius vom 22. März 1637⁴⁾, dass kein Exemplar einer solchen Uhr nach Holland geschickt wurde; denn Diodati berichtet dort, dass Galilei erst weitere Nachricht von den Generalstaaten erwarte, und dann gern die versprochenen Instrumente senden werde, darunter „het zur naauwkeurig Horologie. door

1) ib. p. 59 (Anmerkung).

2) ib. p. 61. Seine Beschreibung erinnert an den von Treffler angegebenen Apparat, von dem weiter unten die Rede sein wird.

3) Albèri, *Le Opere* VII. p. 170; vgl. auch Günther, p. 315.

4) van Swinden, a. a. O. p. 69.

hem uitgevonden“; dass dies auch später nicht mehr geschehen sein kann, das beweisen die sogleich zu besprechenden weiteren Verhandlungen. Den Behauptungen, die Günther¹⁾ an die Beschreibung dieses Zeitzählers knüpft, liegt ein Irrthum zu Grunde, auf den ich unten zurückkommen werde.

So sehr nun auch Diodati und de Groot die Unterhandlungen zu beschleunigen suchten, so zogen sich dieselben doch über Gebühr in die Länge. Der erstere wandte sich deshalb in einem Schreiben vom 20. März 1637²⁾ an den Secretär des Statthalters der Niederlande, Prinzen Friedrich Heinrich von Oranien, an Constantyn Huygens (den Vater von Christiaan), welchen er 1612 kennen gelernt hatte, mit der Bitte, die Sache in regeren Gang zu bringen. Huygens antwortete³⁾ schon am 23. März und die Verhandlungen schienen nun in regeren Fluss zu kommen. Hortensius rüstete sich auf Kosten der Staaten nach Florenz zu reisen, dieselben sandten Galilei mit einem sehr schmeichelhaften Schreiben eine schwere goldene Kette, welche im Juli 1637 die Kaufleute Ebers überbrachten. Aber Galilei lehnte die Annahme des Geschenkes ab, indem er seine inzwischen eingetretene Blindheit als Hinderniss hinstellte, sich weiter mit diesen Sachen zu befassen; in Wirklichkeit fürchtete er durch Verhandlungen mit einer protestantischen Macht die Inquisition auf's neue zu reizen.⁴⁾ Auch sprach er sich gegen die Reise des Hortensius aus, die freilich wieder Verzögerungen erfahren hatte, stellte aber in Aussicht den Pater Renieri nach Holland zu senden. Darüber war Reaal im Herbst 1637, Blaauw 1638 gestorben und Hortensius ereilte das gleiche Schicksal im August 1639, da er sich gerade auf die Reise begeben

1) a. a. O. p. 316 ff.

2) van Swinden, a. a. O. p. 65.

3) ib. p. 66.

4) von Gebler, a. a. O. p. 353.

wollte.¹⁾ Der Eifer der Generalstaaten an der Sache erkaltete nun mehr und mehr, wozu auch die Eifersucht der Stadt Amsterdam gegen die Staaten das ihrige beitrug.²⁾

Die mit Pendeln versehenen Apparate, um die es sich bisher handelte, waren wie bemerkt, nur Zählwerke, deren Pendel durch von Zeit zu Zeit ertheilte Stöße im Gange gehalten werden musste. Dass nun aber Galilei die Pendeluhr erfand und wie dies geschah, geht deutlich aus dem Berichte über diesen Gegenstand hervor, den Viviani am 20. August 1659 an den Prinzen Leopold von Medici erstattete.³⁾ Er erzählt darin, dass im Jahre 1641 Galilei auf den Gedanken kam, „che si saria potuto adattare il pendolo agli orioli da contrappesi e da molla, con valersene invece del solito tempo, sperando che il moto equalissimo e naturale di esso pendolo avesse a correggere tutti i difetti dell' arte in essi oriolo.“ Diese Idee habe er, da ihn seine Blindheit an der Ausführung derselben hinderte, seinem Sohne Vincenzio mitgetheilt und ihm übertragen, den Apparat herzustellen und zwar nach einem Plane, den eine von Viviani seinem Berichte zugefügte Zeichnung festsetzt. Diese Arbeit sei jedoch durch den bald erfolgten Tod Galilei's verzögert, so dass Vincenzio nicht vor April 1649 dieselbe begonnen habe. Der Geheimhaltung wegen habe er sich die nöthigen Räder durch einen Schlosser herstellen lassen, das Einschneiden der Zähne und Zusammensetzen der Maschine habe er selbst besorgt, auch ihm, Viviani, das Kunstwerk, „la congiunta operazione del contrappeso e del pendolo“ gezeigt. Der Apparat war soweit gediehen, dass man seine Wirkungsweise studiren konnte, Vincenzio wollte aber noch einiges daran verändern, be-

1) van Swinden, a. a. O. p. 63 Anmerkung.

2) van Swinden, a. a. O. p. 66 Anmerkung.

