



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.

Tech.

102^s

Tecken.
102 $\frac{5}{2}$

Hertz. g.

Geschichte der Uhren

von

Gustav Hertz.

Mit 19 erläuternden Abbildungen auf einer
Steindrucktafel.



Berlin.

Verlag der Nicolai'schen Buchhandlung.

1851.

128. 7?

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

V o r w o r t.

Wir haben nichts, was wir mehr zu Rathe halten sollten, als die Zeit; je mehr wir es thun, um so mehr sind und leisten wir; sie ist auch ein Aequivalent für alles irdisch Erreichbare, darum sagen die Engländer mit Recht: „time is money“, Zeit ist Geld. Das fühlt ein Jeder; deßhalb ist auch ein Instrument die Zeit zu messen — eine Uhr — einem Jeden jetzt fast so unentbehrlich geworden, als ein Kleid; und es muß jedem Gebildeten interessant sein, zu wissen, seit wann und woher wir Uhren haben, sowie, welche Anforderungen man mit Billigkeit an eine gewöhnliche Uhr machen kann; und wie weit man es überhaupt in Genauigkeit der Zeitmessung gebracht hat.

Diese Betrachtungen hatten mich veranlaßt, in der hiesigen polytechnischen Gesellschaft an vier Abenden des vorigen Winters einen Vortrag über die Geschichte der Uhren zu halten. Durch den Beifall, den er dort gefunden, und der ihren Abdruck in den Gesellschafts-Be-

richten veranlaßt hat, bin ich ermuthigt worden, ihn der
Oeffentlichkeit zu übergeben. — So wenig er aber für
Männer von Fach berechnet ist, ebensowenig macht er
Ansprüche auf Vollständigkeit. Ist es mir nur gelungen,
aus dem reichhaltigen Material eine nicht uninteressante
Auswahl zu treffen, und bin ich Jedem verständlich ge-
worden, so habe ich meinen Zweck erreicht.

Berlin, im August 1851.

Der Verfasser.

So wie der Mensch sich an Alles, selbst das Unangenehmste, gewöhnt, so werden wir auch gleichgültig gegen das Gute und Schöne, was die Natur uns bietet. Wir wissen es kaum noch und glauben, es dürfe und könne gar nicht anders sein. Ebenso geht es uns auch mit vielen großen und wichtigen Erfindungen, deren wir uns täglich bedienen. Es fällt uns gar nicht ein, wie sehr begabte Menschen die gewesen sein müssen, welche den ersten Gedanken zu solchen Erfindungen gefaßt haben, und wie viele Menschen während mancher Jahrhunderte die ganze Zeit ihres Lebens daran gesetzt haben, um die Anfangs rohen, unbedeutenden Anfänge immer weiter und weiter zu verfolgen, und zu einer Vollkommenheit auszubilden, die früher nicht geahnt ward. Zu solchen Erfindungen kann man wohl vor Allem die der Uhren rechnen.

Ich denke, es wird Ihnen, geehrte Herren, nicht unangenehm sein, wenn ich Ihnen in kurzen Umrissen vor Augen führe, wie roh und unbehülflich die ersten zur Zeitmessung angewendeten Mittel und Werkzeuge gewesen, und zu wie hoher Vollkommenheit sie allmählig, namentlich im letzten und in diesem Jahrhunderte, geführt worden sind.

Ehe man Werkzeuge erfinden konnte, welche die verschiedenen Stunden des Tages und der Nacht angaben, mußte diese Eintheilung des Tages selbst natürlich vorangegangen

sein. Wann das geschehen, wissen wir nicht genau; wir können nur höchstens angeben, wann diese Eintheilung des Tages den Völkern des Alterthums bereits bekannt war. So spricht Timon, der etwa 270 vor Christi Geburt lebte, von einem Menschen, der für Bezahlung in den Häusern umherging, um die Stunde, die es grade war, anzugeben. Und ein halbes Jahrhundert später finden wir bei einem Dichter Machon eine Stelle, in der es heißt, daß ein Arzt zu Philorenes, der krank war, gesagt hätte: „wenn Du noch irgend eine Anordnung treffen willst, so gehe ohne Aufschub daran, denn Du wirst binnen 7 Stunden sterben.“

Die Werkzeuge, durch die man damals wußte, welche Zeit es war, waren Wasseruhren, besonders aber Sonnenuhr oder Gnomone. Diese letzteren waren schon früher erfunden, ohne daß es darum nöthig ist anzunehmen, daß man damals auch schon den Tag in Stunden einzutheilen verstand. Es ist vielmehr das Gegentheil gewiß; denn in alten Schriftstellern kommen Zeitbestimmungen, nicht nach Stunden, sondern nach Schattenlängen des Sonnenuhrers vor: z. B. „es wird bei 6 Fuß Schattenlänge gegessen“, was man doch sicher nicht gethan hätte, wenn man die bestimmtere Eintheilung nach Stunden gekannt hätte.

Der Erfinder der Sonnenuhr soll Anaximander von Milet um 544 v. Ch. Geb. gewesen sein. In dem zweiten Buch der Könige wird uns schon gesagt, daß Ahas viel früher, 742 v. Ch. Geb., in oder neben dem Tempel zu Jerusalem eine Sonnenuhr errichten ließ. Die Beschreibung derselben ist aber sehr unklar, so daß man sich kein, auch nur einigermaßen deutliches, Bild davon machen kann, wie sie wohl mag beschaffen gewesen sein.

Als die Sonnenuhren den Römern einmal erst bekannt waren, da verbreiteten sie sich rasch über alle größeren Städte des Landes. Als Beweis dafür kann eine Stelle in einem Lustspiele des Plautus gelten, in welchem er eine der darstellend-

den Personen, sagen läßt: „daß die Götter doch den verderben möchten, der zuerst diese Uhr hergebracht hat! Sonst war der Hunger für mich die beste und richtigste Uhr, die mich immer benachrichtigte; aber jetzt darf ich nur essen, wenn es der Sonne gefällt; ihren Lauf muß man dabei zu Rathe ziehen. Die ganze Stadt ist voller Uhren!“ Und das weiß man gewiß, daß der Konsul Lucius Papirius Cursor, 290 v. Ch. Geb., den ersten Sonnenzeiger vor dem Tempel des Quirinus aufstellen ließ.

Zu den ältesten Zeitmessern gehören auch Sand- und Wasseruhren, deren Alter weit über unsere Zeitrechnung hinausreicht. Als Beweis dafür kann ein griechisches Basrelief dienen, welches man bei Winkelmann findet. Es stellt die Hochzeit des Peleus und der Thetis dar. Prometheus, als Sinnbild der Sonne, welche die Tageszeiten und Stunden macht, hält darauf ein Stundenglas (Clepsydra), ganz denen ähnlich, die man noch heut zu Tage sieht.

Die Wasseruhren waren anfänglich sehr einfach; sie bestanden in einem thönernen Gefäß, das die Gestalt eines umgekehrten, mit der Spitze nach unten zu gerichteten Kegels hatte; in dieser Spitze war ein Loch, aus dem das Wasser in ein anderes graduirtes Gefäß floß, und durch den Höhestand, den es in demselben einnahm, die Stunden anzeigte. Sie erfuhren aber eine wesentliche Vervollkommnung durch Ctesibius von Alexandrien, der 94 v. Ch. Geb. durch Verbindung mit einem Räderwerk eine Wasseruhr herstellte, welche die Monate, Tage und Stunden, und die Zeichen des Thierkreises zeigte. Nebenbei wurde durch die Uhr eine Trompete geblasen, Steine geworfen und noch mehr solcher Spielereien angeschlossen.