3) Derselbe findet sich ganz abgedruckt in Albèri, Le Opere T. XIV. p. 389 unter dem Titel Dell' Oriolo a Pendolo und die bezügliche Stelle allein ib. Supplemento p. 338 und in Uebersetzung: Biedermann, Bericht über die Ausstellung wissenschaftlicher Apparate im South Kensington Museum zu Loudon 1876. London 1877. p. 411 ff.

ziehungsweise verbessern, als ihn ein hitziges Fieber weg-
 raffte und er sein Werk unvollendet hinterlassen musste.
 Die Einrichtung desselben schildert Viviani mit folgen-
 den Worten: „Il quale (das Pendel) stando fermo tratteneva
 il discender di quello (des Gewichts), ma sollevato in
 fuori e lasciato poi in libertà, nel passare oltre il per-
 pendicolo, con la più lunga delle due code annesse all'
 impernatura del dondolo, alzava la chiave che posa ed
 incastra nella ruota delle tacche, la quale tirata dal con-
 trappeso, voltandosi con le parti superiori verso il dondolo,
 con uno de' suoi pironi calcava per disopra l'altra codetta
 più corta, e le dava nel principio del suo ritorno un impulso
 tale, ch'è serviva d'una certa accompagnatura al pendolo,
 che lo faceva sollevare fino all' altezza donde s'era par-
 tito; il qual ricadendo naturalmente, e trapassando il per-
 pendicolo, tornava a sollevare la chiave, e subito la ruota
 delle tacche, in vigore del contrapeso, ripigliava il suo
 moto seguendo a volgersi e spignere col pironi susse-
 guente il detto pendolo; e così in un certo modo si an-
 dava perpetuando l'andata e tornata del pendolo, sino a
 che il peso poteva calare a basso“.

Die Zeichnung, auf die sich Viviani bezieht, ist noch
 erhalten; sie befindet sich unter den Galilei'schen Manu-
 scripten in der Bibliotheca Palatina in Florenz und ist
 von Albèri¹⁾ abgebildet. Eine genaue Copie derselben
 war in der Ausstellung wissenschaftlicher Apparate im
 South Kensington Museum in London im Jahre 1876.
 Sie ist reproducirt in dem deutschen Katalog²⁾ und in dem
 von mir verfassten Bericht über den historischen Theil
 dieser Ausstellung.³⁾ Ausserdem befindet sich eine nach-
 her zu besprechende Copie des Galilei'schen Apparates
 vom Jahre 1659 unter den von Huygens hinterlassenen

1) a. a. O. Supplemento, Taf. II.

2) Biedermann, Bericht über die Ausstellung wissenschaftlicher
 Apparate. London 1877. p. 405.

3) Bericht über den historischen Theil wissenschaftlicher Apparate
 in London im Jahre 1876. Braunschweig 1878. p. 22.

Papieren in der Bibliothek zu Leiden, deren Copie wieder van Swinden seiner Abhandlung zugefügt hat und endlich gibt auch Günther¹⁾ eine Zeichnung der Uhr. Alle diese Abbildungen stimmen genau miteinander überein; sie zeigen an der Axe des Pendels zwei Dorne, von denen der eine einen Sperrhaken hebt und dadurch ein Sperrrad frei gibt, dessen seitlich, wie bei einem in den älteren Mehlmühlen verwendeten Drilling angesetzte Stifte auf den andern Dorn fallen und an dessen abgerundetem Ende hingleitend, das Pendel zurücktreiben, wenn in der Art, wie es Viviani beschreibt, das mit dem Sperrrad in Verbindung stehende Räderwerk durch ein herabsinkendes Gewicht in Bewegung gesetzt wird; das rückkehrende Pendel gibt nun den Sperrhaken wieder frei, der einfallend die Bewegung des Sperrrades hemmt. Der Bericht Viviani's findet Bestätigung in einer Notiz, welche Nelli in seiner *Vita e Commercio Letterario di Galileo Galilei*, Losanna 1793 aufbewahrt hat, des Inhaltes, dass unter den aus dem Nachlasse Vincenzio's von seiner Witwe Sextilia Bocchini 1668 verkauften Gegenständen sich befand: „Un Oriuolo non finito di ferro col Pendolo, prima invenzione del Galileo.“²⁾

Huygens hatte indessen, ohne von Galilei's Entwürfe zu wissen, im Jahre 1656 das Pendel der Uhr zugefügt, erst zwei Jahre später aber in seiner Schrift *Horologium* seine Construction veröffentlicht. Dieselbe schliesst sich der damals üblichen viel enger an, wie die Galilei's, er ersetzte einzig und allein die Unruhe durch das Pendel, wodurch natürlich einige Umlagerungen der Theile nöthig wurden, die indessen Huygens vielleicht nicht einmal zuerst vornahm. Schon dieser Umstand spricht allein dafür, dass seine Idee von der Galilei's ganz unbeeinflusst ist. Ueberdies macht der Bericht Viviani's auch die Annahme, dass Huygens Galilei's Entwurf habe be-

1) a. a. O. p. 818.

2) Albèri a. a. O. Suppl. p. 340 Anm.

nutzen können, unmöglich. Dass ersterem das Zählwerk des letzteren nicht unbekannt gewesen sei, hält van Swinden¹⁾ für mehr als wahrscheinlich. Die über diesen Gegenstand erhaltenen Briefe sprechen indessen direct dagegen (s. u. den Brief Huygens' an Boulliau vom 14. Mai 1659 und Heinsius' Brief an Dati). Ob der zweite Entwurf Galilei's und der Bericht Viviani's späterhin zu seiner Kenntniss gelangte, haben wir weiter unten zu betrachten.