Eine Himmelskugel, die Archimedes konstruirt hatte, aus einem sehr complicirten Räderwerk bestand, und höchst wahrscheinlich auch durch Wasser bewegt ward, erregte das Staunen der damaligen Welt. Ein römischer Dichter Claudian erwähnt derselben, und läßt den Jupiter, den höchsten der Götter,

darüber unter Anderm zu den übrigen Göttern sagen: „Ein alter Syrakusaner (Archimedes) hat versucht, das Werk meiner Hände nachzuahmen. Er hat in seine nachgemachte Welt einen Geist gebannt, der die Sonne vorstellt, und ihm Tage und Monate macht. Auch er will sich vermessen, es den Göttern gleich zu thun; ich werde aber auch ihn verderben, wie ich schon den Sohn des Aeolus getödtet habe.“ Dieser Sohn des Aeolus hieß Salmoneus, war ein sehr tapferer und reicher Mann und hatte eine ganze Stadt gebaut, die er nach sich Salmonea nannte. Er ward aber übermüthig und wollte, daß man ihm göttliche Ehren erwiese. Er wollte die Leute glauben machen, er sei selbst so etwas wie ein Gott; deshalb ahmte er den Donner durch Wagen nach, die er über eiserne Brücken fahren ließ, und ließ Menschen tödten; wobei er dann sagte, der Blitz habe sie erschlagen. Das nahm aber Jupiter, der mit sich nicht scherzen ließ, sehr übel und erschlug ihn wirklich mit seinem Donnerkeile.

Cicero sagt, daß sich die Griechen und später auch die Römer in ihren Gerichtshöfen der Wasseruhren bedienten. Ein Drittel der Zeit, die sie angaben, ward dem Kläger, das zweite Drittel dem Beklagten, und das letzte dem Richter zugebilligt. Während des Zeugenverhörs, der Verlesung einer Verordnung u. dgl. hielt man die Wasseruhr an und das hieß mit dem Kunstausdruck: „das Wasser aufhalten *aquam sustinere*.“ Wurde den Rednern in ungewöhnlich wichtigen Fällen die doppelte Zeit gestattet, so hieß das, man bewillige ihnen zu der einen Wasseruhr noch eine *clepsydras clepsydris addere*. Ein eigener Beamter hatte die Aufsicht über diese Uhren, und zugleich die Pflicht, anzuzeigen wann das bestimmte Drittel der Zeit abgelaufen war. Aber auch damals ging es nicht besser zu als heut zu Tage; es gab auch schon Spitzbuben und Betrüger, die ihre Prozesse durch Bestechung durchzusetzen wußten, selbst wenn ihnen das Recht nicht zur Seite stand. So wußten sie es denn durch Bestechung jener Wasseruhr-Beamten zu machen, daß sie, wenn ihr Advokat

sprach, entweder verdicktes Wasser statt des reinen in die Uhr thaten, oder es dadurch, daß sie die Ausflußöffnung zum Theil mit Wachs verstopften, zum langsamern Ausfließen brachten.

Wie es mit vielen, man kann wohl sagen mit den meisten großen Erfindungen geht, so ging es auch mit der der Wasseruhren. Man kann nicht mit Bestimmtheit angeben, wo und wann sie erfunden worden sind. Wir finden sie fast zu gleicher Zeit auf ganz verschiedenen Punkten der Erde vor. Bei den Griechen, Chinesen, Indiern, Arabern. Es ist, als wenn die Keime zu wichtigen Erfindungen allmählig im Schooße der Zeit sich entwickelten, bis sie dann plötzlich, oft an mehreren von einander ganz entfernten Orten zugleich, in genialen Köpfen so weit ausgebildet sind, daß sie zu Tage kommen; dann aber werden sie, so wie nur der erste Anstoß gegeben ist, und sie gleichsam Gemeingut geworden sind, von allen Seiten her weiter gefördert und entwickelt.

Eine ganz eigenthümliche Art von Wasseruhren kann ich hier nicht unerwähnt lassen. Die Malabaren, Bewohner des südlichen Theils der westlichen Küste der indischen Halbinsel, bedienten sich schon früh als Zeitmesser einer leichten Hohlkugel von Kupfer, die ein kleines Loch hatte, in welches Wasser eindringen konnte. Sie legten sie auf Wasser und nannten die Zeit von diesem Augenblick an bis zum Untersinken der Kugel *Majika*, und das war des sechzigste Theil des Tages. Diese *Majika* hatte wieder ihre Unterabtheilungen, deren kleinste nicht größer als unsere Tertian gewesen sein sollen.

Das wären nun in Kurzem diejenigen Werkzeuge, mit denen man im ersten Jahrtausend unserer Zeitrechnung die Zeit gemessen hat. Wie unvollkommen sie auch waren, so muß man doch hohe Achtung vor den Männern haben, welche zu einer Zeit, wo die Mechanik zum Theil noch auf einer so niedrigen Stufe stand, schon so viel geleistet hatten. Die Unvollkommenheit dieser Uhren bestand hauptsächlich darin, daß die Kraft, welche sie in Bewegung setzte, keine konstante war und sie nicht

im Stande waren, die einzelnen kleinen Zeitabtheilungen genau anzugeben und deutlich bemerkbar zu machen.

Die erste Uhr, welche durch ein Gewicht in Bewegung gesetzt ward, und eine Hemmung hatte, soll Gerbert, der spätere Pabst Sylvester II., um 990 gemacht haben. Die Lebensgeschichte dieses Mannes ist so interessant, daß ich es mir nicht versagen kann, Ihnen Einiges daraus mitzutheilen. Um die Mitte des zehnten Jahrhunderts etwa trafen Mönche aus dem Benediktiner-Kloster zu Aurillac im westlichen Frankreich auf ihren Spaziergängen in den Bergen der Auvergne öfters einen Knaben, der das Vieh hütete. Er hieß Gerbert. Aus der Unterhaltung mit ihm merkten sie bald, daß er ungewöhnliche Geistesgaben und einen unerfättlichen Wissensdrang hatte. Sie fühlten sich dadurch bewogen, ihn in ihr Kloster zum heiligen Gerhard aufzunehmen. Da benutzte er denn jeden freien Augenblick zum eifrigsten Studium, und ward bald der Gelehrteste im Kloster. Nachdem er seine Gelübde abgelegt hatte, trieb ihn der Wunsch, seine wissenschaftlichen Kenntnisse zu vermehren, nach Spanien, wo er alle dortigen Universitäten, zu der Zeit die berühmtesten in Europa, besuchte. Aber das war kein Mann für Spanien, dazumal wie jetzt das Land der Orthodorie, in welchem nichts so sehr als die Freiheit des Geistes verpönt und verfolgt ward. Abergläubische Ignoranten klagten ihn der Zauberei an. Es ward ihm der Prozeß gemacht, dessen Ausgang er, obgleich er sich in seinem Innern von aller Schuld frei fühlte und ein wahrhaft frommer gottesfürchtiger Mann war, dennoch nicht abwarten mochte. Er floh deshalb aus Salamanka, seinem damaligen Aufenthaltsorte, nach Paris, wo der geistreiche Mann sich bald mächtige Freunde erwarb. Nachdem er nacheinander Superior im Kloster zu Bobbio, Erzbischof von Rheims, Lehrer Robert I., Königs von Neapel, und Otto III., des deutschen Kaisers, gewesen war, bestieg er, der frühere arme Hirtensknabe, unter dem Namen Sylvester II., 999 den päpstlichen Thron. Er kannte fast alle

totden und lebenden Sprachen; war Mathematiker, Astronom, Physiker, Mechaniker, Algebraist u. s. w. Seine Lieblingswissenschaft als Mönch, und auch noch als Erzbischof, war die Mechanik. Er war erfahren in der Kunst, Wasseruhren, Sanduhren, Wasserorgeln und dergleichen künstliche Werke zu bauen. Ein bleibendes Verdienst, das allein schon seinen Namen auf die Nachwelt gebracht hätte, hat er sich durch Einführung unseres jetzigen Zahlensystems mit den arabischen Ziffern erworben. Derselbe Mann war es auch, der zuerst ein Gewicht als Triebkraft an Uhren anbrachte, und denjenigen Theil derselben erfand, den man Hemmung nennt; diese große Erfindung, auf welche ich im Laufe meines Vortrages noch öfter zurückkommen und sie Ihnen näher erklären werde, wenn gleich ich bei dem größten Theile der geehrten Versammlung eine genauere Kenntniß derselben voraussetzen darf. Ohne sie wäre es unmöglich gewesen, je einen, auch nur sehr geringen Anforderungen entsprechenden Zeitmesser herzustellen. Ich weiß es wohl, daß wenn ich Gerbert oder Sylvester diese zwei wichtigsten Erfindungen zuschreibe, ich mich dadurch mit der gewöhnlichen Annahme in Widerspruch setze, die einem deutschen Gelehrten des funfzehnten Jahrhunderts, Johann Müller oder Regiomontanus, wie er sich nach seiner Vaterstadt Königsberg in Preußen gewöhnlich nannte, diese Erfindung zuschreibt. Ich muß es mir auch gefallen lassen, wenn Sie mich deshalb wegen unpatriotischer, franzosenfreundlicher Gesinnung verketzern; aber es ist gewiß, und namhafte französische und holländische Gelehrte bestätigen es, daß schon zu Anfang des zwölften Jahrhunderts Schlagwerke in Gebrauch waren, und daß diese später als die Gewichtuhren erfunden worden sind, das steht ganz fest.