Vorher untersuchen wir, ob und wie Huygens von dem Entwurfe Galilei's Kunde erhielt und ob er dessen Priorität anerkannte. Seine erwähnte Schrift *Horologium* sandte im October 1658 Boulliau, an den Prinzen Leopold von Toscana.²⁾ Die Antwort des Prinzen, in der derselbe allerdings zunächst nur auf das Zählwerk von 1636 hin die Erfindung der Pendeluhr für Galilei in Anspruch nahm, theilte er am 9. Mai 1659 Huygens mit. Er schrieb³⁾: „J'ai repondu sur cela (die Prioritätsansprüche Galilei's) à S. A. que je savois que vous tiendriez à honneur, et que vous croiriez mériter de la gloire, si vous étiez tombé dans les mêmes pensées que Galilée a eues, et que vous étiez si homme d'honneur et si sincère que vous ne deciriez jamais la reputation d'autrui pour vous l'attribuer. Vous avez de l'esprit au delà de l'ordinaire, fertile en de très belles inventions, et ainsi pour vous satisfaire et pour acquérir de la renommée vous n'avez pas besoin des inventions d'autrui.“ Boulliau stimmt also dem Prinzen ohne weiteres bei. Die Antwort Huygens' scheint mir das von Fabroni (*Lettere d'Uomini Illustri*) ohne Datum veröffentlichte Schreiben zu sein⁴⁾, das die die Priorität Galilei's ebenfalls

1) a. a. O. p. 66. Doch sagt er p. 52: Men geeft, niet onduidelijk te kennen, dat Huygens kennis gehad heeft van de verrichtingen van Galilei, door brieven van dezen aan zynen vader, en door en overgezonden Uurwerk. Ik zal bewyzen dat noch het een, noch het ander, plaats gehad heeft.

2) ib. p. 110 Nr. 10 und p. 112 Nr. 16.

3) ib. p. 113 Nr. 16 B.

4) Albèri a. a. O. Suppl. p. 355. Van Swinden glaubt den

aner kennende Stelle enthält: „Il faut bien croire pourtant, puisqu'un tel Prince l'assure, que Galilée ait eu auparavant moi cette pensée“. Doch unterlässt der holländische Gelehrte auch nicht seine Bedenken gegen diese Behauptung geltend zu machen. „Car enfin“, fährt er fort, „si celui de Galilée n'avoit eu point d'inconvenient, il n'est aucunement croyable qu'il n'auroit pas mis en effet une chose si utile en beaucoup de choses, ni après lui le Sérénissime Prince Léopold, lorsqu'il trouva ce modèle. Si j'avois l'honneur d'être plus connu de S. A. et assez de hardiesse, je la réquérerois pour en avoir une figure, pour voir en quoi elle diffère de la mienne. Si ce n'est aux roues, c'est peu de chose. Mais si le pendule est attaché autrement que je n'ais fait, comme si peut être il tourne sur un essieu, le succès n'en sauroit être si bon.“ Vorher hat er als Princip seiner Erfindung bezeichnet faire continuer le mouvement du pendule par la force de l'horloge“. Von diesem Brief schickte Boulliau einen Auszug an den Prinzen¹⁾ und scheint nun nichts natürlicher, als dass sich dieser mit dem Wunsche, Aufklärung zu erhalten, an Viviani gewendet und so dessen Bericht vom 20. August 1659 verursacht habe. Dadurch mochte Viviani's Aufmerksamkeit erst wieder auf das letzte Werk seines Lehrers gelenkt sein, er vielleicht dasselbe nun erst in seiner wahren Bedeutung zu schätzen angefangen haben. So wenigstens würde es sich erklären, dass er, worauf Huygens öfters zurückkommt und was auch noch van Swinden²⁾ betont, erst damals von diesem Werke öffentlich redete, es aber in seiner Vita di Galileo Galilei vom

Brief in das Jahr 1763 setzen zu müssen. Dem stehen jedoch die im Texte citirten Worte: Si j'avois la mienne entgegen. Denn 1660 schickte ihm der Prinz bereits durch Boulliau die Figur. Auch ergänzt der Brief die beiden von Boulliau vom 9. Mai und 6. Juni (v. Swinden p. 112 und 114) und wäre demnach nach letzterem Brief das Datum der Abfassung des in Rede stehenden der 14. Mai 1659.

1) van Swinden a. a. O. p. 114. Nr. 17.

2) ib. p. 86.

Jahre 1654 gar nicht einmal erwähnte; denn dass dies aus Furcht vor der 'Inquisition nicht geschah, daran ist doch bei der Uhr nicht zu denken; ferner aber auch die unverkennbare Berücksichtigung der angeführten Aeusserungen Huygens' und der Construction seiner Uhr. Die beigelegte Zeichnung vom Entwurfe Galilei's von 1641 zeigt demnach bereits das von Huygens als seiner Uhr eigenthümlich bezeichnete Princip. Der Prinz schickte noch in demselben Jahre 1659 eine Copie dieser Zeichnung und die Skizze einer zweiten Uhr an Boulliau, war also, und dann doch wohl durch Viviani, nun besser unterrichtet. Den Zeichnungen lag eine Beschreibung der Uhr, vielleicht Viviani's Bericht bei. Boulliau antwortete am 19. Dec. 1659¹⁾: „Ad Christianum Hugenum Zulichemium utriusque Horologii pendulo directi, quas a Celsitudine Tua accepi, picturas misi; et si mihi vacasset, historiam inventi a Galilaeo penduli, et adnotata primum ab ipso aequalitatis motus transcriptam adjunxissem.“ Am 9. Jan. schickte Boulliau die Copie an Huygens unter Zufügung der Worte²⁾: „Je vous envoie la figure de l'Horloge à Pendule commencé par Galilée tel qu'on me l'a envoyé de Florence“. Dass nun diese Copie die eine der Zeichnungen ist, welche van Swinden³⁾ veröffentlichte, beweist die Aufschrift, die diese von Huygens' Hand geschrieben trägt⁴⁾: „Missa a. ser. Principe Leopoldo ad Bullialdum ab illo ad me: R. 15 Janu. 1660.“ Auf die zweite damals mitgeschickte Zeichnung, die van Swinden seiner Abhandlung ebenfalls beigegeben hat, komme ich zurück. Demnach irrt Albèri⁵⁾ mit der Annahme, Huygens habe den Entwurf Galilei's nicht gekannt und die ihm damals übersandten Zeichnungen hätten anderes dargestellt. Dagegen ist der Bericht Viviani's

1) Albèri a. a. O. Suppl. p. 353.

2) van Swinden a. a. O. p. 116. Nr. 21 B.

3) ib. Fig. 6.

4) ib. p. 74.

5) a. a. O. Suppl. p. 353 ff.

wohl nicht zu seiner Kenntniss gekommen, was aus dem folgenden hervorzugehen scheint. Der Brief, dessen Datum wir auf den 14. Mai setzen zu müssen glaubten, enthält ausser den angeführten auch noch die folgenden Worte: „Mais enfin que faut il faire pour ôter à ce Prince l'opinion qu'il semble avoir conçue de moi comme si je m'attribuois l'invention d'autrui Certes je me croirois indigne de vie. Mais, puisque pourtant le négative est difficile à prouver, je ne vois pas quelle apologie je pourrois faire à . S. A. S. en l'assurant avec toute sincérité, que ni moi ni personne en ce pays, à ce que j'ai pu apprendre n'a oui parler de cette invention, devant que je publiasse“. Der fast gereizte Ton, mit dem sich Huygens gegen den Verdacht der Unehrlichkeit vertheidigt, findet wohl seine Erklärung in den oben mitgetheilten Worten des Briefes Boulliauw's, der den holländischen Gelehrten mit den italienischen Ansprüchen bekannt macht. Wäre ihm nun der Bericht Viviani's in der Folgezeit vor Augen gekommen, so hätte er daraus sehen müssen, dass man von italienischer Seite nicht daran dachte, ihn des Plagiats zu beschuldigen, wie es auch in den Briefen von dorthier nicht geschehen ist. So aber ist es, wie wir unten sehen werden, begreiflich, dass er in der Uebersendung der zweiten Zeichnung die Absicht, diesen Vorwurf gegen ihn zu erheben, sah; bei jeder Gelegenheit versichert er deshalb das Gegentheil. Zuerst in dem oben erwähnten Briefe, welchen Nic. Heinsius im Haag an Carlo Dati in Florenz schrieb¹⁾: „Convenit me“, sagt der erstere, „diebus proximis elapsis, Christianus Hugenus, et narravit accepisse se Lutetia litteras, quae inventum Horologii a se editi Galilaeo vestro vindicarent, sancte testatus ejus rei cum ignarissimis ignarum se fuisse. Quod si ita res se habet, ea qua par est ingenuitate puto agnoscet, et profitebitur hujus inventi gloriam primo Galilaeo deberi.“ In dem Briefe, mit welchem er 1673 dem nunmehrigen Car-

1) ib. p. 353 ff. Günther will (p. 326) diesem Briefe wohl mit Unrecht eine Beweiskraft in der Prioritätsfrage nicht zugestehen.

dinal Medici seine Schrift *Horologium* übersendet, sagt er¹⁾: „Scio enim non deesse, qui ipsum hoc quod trado *Horologii Oscillatoris* inventum nobis adscribi nolint. Inter quos *Experimentorum Accademiae Florentinae* Scriptor ita ad Galilaeum filiumque ipsius illud refert²⁾, nostrosque conatus dissimulat; ut non obscurum plagii crimen mihi objecisse videatur; optassem equidem *Celsitudinem Tuam* pro affectu illo, quo pridem nos nostraque prosequi dignata est, intercessisse ut non illud fieret, eum citra istius typis descriptum ad *Celsitudinem Tuam* me misisse constaret, priusquam ulla tentaminis Galilaei fama vulgata esset.“ Endlich macht er in der Einleitung der genannten Schrift darauf aufmerksam, dass³⁾ „qui vero Galileo primas hic deferre conantur, si tentasse eum, non vero perfecisse inventum dicant, illius magis quam meae laudi detrudere videntur, quippe qui rem eandem meliore quam ille eventu vestigaverim.“ Namentlich diesen letzten Einwand würde Huygens schwerlich erhoben haben, hätte er damals Viviani's Erzählung gekannt. Der Cardinal hatte nicht daran gedacht, Huygens des Plagiats beschuldigen zu wollen. In seiner Antwort auf die obige Widmung hält er zwar nochmals die Priorität Galilei's aufrecht, fährt aber dann fort⁴⁾: „e mi rendo certo che quando V. S. avesse avuta alcuna notizia di questa cosa non avrebbe taciuto di saperla“.

In allen den angeführten Aeusserungen erkennt also Huygens die Priorität Galilei's an und ebenso auch noch in der einzigen Bemerkung über diesen Gegenstand, die uns aus späterer Zeit bewahrt geblieben ist. Dieselbe hat deshalb eine besondere Wichtigkeit, weil sie Huygens

1) Albèri a. a. O. Suppl. p. 354 nach Fabroni.