Ich will Ihnen hier die Wirkung einer solchen Hemmung an einer Zeichnung zu erklären versuchen. Fig. 1. A ist das letzte, d. h. das am entferntesten von der Triebkraft liegende Rad einer Uhr. Man nennt es Steigrad, und es ist ganz

so, wie wir es noch in unsern gewöhnlichen Spindel Taschenuhren sehen. Es hat spitz zugehende Zähne. B ist eine runde Stahlwelle oder Spindel und war an einem Strick oder einer Schnur aufgehängt, welche an einem, am Gestell der Uhr befestigten Metallstück C, Kloben genannt, befestigt war. D und D' sind zwei flache, aus der Spindel hervortretende und zu einander unter einem Winkel von beiläufig 100° stehende Stahlplättchen, Spindellappen genannt. E ist eine quer durch die Spindel gehende Stahl- oder Eisenstange, die Unruhe, an deren Einschnitten die Gewichte F und F' aufgehängt waren.

Die Art, wie dieser Mechanismus arbeitet, ist nun folgende: die Triebkraft, also das Gewicht, welches das erste Rad in Bewegung setzt, treibt die übrigen Räder, und zuletzt das Steigerad A in der durch den Pfeil ange deuteten Richtung herum, d. h. der untere Theil der in der Zeichnung gegebenen Radseite bewegt sich nach oben. Auf diesem Wege stellt sich dem oberen Zahn der Lappen D' entgegen, und wird nun so lange fortgedrängt, bis der Zahn vorbei kann; er kommt dabei so weit wie die halbe Entfernung von einem Zahn zum andern beträgt; denn ist das Rad so weit gekommen, so stellt sich dem unteren Zahn der Lappen D' entgegen, der nun ebenso, wie vorher der obere, vom Lappen D aus dem Wege geschoben werden muß. Es ist klar, daß dieselbe Bewegung der Spindel auch von der mit ihr verbundenen Unruhe E mitgemacht wird. Sie dreht sich also immer, wenn das Rad mit dem oberen Lappen in Berührung kommt, rechts herum, und wenn es gegen den unteren sich stößt, links herum. Das geht nun so fort, indem jeder Stoß eines Zahnes gegen einen der Spindellappen, der Spindel und der mit ihr verbundenen Unruhe einen neuen Impuls giebt, und sie so in fort dauernder Bewegung erhält, was nicht eher aufhört, als bis das Gewicht auf den Boden aufstößt, demnach keine Kraft mehr äußern kann. Nun ist es aber auch einleuchtend, daß die Unruhe um so mehr Zeit zu ihrer Schwingung braucht, je schwerer sie ist. Oder richtiger gesagt: je weiter ihr Schwerpunkt nach

außen liegt. Das kann aber durch zweierlei bewirkt werden: dadurch, daß man ihr wirkliches Gewicht selber vermehrt, oder dadurch, daß man ein auf ihr angebrachtes Gewicht immer mehr vom Mittelpunkte entfernt. Es verhält sich hiermit gerade so, wie mit den einarmigen Schnellwaagen, bei denen man dadurch eine größere Last abwägt, daß man das Gewicht auf dem längeren Hebelarm mehr vom Drehungspunkte entfernt. Dieses letzteren Mittels nun bedient man sich, um die Uhr zu reguliren, d. h. um die einzelnen Zeitmomente, die zwischen dem Gegenschlagen des einen Zahns und dem des andern verfließen, länger oder kürzer zu machen. Geht also die Uhr vor, so hat man nur die Gewichte F u. F' auf einen der mehr nach außen liegenden Einschnitte zu bringen. Geht sie nach, so werden die Gewichte dem Mittelpunkte mehr genähert. Noch deutlicher wird Ihnen das Gesagte werden, wenn sie einen Blick auf die Fig. 16 werfen, in welcher ebenfalls ein Steigrad, welches in eine Spindel greift, aber in perspektivischer Ansicht, gezeichnet ist, wodurch das Spiel dieser Hemmung noch verständlicher wird.

So schwerfällig und ungenau diese Art von Uhren war, so finden sie sich doch mitunter noch bei uns im Gebrauch und in gangbarem Stand. Ich weiß, daß sich eine solche in Gittmannsdorf, einem Dorfe in Schlesiens, findet — sehr wahrscheinlich sind aber dort in der Nähe und noch anderswo viele dergleichen zu finden.

Ich wende mich wieder zu den Schlagwerken. Auch der Name ihres Erfinders ist der Nachwelt nicht aufbehalten worden. Ich will nur einiger historischen Denkmale erwähnen, aus denen Sie entnehmen können, wann sie bereits erfunden waren. In den im Jahre 1120 verfaßten Ordensregeln der Cisterzienser wird dem Sakristan vorgeschrieben, dafür zu sorgen, daß die Uhr vor der Frühmesse schlage und wecke. Dann wird in einem andern Kapitel den Mönchen befohlen, ihre Leseübungen so lange fortzusetzen, bis die Uhr schlägt.

Im Jahre 1314 ward auf der Brücke von Caen eine Uhr von einem dortigen Uhrmacher, Namens Beaumont, aufgestellt, deren Glocke die Inschrift trägt: „Da die Stadt mich auf diese Brücke gestellt hat, um als Uhr zu dienen, so werde ich machen, daß man die Stunde höre, damit das gemeine Volk sich daran erfreue.“

Vom 14. Jahrhundert an wurden nun sehr viele komplizirte Uhrwerke gebaut, die größtentheils neben der Zeit auch noch die Himmelerrscheinungen zeigten. Ihre Verfertiger waren meist Mönche, englische, französische, deutsche, italienische. Diese Uhren waren die Bewunderung der damaligen Zeit; sie wurden als Wunderwerke angestaunt und zogen viele Neu- und Wiss-begierige nach den Städten, in denen sie aufgestellt waren. Gleichzeitige Chroniken ergehen sich in unbegrenzten Lobeserhebungen derselben, und stellen sie den sieben Wundern der alten Welt an die Seite.

Noch hentigen Tages sieht man in vielen Städten, Kammern und Privatsammlungen solche Kunstwerke, die zugleich ein vollständiger Kalender sind, und alle HAUPTERSCHEINUNGEN am Himmel uns vor Augen führen. Ich erinnere nur an die berühmten Uhren in Prag, Jena, Kloster Osegg, Gotha, Straßburg, Paris, Dijon, Metz, Lund u. s. w. Aber sie gehen fast alle nicht. Zeigt auch ja einmal eine noch die Zeit, so können Sie schon sicher darauf rechnen, daß der übrige Mechanismus in Unordnung ist, und fragen Sie dann ihren Führer, warum man das Wunderwerk nicht wieder habe in Stand setzen lassen, so ist die gewöhnliche Antwort, daß man jetzt so Wunderbares nicht mehr machen könne; wir besäßen nicht mehr so geschickte Arbeiter, als die, welche diese Uhr verfertigt hätten; und dennoch seien es nur Leute gewesen, die nie die Uhrmacherei erlernt hätten: Mönche, Schlosser, Schmiede u. s. w. Der wahre Grund ist aber der, daß, wie genial und unermülich auch die Erbauer solcher Werke gewesen sein müssen, ihnen doch einerseits eine gründliche Kenntniß der Mechanik abging; andererseits aber