2) Er meint hiermit den Passus aus den *Saggi* der *Academia del Cimento*: che fu stimato bene di applicare il pendolo all' orinolo sull' andar di quelle che, prima d'ogn' altro immaginò il Galileo, e che dell' anno 1649 mise in pratica Vincenzo Galilei suo figliuolo.“ Albèri a. a. O. XIV. p. 340.

3) Hugenii *Opera varia*. Vol. I. p. 32.

4) Albèri a. a. O. Suppl. p. 355.

lediglich für sich selbst niedergeschrieben hat. Sie findet sich in von ihm hinterlassenen Papieren, welche den Titel „Anecdota“ tragen.¹⁾ Van Swinden glaubt, dass sie kurz nach 1689 niedergeschrieben sind; sicher sind sie jünger, wie 1684. Gleich die erste heisst: „De Horologio Oscillatori. Quomodo primum inventum ex hodometro? Conatus plurium praeripere cupientium, ut in Experimentis Florentinis. Post nostrum libellum in Italiam demissum figuras per Bullialdum a Cardinali Mediceo missas: quarum Galilei alteram; sed difficili machinatione, ut non mirum, non successisse.“ Die auf diese folgenden Worte: „Hevelius sibi occoepit“ erkennen an, dass Hevel die Idee, das Pendel als Regulator an eine Uhr anzubringen, selbständig bearbeitet hat. Wie weit es ihm gelungen, wissen wir nicht; er selbst erkennt Huygens' Priorität an. Uns beweisen diese Worte, sowie der oben erwähnte Brief Huygens' an Boulliau des ersteren Bereitwilligkeit, das Verdienst anderer voll anzuerkennen, gerade so, wie es Boulliau in dem oben citirten Briefe erwartet hatte, und dann doch wohl in erster Linie das Verdienst Galilei's, den er, wie seine Schriften zur Genüge beweisen, so hoch verehrte. Den Anfang der folgenden Anekdote: „Sed praeipuum longe hic Cycloidis inventum. Utinam vidisset Galileus!“ möchte ich deshalb auch mehr als einen Ausdruck dieser Verehrung betrachten, als, wie es van Swinden zu thun scheint, eingegeben durch das Bewusstsein der Priorität seiner Erfindung Galilei gegenüber. Indem nun auch auf den Inhalt der ersten Anekdote die Worte van Swinden's²⁾ wohl auszudehnen sind: „Zoo spreekt niemand, welke zich de uitvindingen van anderen toeëigent; zoo spreekt niemand, wanneer hy in de stille eenzaamheid van het boekvertrek tot zich zelve spreekt, ten zy hy van de waarheid zyner gezegden bewust zy“, erscheint die Ansicht Albèri's³⁾ als die zutreffende, dass

1) van Swinden a. a. O. p. 265.

2) a. a. O. p. 53.

3) a. a. O. Suppl. p. 334.

Galilei die Erfindung der Pendeluhr gehört, „senza che ciò detragga al merito dell' Ugenio, che noi pure crediamo ingenuo, ma non primo inventore, della stessa applicazione.“ Weiter unten wird, soweit dies nach dem obigen noch nöthig, auch der Grund von Huygens' auffallender Empfindlichkeit klar werden.

Galilei hat somit die Pendeluhr 1641 erfunden, Huygens 1656, ohne von Galilei's Erfindung zu wissen, dieselbe noch einmal gemacht. Aber während Galilei's Apparat lange unbekannt blieb und nie Verwendung gefunden hat, fand der von Huygens' sehr bald allgemein Anklang und Anwendung.

Dies letztere geht namentlich auch aus dem weiteren Verlauf der Erfindungsgeschichte hervor, wie ihn der Schluss des Vivianischen Berichtes gibt.¹⁾ Nachdem er an Bestrebungen des Grossherzogs und Galilei's die Schwingungen des Pendels zu zählen erinnert hat, erwähnt er einer Pendeluhr, welche der Augsburger Ph. Treffler „durch diese Vorschläge angeregt“, verfertigte, und an welcher dann auf Anordnung des Grossherzogs eine Einrichtung angebracht wurde, die Elongationen des Pendels constant zu erhalten. Zu derselben Zeit sei durch den Franzosen Generini dem Grossherzog eine verbesserte Construction der Galilei'schen Uhr vorgelegt, habe Treffler einige Uhren unter Benutzung dieser Erfindungen umgestaltet, endlich sei dem Prinzen kurz vorher die Erfindung Huygens' über Paris mitgetheilt.

Hiernach dürfte die Vermuthung van Swinden's²⁾ über die zweite an Huygens gesandte Skizze berechtigt sein, dass dieselbe eine alte Thurmuhre der schon seit Jahrhunderten üblichen Construction³⁾ darstelle, an welche unter Zugrundelegung der Huygens'schen Idee ein Pendel angebracht sei. Ihr hat Huygens die Worte⁴⁾: „missum a

1) Albèri a. a. O. Suppl. p. 341.

2) a. a. O. p. 92.

3) Ber. über den hist. Theil (77). Fig. 50. p. 20.

4) van Swinden a. a. O. p. 93.

ser. Pr. Leopoldo ad Ism. Bullialdum A°. 1660: cum descriptio Horologii mei edita fuisset A°. 1658“ beigesetzt und nur dann dürfte sich wohl auch die grosse Empfindlichkeit Huygens' vollständig erklären, dem beide Zeichnungen ohne weiteren Commentar zuzingen, so dass er glauben musste, dass man auch die letztere Uhr für eine italienische Erfindung hielt.

Anzunehmen, dass Viviani Huygens' Erfindung als nicht selbständig hätte hinstellen wollen, worüber man allerdings zweifelhaft sein könnte, dafür hat man namentlich nach der Art, wie er im Anfang seines Berichtes¹⁾ Huygens' Unparteilichkeit bezüglich der Entdeckung des Isochronismus der Pendelschwingungen rückhaltslos anerkennt, denn doch keinen Grund. Sodann zeigt dieser Bericht die Grundlosigkeit des vielfach behaupteten oder vermutheten Anthells Treffler's an der Erfindung der Pendeluhr. Derselbe ist, woran Günther²⁾ denkt, Vincenzo Galilei bei Anfertigung seiner Pendeluhr durchaus nicht behülflich gewesen.

Bei der grossen Wichtigkeit des Berichtes Viviani's sei es gestattet noch einige Worte über seine Glaubwürdigkeit zuzufügen. An seiner Aechtheit ist seit seiner ersten Veröffentlichung durch Nelli, 1793, wohl nie gezweifelt worden. Ebenso wenig hat man einen Grund, in die Wahrhaftigkeit Viviani's Zweifel zu setzen. Allerdings finden sich in seiner Vita di Galileo Galilei einige Ungenauigkeiten; dass aber solche in Betreff der Erfindung selbst nicht vorliegen, das beweisen mit aller Sicherheit die Zeichnungen des Galilei'schen Entwurfes in Florenz

1) Albèri a. a. O. XIV. p. 344.

2) a. a. O. p. 325 u. 327. Aus der p. 317 angeführten Stelle aus Nelli's Saggio di Storia letteraria Fiorentina del Secolo XVII. folgt dies durchaus nicht, ist dasselbst doch nicht einmal Vincenzo's Namen erwähnt, ebenso beruht die p. 324 citirte Angabe Frisi's auf einem Irrthum. Dass endlich die Treffler'sche Uhr, welche nach Aussage Perelli's der Professor Migliorotto Maccioni in Pisa besass, nur gegen Günther beweist, folgt aus Albèri a. a. O. Suppl. p. 352 (9). Vgl. hierüber auch van Swinden a. a. O. p. 81 ff.

und Leiden, zu dem Viviani's Beschreibung auf das genaueste passt. Ausserdem dürfte ein wichtiges Argument für die Richtigkeit der sämtlichen Angaben seines Berichtes darin liegen, dass alle Angaben der zeitgenössischen Berichte, wie wir gesehen haben, sich mit ihm vereinigen lassen, alle durch falsches Verständniss derselben in die neuere Literatur gekommenen Widersprüche erklären. Auf den bereits wiedergegebenen Bericht der *Accademia del Cimento*¹⁾ wird man sich hier freilich nicht berufen dürfen, da er wohl nur ein zweites Zeugnis Viviani's darstellt. Zu einem ähnlichen Resultat, wie wir, kommt auch Veladini²⁾, indem er sagt: „non v'ha alcuno il quale ardirebbe muover dubbio sulla buona fede del Viviani e del suo racconto, pur convalidato dalle testimonianze che invoca, ma la priorità a favore del Galilei risulta in ispecial modo dall' originalità dell' invenzione, nella quale nulla è tolto a prestanza da ciò che fin allora (cioè fino al 1659) si conosceva.“

Warum freilich, welche Fragen Albèri³⁾ „per pura soddisfazione di una ben naturale curiosità, e senza che ciò possa in alcun caso infermare il diritto di priorità incontrastabilmente assicurato a Galileo,“ aufwirft, nach dem Tode Vincenzio's, während die Uhr Huygens' sich so verbreitet hatte, von Galilei's Erfindung sich nur eine unbestimmte Tradition erhielt und die späteren Uhren Generini's, Treffler's in anderer Weise construiert sind, warum ferner selbst dann der Sache nicht weitere Verbreitung gegeben wurde, als sich Huygens beim Prinzen Leopold über die in die Acten der *Accademia del Cimento* aufgenommenen Aufsätze beklagte, sondern demselben in einem vertraulichen Briefe nur die halbe Wahrheit gesagt wurde, darüber ist nach Albèri keine genügende Antwort zu geben. „Bensi,“ fährt er fort, „non possiamo dissimulare di combattere a stento la tentazione,

1) S. p. 604 Note 2.

2) Albèri a. a. O. Suppl. p. 334.

3) ib. Suppl. p. 336.

che talora ci assale, di credere che lo stesso Viviani, di buon'ora vincolato d'amicizia coi ~~maggiori~~scienziati d'oltremonte, e stipendiato da Luigi XIV, cui l'opera dell' Ugenio fu dedicata, non amasse di spingere la sua dimostrazione tant' oltre, e a studio non facesse quell' uso che era da ripromettersi della sua lettera al Principe Leopoldo, la quale in fatti non troviamo indicata in verun documento di quel tempo a noi conosciuto.“ Das Galilei's Entwurf in der Technik gegen den von Huygens, auch wenn dieser nicht früher bekannt geworden wäre, hatte unterliegen müssen, lag übrigens wohl in einigen Mängeln der Construction, namentlich darin, was ihr auch Huygens vorwirft¹⁾, dass das Pendel durch eine Axe gehalten wird, dann wohl auch in dem Umstande, dass die Huygens'sche Uhr sich der damals bei den Uhrmachern gebräuchlichen Construction so sehr anschloss, dass sie auch ohne Schwierigkeit an bereits fertigen Uhren nachträglich angebracht werden konnte. Vielleicht ist auch die 1667 erfolgte Auflösung der Academia del Cimento, vielleicht auch, und dies liegt noch näher, der Umstand, dass bei dem würdigen Entgegenkommen Huygens' sich Niemand gegen die Priorität Galilei's erhob, Schuld an Viviani's Schweigen. Auch daran ist zu erinnern, dass Viviani anfangs, weil ihn seine Amtsgeschäfte zu sehr in Anspruch nahmen, später nach Leopold's Tode, weil er die Inquisition fürchtete, die beabsichtigte Herausgabe der von ihm gesammelten sämtlichen Schriften Galilei's unterliess, und ob endlich nichts über die Uhr Galilei's unter den Manuscripten sich befand, die vor der Wiederauffindung derselben im Jahre 1739 für immer verloren gegangen waren, wissen wir vollends nicht.²⁾