war es der Mangel an jenen feineren Werkzeugen der Neuzeit, mit denen allein man im Stande ist, genau getheilte Räder zu machen, der ihnen hindernd in den Weg trat. Was sie machten, ging nun wohl einige Jahre, vielleicht auch wohl einige Jahrzehnte; aber da die Kräfte, der Widerstand der einzelnen Theile, und die Gesetze der Reibung, die bei allen Maschinen eine so wichtige Rolle spielen, noch nicht hinlänglich bekannt und genau gegen einander abgewogen waren, so zerstörte sich das Werk bald von selbst. Bekommt es nun ein tüchtiger Uhrmacher unter Händen, so findet sich gewöhnlich, daß die Reparatur eine sehr umfassende sein müßte, daß beinahe kein Theil unverändert bleiben könnte. Das hätte in der Regel zu viel gekostet, und so blieb das Werk wie es war. Das hatte dann den doppelten Vortheil, daß Geld gespart ward, und, wie gesagt, der erste Verfertiger auf Kosten aller neueren Uhrmacher, vom kleinsten bis zum größten, herausgestrichen werden konnte. Es paßt hierauf sehr gut ein Vers aus einem alten Uhrmacherbuch:

Denn wenn der Mensch kräpplich zur Welt geboren,
Sind alle Medicamente verloren,
Und wenn die Uhr in der Mache verborben,
Kein Uhrmacher im Repariren Ehre erworben.

Ich kann es mir nicht versagen, hier mehrerer Kunstwerke zu erwähnen, welche zwar erst dem letzten und dem Anfang dieses Jahrhunderts angehören, aber dennoch hier eine Stelle finden sollen, da sie auch von solchen Männern verfertigt worden sind, welche die dazu nöthigen Kenntnisse und Geschicklichkeit ganz aus sich selbst geschöpft hatten.

Es ist dies erstens eine noch jetzt auf dem Schlosse zu Berlin befindliche astronomische Flötenuhr, welche ein gewisser Kielblock verfertigt hat. Er war in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts gemeiner Garde du Corps, und hatte als solcher oft die Wache in den Zimmern des Charlottenburger Schlosses, wo ihn eine dort aufgestellte Flötenuhr sehr in-

teressirte. Er studirte sie so lange, bis er eine ähnliche, und später noch viele sehr complicirte astronomische Uhrwerke verfertigen konnte, unter denen die erwähnte sich wohl als die beste auszeichnen dürfte.

Dann besitzt die hiesige Gewerbe-Schule ein Planetarium, welches, nicht sowohl wegen äußerster Genauigkeit in den astronomischen Berechnungen, als wegen der genialen Einfachheit in seiner Konstruktion höchst interessant ist. Der Verfertiger war ein ganz ungebildeter Mann, ein Weber Namens Dienel aus dem Dorfe Hennernsdorf in der Lausitz. Schon sein Vater, ebenfalls Weber, verfertigte bloß aus Holz geschnitzte Planetarien und Lunarien, und hatte dadurch in der ganzen Gegend eine gewisse Berühmtheit erlangt; ja er gehörte zu den Merkwürdigkeiten des Ortes selbst. Der Sohn theilte die Neigung und Lieblingsbeschäftigung des Vaters. Durch einen Schlosser, der sein Freund war, lernte er etwas in Metall arbeiten, und dadurch konnte er nun schon Besseres machen als sein Vater vermocht hatte. Er fühlte aber, daß ihm noch Vieles fehle, was er nur in einer großen Stadt lernen könne. Deshalb ging er denn mit seinem selbstgefertigten Planetario nach Berlin, und kam, seinen Kober auf dem Rücken, zum verstorbenen bekannten Astronomen Bode in Berlin — gegen 1800 — und bat ihn, ihn seine Vorlesungen über Astronomie besuchen zu lassen. Bode, der die Sache anfänglich für einen Scherz hielt, aber doch bald bemerkte, daß der Mann ganz ungewöhnliche mathematische und astronomische Kenntnisse besaß, gewährte ihm nicht nur gern seine Bitte, sondern brachte ihn auch zum alten bekannten Lampen-Fabrikanten Stobwasser, in dessen Werkstätte er zuerst eine Drehbank sah und darauf arbeiten lernte. Hier machte er bald bei seinem großen Talent für Mechanik unglaubliche Fortschritte und verfertigte innerhalb weniger Jahre ein noch jetzt im Besiß des Apothekers Kluge befindliches Lunarium, das erwähnte Planetarium, und eine sehr schöne auf dem hiesigen Schlosse aufgestellte astronomische Uhr. Bald verbreitete sich

sein Ruf und verschaffte ihm, erst 23 Jahre alt, eine Berufung als Universitäts-Mechanicus nach Petersburg, woselbst er aber, kaum angekommen, am Nervenfieber starb.

Unter andern Uhren, die sich aus jener ältern Zeit bis auf unsere Tage erhalten haben, will ich hier nur der zu Dijon in Frankreich erwähnen. Sie gehörte ursprünglich der Stadt Courtray, der sie Philipp der Kühne nach der Schlacht von Rosebecq wegnahm und 1382 in Dijon aufstellen ließ. Auf ihr standen ursprünglich zwei Automaten aus Eisen, ein Mann und eine Frau, Jaquemart und seine Frau genannt, welche die Stunden schlugen. In späterer Zeit, schon zu Anfang des achtzehnten Jahrhunderts, hatte ein Schlosser in Dijon, Namens Saunois, eine dritte Figur, ein Kind dazu gefertigt, welches nun mit der Frau zusammen an zwei verschiedenen kleinen Glöckchen die Viertel schlug, während der Mann an einer größern Glocke die vollen Stunden anschlug. Diese Jaquemarts fanden so vielen Beifall, daß an den meisten öffentlichen Uhren jenes und der beiden folgenden Jahrhunderte solche Figuren angebracht wurden, die merkwürdiger Weise, in Deutschland Frankreich und England, überall den Namen Jaquemarts bekamen, und doch weiß man nicht einmal woher der Name selbst kommt. Nach Einigen ist er aus dem lateinischen Worte Jaccomarchidus, welches Panzerhemd bedeutet, gerabebrecht, und sollte vielleicht andeuten, daß diese Figürchen an die Stelle der Wächter getreten wären, welche man in jenen Zeiten auf hohe Thürme und Warten zu stellen pflegte, damit sie von da herab wichtige Ereignisse, als Feuersbrünste, das Herannahen des Feindes und dergleichen der Stadt verkündeten. Nach der Meinung Anderer, und das hat wohl mehr Wahrscheinlichkeit, sind sie nach einem Uhrmacher Jacques Marc benannt, der im 14. Jahrhundert lebte und solche Figuren zuerst gemacht haben soll.

Zum Trost für diejenigen, welche heut zu Tage, und mit Recht, so viel Klage darüber führen, daß die Handwerker, und vor Allem die geschicktesten, wenn sie nicht eben zugleich Kauf-

leute und Fabrikanten sind, so wenig verdienen, will ich bemerken, daß auch in jener Zeit die geschicktesten Handwerker nicht gar zu gut bezahlt wurden. So erhielt Henry de Vic, welcher die erste Thurmuhre verfertigte, die König Karl V im Jahr 1370 in Paris aufstellen ließ, dafür täglich 6 Pariser Sous, etwa 29 Pfennige, und ein besonderes Quartier im Thurm. Hatte auch das Geld damals noch einen weit höhern Werth als jetzt, so möchte doch diese Bezahlung ihn auch eben nicht in den Stand gesetzt haben, sehr viel Aufwand zu machen. Diese Pariser Thurmuhre trug auf einer Marmortafel die Inschrift: „diese Maschine, welche die 12 Stunden so genau einteilt, lehrt Euch Gerechtigkeit üben und die Gesetze halten.“ Daß sie gerade diese Inschrift trug, ist eine Art Hohn des Schicksals, denn ihre Glocke mußte in der Bartholomäus-Nacht um Mitternacht zwischen dem 24. und 25. August 1572 das Signal zur Niedermetzelung der Hugenotten geben. Wie allmählig die edlen Metalle häufiger wurden, wurde auch die Bezahlung der Arbeit eine immer bessere, wie man das aus einer Beschreibung der Kathedrale zu Metz, die 1843 erschienen ist, ersehen kann. Diese Kathedrale hat auch eine Uhr, die aus jener Zeit stammt, vom Jahre 1391. Dazumal war sie wahrscheinlich im Innern der Kirche aufgestellt. 120 Jahre später, 1510, ward sie in den östlichen Thurm der Kirche gebracht, und da steht sie noch. Außer den gewöhnlichen Zeitbestimmungen zeigt sie den Lauf der Sonne und des Mondes. Sie ward 1547 vom Großuhrmachermeister Joseph Marit für 6 Liv. 10 Sous, welche die Stadt bezahlte, reparirt. Für eine spätere Reparatur erhielt der Uhrmacher Gabriel Stiches schon 31 Liv. 10 Sous. Diese Summe muß ihm wohl selbst etwas zu hoch vorgekommen sein; denn als er dem Magistrat seine Rechnung einreichte, den 18. November 1660, wird dazu bemerkt: „die hochgelahrten Herrn wollen doch, so es Ihnen beliebt, in Betracht ziehen, daß der besagte Uhrmachermeister 5½ Tage und den größten Theil der Nächte dazu verwandt hat,

die besagte Uhr in guten Stand zu setzen, wozu viel Arbeit und große Geschicklichkeit erforderlich war, und das in dieser Winterszeit; und dabei ist ihm alles so gut gelungen, daß die hochgelahrten Herrn sowohl als das Publikum gewiß zufrieden gestellt sein und ihre Freude daran haben werden“. Einer der Nachfolger des Stiches, ein gewisser Harnar, der für die Instandhaltung der Uhr zu sorgen hatte, bekam auch eine Wohnung in einem neben dem Thurm stehenden Hause, und von der Stundenglocke der Uhr ging ein Strick in sein Zimmer, an dem er von da aus zu bestimmten Stunden läuten konnte.

Daß solche wunderbare Uhrwerke, wo sie sich vorfanden, bei den vielen Kriegen jener Zeit oft ihren Ort verlassen und dem Sieger folgen mußten, zeigt die Geschichte; so z. B. die Uhr zu Lund, einer Universitätsstadt in der schwedischen Provinz Schonen. Die hatte neben ihrem Werth als Kunstwerk auch noch einen reellen; denn alle Figuren daran waren von massivem Silber. Wenn es voll war, traten zwei geharnischte Ritter hervor und schlugen so oft mit dem Schwerdt gegen die Schilder, als Stunden anzuzeigen waren. Dann öffnete sich eine Thür, hinter welcher man die Jungfrau Maria mit dem Christkinde auf einem Throne sitzen sah, während von der andern Seite die heiligen drei Könige kamen und die Geschenke darbrachten. Darauf schloß sich die Thür wieder und alles das wiederholte sich bei der nächsten Stunde. — Als Schonen im Jahre 1658 an die Dänen kam, nahmen sie die ganze Uhr mit allen dazu gehörenden Figuren und führten sie zu Schiffe nach Dänemark. Das Schiff versank aber und mit ihm auch die Uhr. In der Domkirche, und zwar am westlichen Ende des südlichen Seitenschiffs, blieb nur noch das Zifferblatt mit den eisernen Zeigern, hinter welches eine gewöhnliche Uhr gestellt ward. Die ist jetzt auch zerstört worden, und seit drei Jahren sieht man an der Stelle nur noch das leere hölzerne Zifferblatt.

Außer dieser Uhr besaß Schweden noch eine ebenso künstliche, angeblich von Dasypodius, dem Erbauer der berühm-

ten Uhr des Straßburger Münsters. Sie stand in Upsala, ist aber auch nicht auf uns gekommen. Sie verbrannte beim großen Brande im Jahre 1702, nachdem sie kurze Zeit vorher von dem in Schweden sehr berühmt gewesenen Mechanikus Polhem war restaurirt worden. Daß zwei so berühmte Uhren in dem kleinen Schweden gewesen sind, deutet darauf hin, daß die Schweden viel Lust und Neigung zu mechanischen Arbeiten gehabt haben, wie es auch jetzt noch der Fall ist. So leben noch heutiges Tages die Morakarler in Dalecarlien fast einzig und allein von der Fabrikation hölzerner Uhren, in der Art der Schwarzwälder, jedoch größer, und haufiren damit im ganzen Lande herum. Auch lebt jetzt in einem Dorfe der Provinz Schonen ein gewöhnlicher Bauer, der, ohne daß er je die Uhrmacherei erlernt gehabt hätte, weit und breit wegen seiner Geschicklichkeit im Repariren von Cylinder-Uhren bekannt ist, und selbst von größeren Städten aus beschäftigt wird.

Eins der merkwürdigsten Uhrwerke ist das am Straßburger Münster, und nicht allein dadurch, daß es mühsam berechnet, gut ausgeführt und mit allem Aufwand von Kunst auch äußerlich ausgestattet war, sondern mehr noch dadurch, daß es während fünf Jahrhunderte die Freude und der Stolz der Straßburger gewesen ist, die denn auch dafür gesorgt haben, nicht nur, daß es immer oder meistens in gangbarem Stand gehalten ward, sondern es auch noch zuletzt in den letzten Jahren so haben umarbeiten lassen, daß es allen Anforderungen entspricht, welche man sowohl vom Stande des Uhrmachers, als von dem des Astronomen aus an ein solches Werk machen kann.

Die erste Uhr ward unter einem Bischof, Johann von Lichtenberg, in den Jahren 1352/54 verfertigt, später um 1399 reparirt, verfiel aber ganz, bis denn im Jahre 1547 das Domkapitel beschloß, sie durch eine neue ersetzen zu lassen. Den Plan hierzu entwarfen Michael Heercus, Nicolaus Bruecus oder Brückener in Gemeinschaft mit Christian Herlinus, einem der ausgezeichnetsten Mathematiker und Professor

an der Hochschule zu Straßburg. Durch den inzwischen erfolgten Tod Herlinus erlitt das Werk eine Unterbrechung, bis die Arbeit im Jahre 1570 Conrad Dasypodius, Schüler und Nachfolger Herlinus, weiter fortführte. Er hielt sich zwar im Allgemeinen an den von seinem Vorgänger entworfenen Plan, erweiterte und verbesserte ihn jedoch, nachdem er sich darüber mit dem berühmten Mathematiker Schreckenbenfuchs berathen hatte.

Die Ausführung des mechanischen Theils des Werks ward den Brüdern Isaac und Josias Habrecht aus Schaffhausen übertragen, und Thomas Stimmer, ein Straßburger Maler, übernahm die Ausführung der Maler- und Bildhauer-Arbeiten, mit denen das Werk in reichem Maße verziert werden sollte. Aber auch Dasypodius war nicht im Stande, die Last der ganzen Arbeit zu tragen; er erbat sich dazu noch die Hülfe seines Freundes David Volkenstein, eines Breslauer Astronomen. Dem vereinten Zusammenwirken so vieler tüchtigen Männer gelang es denn auch, das Werk so zu fördern, daß es am Johannistage 1574 aufgestellt und in Gang gebracht werden konnte.

Noch während der Arbeit mußte der jüngere der Habrechts, Josias, sich von der Arbeit zurückziehen, um für den Kurfürsten von Köln nach dem Schlosse Kaiserswörth zu gehen, wo er gleichfalls eine astronomische Uhr errichten sollte. Diese Reise und das Augenübel einer seiner Schwestern, die um dieselbe Zeit das Gesicht verlor, ist wahrscheinlich die Veranlassung zu der bekamten Volksfage geworden, daß der Straßburger Magistrat dem Erbauer der Uhr die Augen habe ausstechen lassen, damit er kein ähnliches Werk anderswo ausführen könne.

1669 ward die Uhr von Michael Habrecht, und 1732 von Jakob Straubhaar, beides Nachkömmlinge der Brüder Habrecht, ausgebessert. Aber trotz dieser und noch einiger späteren Ausbesserungen stand das Werk seit dem Jahr 1789 still.