Es bleibt nun noch übrig, kurz auf die Arbeiten van Swinden's und Günther's einzugehen, die infolge der Nichtbenutzung des Berichtes von Viviani zu ganz

1) In der oben mitgetheilten Stelle des Briefes an Boulliau.

2) Burckhardt, die Erfindung des Thermometers und seine Gestaltung im 17. Jahrhundert. Basel 1867. p. 12.

anderen, mehr oder weniger widerspruchsvollen Resultaten gelangen. Nach dem Obigen darf ich dabei wohl von einer eingehenderen Kritik absehen und mich damit begnügen, soweit dies nöthig ist, die Abweichungen in einigen Hauptpunkten noch kurz zu besprechen.

Dass van Swinden den Bericht Viviani's nicht benutzte, hat wohl seinen Grund in dem Schicksale des oben erwähnten Buches *Vita e Commercio Letterario di Galileo Galilei*, in welchem Nelli 1793 den wieder aufgefundenen Bericht publicirte. Doch hat Nelli's Leben Galilei's erst um 1818 weitere Verbreitung gefunden.¹⁾ Die Arbeit van Swinden's aber ist am 5. und 19. Februar 1814 im Königl. niederl. Institut in Amsterdam verlesen, zu welcher Zeit er also noch keine Kenntniss von Viviani's Erzählung haben konnte, da ja, wie wir gesehen, das Studium der Schriften und Briefe aus Huygens' Nachlass nicht auf die Existenz desselben aufmerksam machte. Den Inhalt des Berichtes hat indessen van Swinden aus einer von Nelli verfassten Notiz in den *Novelle Letterarie di Firenze* von 1774 gekannt²⁾, aber diese schliesst mit dem irrigen Resultat, „che il primo vero esecutore di orologio a pendolo fu Christiano Ugenio.“ In der That vertrat Nelli³⁾ diese Ansicht, wohl aus Eifersucht gegen Fabroni, welcher in dem *Giornale de' Letterati di Pisa* von 1773 die wirklich aus Viviani's Bericht sich ergebende Folgerung gezogen hatte, „che l'Oriuolo a pendolo fu immaginato prima dal Galileo medesimo e poi eseguito da

1) Albèri, a. a. O. Suppl. p. 350 (7).

2) van Swinden. a. a. O. p. 80 Note (a); correcter in Albèri, a. a. O. Suppl. p. 351.

3) Poggendorff, im biogr.-lit. Handwörterbuch I. p. 267, gibt nach der Biographie universelle die Lebenszeit Nelli's von 1661 bis 1725 an. Die Biogr. univ. nennt zwei Nelli's, Jean-Baptiste und Baptiste-Clement, der erstere von 1661—1725, der letztere Mitte des 18. Jahrhunderts. Der in Rede stehende, Giambattista-Clemente, kann, wie sich aus dem Namen und den Angaben bei Albèri, a. a. O. Suppl. p. 351, ergibt, keiner der erwähnten sein, sondern ist wohl ein jüngerer Spross derselben Familie.

Vincenzo figlio di lui fino dal 1649¹⁾, obgleich aus seinen Veröffentlichungen mit grösster Evidenz dasselbe Resultat folgt, und so ist es wohl zu begreifen, dass van Swinden der kurzen Notiz, die ihm allein darüber bekannt wurde, kein grosses Gewicht beilegte.

Doch war van Swinden freilich auch keineswegs ganz vorurtheilsfrei und unparteiisch, wie er selbst zugesteht, indem er sagt²⁾: „Ik stel een groot belang in den roem van onzen grooten Landgenoot Huygens, maar nog meer in de waarheid: ik zoek dese boven alles.“ Warum hält er sich für verpflichtet, diesen für den Historiker selbstverständlichen Grundsatz besonders auszusprechen, wenn er nicht die Empfindung hatte, dass sein Patriotismus auf Kosten der historischen Wahrheit triumphiren könne? Namentlich bei der Betrachtung der Copie des Galilei'schen Entwurfes zeigt sich seine Voreingenommenheit für Huygens' Priorität. Sonst hätte er³⁾ den Entwurf Galilei's nicht als Zählwerk deuten können und die Construction, die im anderen Falle einfach, klar und sehr eigenartig, wenn auch noch unvollkommen ist, in einer Weise aufgefasst, die sie ihm ausgesprochenermaassen selbst unverständlich macht. Der Ausspruch des Prinzen Leopold, den er als Bestätigung seiner Ansicht anführt, dass „Galilei geen zaak in praktyk gebragt heeft, op die wyze vervaardigt (als Huygens) gelyk te zien is uit het weinige, dat gewrocht en geschetst is geworden door zynen zoon“, womit wohl der oben erwähnte Brief, den der Prinz an Huygens schrieb, nachdem ihm dieser sein *Horologium Oscillatorium* übersandt hatte⁴⁾, gemeint ist, gewinnt eine ganz andere Deutung, wenn man ihn mit den anderen Briefen Leopold's zusammenhält. Zudem wird die Schwierigkeit, dass für das treibende Gewicht eigentlich kein Platz ist, leicht gehoben, wenn man sich das Pendel

1) Albèri, a. a. O. Suppl. p. 351. 2) A. a. O. p. 58. 3) Ebendas. p. 77.