Die Uhr gab alle Himmelserscheinungen, natürlich aber nur

so, wie sie den Astronomen zu Ende des sechzehnten Jahrhunderts bekannt waren, an.

Im Jahre 1836, den 7. September, faßte der Municipal-Rath von Straßburg den Beschluß, die Uhr wieder in Stand setzen zu lassen; jedoch so, daß sie allen Anforderungen der Mechanik sowohl als der Astronomie Genüge leisten könne, wobei aber so viel als möglich das ganze Aeußere der Uhr sollte erhalten bleiben. Das machte natürlich ein ganz neues Werk erforderlich, dessen Ausführung dem Straßburger Uhrmacher Joh. Baptiste Schwilgué übertragen ward.

Nachdem die nöthigen Berechnungen und der Plan gemacht worden, begann die Arbeit selbst den 4. Juni 1838, und die Uhr ward zum ersten Mal Sonntags den 2. Oktober 1842 in Gang gesetzt, bei Gelegenheit des zehnten französischen Gelehrtenvereins, der damals in Straßburg versammelt war. Die feierliche Einweihung fand den 31. Dezember desselben Jahres statt, wo dem Erbauer zu Ehren ein schönes Nachfest angeordnet worden.

Von dem Vielen, was die Uhr zeigt, will ich Ihnen nur das Hauptsächlichste angeben.

Am unteren Theil derselben ist eine Himmelskugel angebracht, welche ihre Umdrehung in einem Sternentage, d. h. in 23 Stunden 56 Minuten 4 Sekunden, vollbringt. Sie ist aus Kupfer, und auf ihr sind auf himmelblauem Grunde 110 Sternbilder, mit alten Sternen erster bis sechster Größe, zusammen über 5000, angegeben. Sie dreht sich von Osten nach Westen, und zieht in ihrer Bewegung unter andern Himmelskreisen auch den Horizont und den Mittagskreis nach sich, so daß man in jedem Augenblick sehen kann, welche Sterne auf-, welche unter- und welche durch den Mittagskreis gehen.

Hinter der Himmelskugel ist ein metallener ringsförmiger Kreis von $9\frac{1}{2}$ Fuß im Durchmesser; auf ihm ist der ganze Kalender angebracht. Dieser Kreis zeigt an einem Zeiger, unter dem er sich vorbeischiebt, das Datum, d. h. den Monat und den Monatstag, und giebt in Schaltjahren auch einen 29. Fe-

bruar an. Solche Schaltjahre haben wir bekanntlich in allen durch 4 theilbaren Jahren; dagegen beim Anfang des Jahrhunderts einmal ein Schaltjahr und dreimal keins; z. B. 2000 ein Schaltjahr, 2100, 2200, 2300 keins und sofort. Das Alles zeigt die Uhr. Außerdem giebt sie für jedes Jahr die beweglichen Feste, Ostern, Pfingsten und die davon abhängenden an; ferner die wahre und die mittlere Zeit, Auf- und Untergang der Sonne, den Lauf des Mondes um die Erde, so wie seine jedesmalige Höhe über dem Horizont, die Mondphasen und endlich die Sonnen- und Mondfinsternisse, wobei die Mondkugel so eingerichtet ist, daß sie uns bei einer Sonnenfinsterniß z. B. ihre dunkle Seite zuwendet und die Sonne grade so verfinstert, als es der Berechnung nach geschehen wird; also total, ringförmig oder partiell. Die jedesmalige Jahreszahl wird ebenfalls angegeben, und macht in der Neujahrsmitternacht der des nächstfolgenden Jahres Platz, bis zum Jahr 9999. Für die folgenden Jahre hat Herr Schwilgué keine fünfte Zahlenstelle eingerichtet, was sehr leicht nachträglich geschehen kann. Er wollte doch den Straßburgern von Anno 10,000 auch etwas zu thun übrig lassen. Daß auch nicht vergessen ist, die 7 Hauptplaneten vor unsern Augen ihre Bahnen beschreiben zu lassen, brauche ich kaum zu erwähnen.

Ich habe wenigstens noch hundert Angaben, welche die Uhr macht, unerwähnt gelassen, so wie ich auch mich bei den automatischen Kunststücken, daß z. B. jede Stunde alle Apostel vor Christo vorbeiziehen und um Mittag ein auf der Höhe des Uhrthurms angebrachter Hahn mit den Flügeln schlägt und dreimal kräht, nicht weiter aufhalten mag. — Auch die rückgängige Bewegung der Tag- und Nachtgleichenpunkte, die erst wieder nach mehr als 25,000 Jahren auf denselben Punkt am Himmel zurückkehren, ist in Berechnung gezogen und zur Erscheinung gebracht worden.

Die Höhe des ganzen Uhrwerks beträgt 63 Fuß, — der Durchmesser des Zifferblatts 16 Fuß.

Das Ganze wird von einem astronomischen Regulator in Bewegung gesetzt. Er ist durchweg, wie sich auch wohl schon erwarten läßt, mit äußerster Präcision gearbeitet; die zur Hemmung dienenden Theile sind wie bei Chronometern mit Edelsteinen versehen, und ein Compensationspendel sichert seinen richtigen Gang. Alle 8 Tage braucht er nur aufgezogen zu werden.

Die letzte Zeit hat einen recht schlagenden Beweis für die Genauigkeit dieser schönen Uhr geliefert. Am Tage der letzten großen Sonnenfinsterniß, den 28. Juli d. J. hatte sich eine Menge von Neugierigen in der Vorhalle der Kathedrale versammelt, um zu beobachten, ob die Uhr die Finsterniß anzeigen würde. Und wirklich zog, genau nach Minute und Sekunde, die an dem Ende eines Zeigers befestigte Kugel, von der Größe einer Erbse, halb silbern, halb schwarz, welche den Mond vorstellt, vor der Sonne vorbei, und bedeckte so viel von ihr, als in Wirklichkeit der Mond es für Straßburg that. Das verursachte einen wahren Jubel unter den Zuschauern, Herrn Schwilgué, der mit anwesend war, der schönste Lohn für seine an Berechnung und Ausführung des Werks gewendete Mühe.

In dem Maaße, als die Uhren eine immer allgemeinere Verbreitung fanden, fühlte man die Unbequemlichkeit, solche Instrumente zur Zeitmessung nur in Zimmern benutzen zu können, wo sie einen festen Standort hatten. Man sann auf Mittel, das Gewicht durch eine andere Triebkraft zu ersetzen, und fand denn auch um die Mitte des funfzehnten Jahrhunderts, daß eine spiralförmig gewundene Stahlfeder das Gewünschte leistete. Man brachte sie, wie es noch heute geschieht, in einer Trommel, Fig. 2. und 3. A, an, welche unten ein Rad, B, hat, indem das äußere Ende an der inneren Wandung der Trommel, und das innere an einem Stifte, C, angehängt ist, durch dessen Herumdrehung man die Feder spannen konnte. An diesem Stifte, dem Federstifte, ist außerhalb der Platine ein Sperrrad angebracht, welches wohl die zum Aufziehen nöthige Bewegung, nicht aber die entgegengesetzte zuläßt. Die Kraft, mit der die

Feder dann strebte, sich wieder auszudehnen, ward die Triebkraft für das ganze Uhrwerk. Dadurch waren mit einemmale die Schwierigkeiten gehoben, ja man konnte Uhren, so klein als man wollte, machen, die auch in jeder Lage gehen mußten.

Der erste, der sie so einrichtete, daß man sie in der Tasche tragen konnte, soll der im Jahre 1542 verstorbene Nürnberger Peter Hele gewesen sein. Von ihm erzählt ein gleichzeitiger Schriftsteller, Johann Cochlaeus, daß er schon als Jüngling Sachen verfertigt habe, worüber die größten Mathematiker erstaunten. „Denn aus Eisen,“ sagt er, „machte er kleine Räderuhren, die in jeder Lage die Stunden zeigten und schlugen, selbst wenn man sie in den Busen oder in die Tasche steckte.“ Wegen ihrer Eiform wurden sie Nürnberger lebendige Eierlein oder auch nur Nürnberger Eier genannt, unter welchem Namen man deren noch jetzt in den meisten Kunstkammern, und, was wirklich zu bewundern ist, manche noch gehend findet. Ein solches Ei, von dem es feststeht, daß es dem bekannten schwedischen Feldherrn Graf Jacob Pontusson de la Gardie, einem Zeitgenossen Gustav Adolphs, mit dem Beinamen der Moskowitenfresser, gehört hat und von ihm auf allen seinen Feldzügen getragen worden ist, findet sich noch auf einem Gute in Schweden, welches einem seiner Nachkommen gehört, und soll sehr gut gehen; wobei wir denn aber nicht an den Grad von Genauigkeit denken dürfen, den neuere Uhren geben; sie ist etwa $2\frac{1}{2}$ Zoll groß und in einem Gehäuse von Bergkrystall. Doch nicht alle waren so groß; man weiß sogar von so kleinen, wie wir jetzt nur irgend haben können. So besaß Parker, Erzbischof von Canterbury, ein solches Ei, welches im Knopf eines spanischen Rohrstoßes saß.

Die Hemmung an diesen kleinen Uhren war wie bei den Gewichtuhren, deren Unruhe in zwei Armen mit löffelartigen Knöpfchen an ihrem Ende bestand, wovon sie auch den Namen Löffelunruhe bekamen. Sie ward aber später durch die ringförmige Unruhe verdrängt.

Daß eine solche Uhr keinen gleichmäßigen Gang haben konnte, ist leicht zu erachten; denn die Zeit, in welcher die Unruhe ihren Hin- und ihren Rückgang machte, war eine andere, wenn sie von einer großen, und eine andere, wenn sie von einer kleineren Kraft in Bewegung gesetzt ward, und das war bei diesen von einer Feder getriebenen Uhren in sehr hohem Maasse der Fall. Denn die Kraft einer solchen Feder war, wenn sie ganz gespannt oder aufgezo gen ist, zwei- und dreimal so groß als zu der Zeit, wenn sie beinahe abgezogen war und die Uhr bald von Neuem aufgezo gen werden mußte. Diesem großen Uebelstande ward zum Theil durch Erfindung der Schnecke und Kette abgeholfen. Man ließ nämlich die Uhr nicht mehr unmittelbar von der Kraft treiben, welche die Feder an dem Federstift, um welchen sie gewunden ist, äußert, sondern befestigte an der Außenseite der Trommel A Fig. 4 eine Darmseite B, später eine Kette, wie wir sie noch jetzt an unsern Spindeluhren haben, und ließ diese sich beim Aufziehen um die Schnecke legen. Das ist ein auf das erste Rad der Uhr, D, gesetzter, mit einem flachen Schraubengange versehener Ke gel C, dessen breiterer Theil mehr als zweimal so groß als sein schmälerer ist, und der mittelst eines Gesperres mit dem Rade in der Art verbunden ist, daß er während des Ganges der Uhr das Rad mit sich zieht; es aber stehen läßt, wenn er zum Aufziehen in entgegengesetzter Richtung herumgedreht wird. Ist nun die Feder ganz gespannt, so liegt die Kette oder Darmseite auf dem kleineren Theil des Kegels E, äußert ihre Kraft also am Ende eines sehr kurzen Hebelarms. Sowie aber allmählig die Feder an Spannung und mithin an Kraft nachläßt, kommt die Kette immer mehr auf dem untern breitem Theil der Schnecke F zu liegen. Hier wirkt sie nun, an einem längeren Hebelarm ziehend, und vermehrt dadurch wieder die beim Abspannen der Feder geringer gewordene Triebkraft.

Bei richtiger Konstruktion der Schnecke ist man im Stande,

die auf die Uhr wirkende Kraft der Feder, zu einer sich fast ganz gleichbleibenden zu machen.

So weit war man mit der Verbesserung der Uhren gekommen, da trat ein fast hundertjähriger Stillstand ein; denn wenn in dieser Zeit auch die Uhren so sauber gearbeitet wurden, daß man kaum begreifen kann, wie es mit so unvollkommenen Werkzeugen möglich gewesen ist, so war doch dadurch im Wesentlichen nichts gewonnen. Die einzelnen kleinsten Zeiträume, die Hin- und Hergänge der Unruhe hingen allein noch von der Kraft ab, mit welcher die Feder auf die an der Unruhe befestigten Spindellappen wirkten, und jede Veränderung in der Beschaffenheit der Zapfen und Zapfenlöcher, sowie der mehr oder minder flüchtige, mehr oder minder verunreinigte Zustand des Oels, welches die Bewegung der Zapfen in ihren Löchern sanfter und gleichmäßiger machen sollte, vom Einfluß der Temperatur gar nicht einmal zu reden, bewirkte eine so erhebliche Veränderung im Gange der Uhr, daß an den meisten es nur Stundenzeiger gab. Minutenzeiger hätten auch keine genauere Zeitbestimmung gegeben; sie hätten höchstens gezeigt wie ungenau die Uhren überhaupt gingen. Daß die stehenden Uhren, da sie im Princip mit den Taschenu- oder Sackuhren übereinkamen, auch nicht viel besser gehen konnten, leuchtet ein. Darum waren auch die Bemühungen aller, selbst der geschicktesten Mechaniker, zwei Uhren gleichgehend zu machen, vergebens. So ist es z. B. bekannt, daß Karl V, nachdem er die Regierung niedergelegt und sich in das Kloster St. Just zurückgezogen hatte, den berühmten Mechaniker Jannellus Turianus dort mit hianahm. Beide arbeiteten gemeinschaftlich daran, übereinstimmend gehende Uhren zu machen, jedoch ohne irgend einen Erfolg. Der Kaiser, der während seiner langen Regierung oft mit bitterm Schmerz gesehen, wie schwer es sei, viele Menschen zu einer Meinung zu bringen, wollte nun in seiner Einsamkeit wenigstens die Freude haben, zwei Uhren in harmonischen Gang zu bringen. Als er auch hieran verzweifeln mußte, sah er ein, wie thöricht

er gewesen, bei Menschen erreichen zu wollen, was ihm bei Maschinen nicht einmal möglich war.

Ehe ich in der Aufzählung der Verbesserungen fortfahre, welche aus den Uhren des sechszehnten Jahrhunderts, und denen aus der ersten Hälfte des siebzehnten, die man mit größerem Rechte Werkzeuge zur Zeitschätzung als zur Zeitmessung nennen könnte, bis zu unsern genauen Zeitmessern komme, will ich; damit Sie mit einem Blick übersehen können, wie viel noch zu thun übrig war, Ihnen sagen, wie weit die Genauigkeit, die man damals erreichen konnte, hinter der heut zu Tage erreichten zurückblieb.

Nehmen wir an, daß damals eine Uhr, welche die Zeit innerhalb 24 Stunden mit Sicherheit bis auf 10 Minuten richtig angab, — und mit dieser Annahme gehe ich gewiß über das wirklich Erreichte um Vieles hinaus, — schon für eine sehr gute gelten mußte, so betrug der Fehler immer noch $\frac{1}{4}$. Dagegen geben jetzige Uhren, z. B. die Normalpendeluhr der hiesigen Sternwarte, von Tiede, die Zeit so genau an, daß der Fehler, den sie in einer Woche macht, nie $\frac{1}{2}$ Sekunden erreicht. Aber auch angenommen, der Fehler erreichte diese Höhe, so beträgt er doch nur $\frac{1}{7,000,000}$, d. h. die neueren Uhren gehen 5250-mal richtiger als die vor 200 Jahren.