4) van Swinden, a. a. O. p. 45, Note. Albèri, a. a. O. p. 354, wobei ich allerdings nicht verstehe, dass Huygens' Brief vom 23. Mai und die Antwort des Prinzen vom 22. Mai datirt ist.

an der verlängerten Axe angebracht oder das Gewicht durch eine Feder ersetzt denkt, wie in der That nach Viviani's Bericht das Pendel an einer Seite des zum Rahmen senkrechten Klobens angebracht war, wie im Berichte auch davon die Rede ist, dass man die Einrichtung an der Uhr mit der Feder anbringen könne. Auch müssen wir im Auge behalten, dass Galilei, der bereits blind war, den Entwurf seinem Sohn und Schüler nur beschreiben konnte, er daher für solche Fehler der Zeichnung durchaus nicht verantwortlich gemacht werden kann.

Und dass der Apparat, in der angeführten Weise hergestellt, den Zweck, zu dem er construirt ist, vollständig erfüllt, beweist ein in der Tribuna di Galilei neuerdings nach dessen Entwurf hergestelltes Modell. Es ist dies dasselbe, auf dessen Vorhandensein Günther¹⁾ einen Theil seiner Behauptungen baut, indem er die ganz irrigen Voraussetzungen macht, dass dies das von Galilei ausgeführte Zählwerk von 1636 sei, dessen von Galilei selbst gegebene Beschreibung, die Günther zwei Seiten vorher in italienischer Sprache ausführlich anführt, doch so gar nicht darauf passt. „Quanto al Modello che Günther ci quanto pare ha preso per antico, perchè collocato in una delle vetrine fra gli oggetti del Galileo“, hatte auf meine Bitte um Auskunft über dasselbe Hr. Prof. Eccher in Florenz die Güte mir mitzuthellen, „esso fu costruito dietro il disegno, che Voi avete (es ist die oben erwähnte, welche in London ausgestellt war), circa 18 anni fa; e perciò non l'ho portato a Londra, nè l'ho citato. Fu costruito per mera curiosità cessando d'attenersi al disegno, per vedere se avrebbe camminato; e cammina.“²⁾

Warum nun Günther den doch so wichtigen Bericht Viviani's auch nicht einmal erwähnt hat, da er doch die Abhandlung Albèri's, in welcher die Stellen, welche die

1) A. a. O. p. 317.

2) Ueber den von Günther, p. 320, als Uhr Vincenzo Galilei's abgebildeten Apparat habe ich nichts in Erfahrung bringen können. Dass sie nicht von Vincenzo herrührt, ist sicher; vielleicht ist es eine ältere Uhr, an welcher später ein Pendel angebracht ist.

Pendeluhr angehen, abgedruckt sind, citirt¹⁾, daraus freilich nur die *divinazione* Veladini's anführt, während doch der grösste Theil der Abhandlung dem erwähnten Bericht gewidmet ist, dafür einen Grund zu finden, bin ich nicht im Stande gewesen. Hätte Günther den Bericht benutzt, so hätte ihn dies nothwendig davor bewahren müssen, die von der Uhr redenden Berichte auf das Zählwerk Galilei's, oft genug nicht ohne Zwang, zu deuten und so an den Entwurf Galilei's von vornherein mit vorgefasster Meinung heranzutreten. Besonders befremdlich aber ist unter diesen Umständen der Schluss seines Buches, wo er sagt²⁾: „dem einzigen plausiblen Grunde, der sich für diese letztere (die historische Berechtigung der *divinazione*) anführen liesse, stehen mit allzu grossem Gewichte die sämtlichen zeitgenössischen Quellen gegenüber, deren absolutes Stillschweigen in dieser Richtung sicherlich seinen guten Grund hat.“ Denn der Zeitgenosse Viviani redet doch laut und deutlich genug, ebenso die *Academia del Cimento* und der Prinz Leopold, deren Worte Günther einige Seiten vorher anführt. Auch enthält ja die erwähnte Abhandlung Albèri's die Stimmen der beiden Campani's für Galilei's Priorität, ja die von Huygens selbst fehlt nicht. So kommt denn auch Günther zu van Swinden's unhaltbarem Resultate, über das er in einzelnen Punkten sogar noch hinausgeht.

Die Resultate, zu denen wir gelangen, sind demnach die folgenden:

Bürgi und Treffler haben an der Erfindung der Pendeluhr nicht den geringsten Antheil. Dieselbe gehört Galilei und Huygens, die beide unabhängig voneinander darauf kamen. Da jedoch dem ersteren dieselbe 15 Jahre früher, wie dem letzteren, gelang, so ist die Pendeluhr ein Werk Galilei's.

Cassel, im März 1878.

1) Günther, a. a. O. 343.

2) A. a. O. p. 344.