Diese ungeheuren Fortschritte verdanken wir hauptsächlich zweien Männern, Galileo Galilei und Christian Huyghens. Galilei ward im Jahre 1564 zu Pisa in Italien geboren und beschäftigte sich mit solchem Glück und Sinn mit der Mathematik und Physik, daß man ihn wohl den Vater der neuern Naturlehre nennen kann. Schon in seinem neunzehnten Jahre fiel es ihm auf, daß die im Gewölbe des Doms von Pisa herabhängenden Lampen in bestimmten gleichen Zeiträumen ihre Schwingungen vollendeten, daß diese Zeiträume aber bei den langen Lampen länger als bei den kurzen waren. Das brachte ihn auf die Gesetze des Pendels. Er bediente sich auch schon der Schwingungen einer an einem Faden aufgehäng-

ten Kugel bei seinen astronomischen Beobachtungen; jedoch kam er noch nicht auf den Gedanken, einen Pendel als Regulator an Uhren anzubringen. Das soll zuerst sein Sohn Vincenzo Galilei versucht haben, jedoch, wie es scheint, ohne Erfolg; denn der erste, der wirklich im Jahre 1657 eine Uhr mit einem Pendel herstellte, war der 1624 im Haag geborene Christian Huyghens.

Wie groß auch die Verbesserung war, welche hierdurch die Uhren erhielten, so entging es seinem Scharfsinn dennoch nicht, daß nur dann die Pendelschwingungen vollkommen gleich wären, wenn die Schwingungsbögen gleiche Länge hätten. Die konnten sie aber nicht haben, so lange die Hemmung der Uhren die sogenannte Spindelhemmung war, bei der es nicht zu vermeiden ist, daß jede Ungleichmäßigkeit in den Rädern, so wie die nicht in jedem Augenblick gleiche Reibung der einzelnen Theile der Uhr, die Größe der Triebkraft in jedem Augenblick zu einer anderen machte, was denn natürlich auch größere und kleinere Schwingungsbögen hervorbringen mußte. Er glaubte diesem Uebelstande abzuhelfen, wenn er den Pendel nicht frei, sondern zwischen zwei cykloidsch gebogene Wangen Fig. 5. und 6. AA *) gehen ließ, wodurch dann bei großen Schwingungsbögen die Länge des frei sich bewegenden Pendeltheils nicht vom Aufhängungspunkte, sondern von demjenigen Punkte an zu rechnen wäre, wo das Schnur, an welchem er das Pendel aufgehängt hatte, sich gegen die cykloidsch geformten Wangen legen müsse. Die Cykloide ist, wie Ihnen bekannt sein wird, diejenige Linie, welche ein Punkt der Peripherie einer runden Scheibe oder eines Rades, welches sich auf einer Fläche fortbewegt, bildet. Sie heißt deshalb auch Radlinie und hat die Eigenschaft, daß ein schwerer Körper, der auf einer so nach Art einer Cykloide ge-

*) Dies ist die Zeichnung der ersten von Huyghens angefertigten und in seinem Werke horologium oscillatorium und überkommenen Pendeluhr.

bogenen Fläche fällt, in jedem Augenblick eine gleiche Geschwindigkeit hat.

Ich will Ihnen ein Beispiel zur Erläuterung sagen.

Die Kugel, welche der Regeljurge in der geneigten Rinne den Spielern wieder zuwirft, läuft, wie das wohl jeder von uns schon bemerkt hat, Anfangs langsam, dann immer schneller und schneller; wäre der Boden der Rinne aber statt einer geraden Fläche in Form einer Cykloide gebogen, so würde die Kugel mit einer gleichen Geschwindigkeit bis ans Ende laufen, weil die Neigung der Fläche in jedem Augenblicke gerade in dem Verhältnisse abnimmt, als die Geschwindigkeit auf einer einfach schiefen Ebene zunimmt. So sinnreich es auch war, daß Huyghens diese merkwürdige Eigenschaft der Cykloide benutzen wollte, um seiner Uhr einen regelmäßigen Gang zu verschaffen, so erreichte er damit doch nicht viel; es war dadurch noch nicht Alles gethan, und nach wie vor machte sich die verschiedene Stärke der Triebkraft an der verschiedenen Dauer der Schwingungen bemerkbar. Der Pendel mußte dazumal noch leicht gemacht werden, um der Uhr nicht zu viel Kraft zu rauben, und der Spindellappen schlug in dem Augenblicke, wo ein Zahn des Kronrades ihn traf, gegen denselben zurück und bewirkte dadurch natürlich ein Zurückprallen dieses Rades, was sich in vermindertem Verhältnisse auch bis auf das erste Rad fortsetzen mußte.

Da machte im Jahre 1680 ein Londoner Uhrmacher, William Clement, eine Uhr mit einem Steigrade, d. i. einem flachen Rade mit sägeförmigen Zähnen, und ließ diese Zähne, statt gegen eine Spindel, gegen zwei spitze Hakenfortsätze drücken. Diese Art der Hemmung erhielt von ihrer entfernten Ähnlichkeit mit den Armen eines Ankers den Namen der ankerförmigen Hemmung. Als sie bekannt ward, nahm aber Dr. Robert Hook, ein mechanisches Talent und sehr gelehrter wissenschaftlich gebildeter Mann, Sohn eines Uhrmachers in Bapewater, die Priorität der Erfindung in Anspruch, indem er behauptete und auch bewies, daß er schon bald nach dem gro-

ßen Braude von London im Jahre 1666 der Königlischen Societät eine Uhr mit eben solchem Pendel und Haken vorgezeigt hätte. Er wird jetzt auch allgemein für den Erfinder dieser Hemmung angesehen, die wirklich der Huyghensschen Erfindung erst die Krone aufsetzte, indem es durch sie nur möglich ward, dem Pendel eine größere Länge und einen sehr kleinen Gang zu geben, und nun ein viel geringeres Gewicht hinreichte, die Uhr in Gang zu erhalten. Und man kann wohl sagen, daß, wenn früher die Uhr noch den Pendel in ihrer Gewalt hatte, jetzt erst der Pendel die Uhr regierte. Welchen Werth man auf diese Erfindung legte, geht schon daraus hervor, daß man diesem Pendel den Namen royal pendulum, den Königs-Pendel, gab.

Die Fig. 7. zeigt Ihnen einen solchen HooFschen Haken oder Anker. Wenn der Zahn A auf seinem Wege die innere Seite des rechten Hakenarms B trifft, drängt er ihn mit der ganzen Triebkraft aus dem Wege und ersetzt so dem Pendel diejenige Kraft, welche er durch Widerstand der Luft und Reibung verloren hat. Der andere Zahn C dagegen gleitet unter dem Arm D nur eben hinweg ohne ihm und dem mit dem Anker verbundenen Pendel einen neuen Impuls zu geben. Aber ganz war auch er noch nicht im Stande den Rückschlag der Uhr zu vermeiden; das gelang erst Graham, der kurz vor dem Beginn des 18. Jahrhunderts seinen nach ihm benannten Haken erfand, bei welchem die Zähne des Steigrades dem Haken, und durch ihn dem mit demselben verbundenen Pendel, abwechselnd einen Impuls gaben, oder vollkommen still standen; was er dadurch erreichte, daß sowie die Hebung an einer der beiden graden Seiten A und B in Fig. 8. geschehen, der Zahn einmal an der innern, und einmal an der äußern (nach einem Kreisbogen, dessen Mittelpunkt im Bewegungsmittelpunkt des Hafens selber liegt, geformten) Seite oder Fläche des Hafens C und D feststehen konnte, oder wie es mit dem Kunstausdruck heißt, in der Ruhe war. Dieser Anker oder Haken hat sich

auch so bewährt, daß noch heute zu Tage die besten astronomischen Pendeluhren mit demselben versehen werden.

Es ist auch dem Prinzip nach derselbe, der sich in denjenigen Taschenuhren, die man Ankeruhren nennt, vorfindet. Daß und warum er aber in den Chronometern doch nicht allen Ansprüchen genügen konnte, werde ich Ihnen später auseinandersetzen.

Dem Prinzip nach waren die Pendeluhren nun so weit construirt, daß sie allen Anforderungen hätten genügen können, wenn sie immer in derselben Temperatur hätten bleiben und den wechselnden Einflüssen von Kälte und Wärme entzogen werden können; da das aber nicht möglich ist, und die Wärme alle Körper ausdehnt, während die Kälte sie zusammenzieht, so ist es klar, daß eine Uhr im Sommer einen längeren Pendel bekam und dadurch langsamer ging, und im Winter, wenn die Kälte den Pendel verkürzte, schneller gehen mußte.

Schon gegen Ende des siebzehnten Jahrhunderts hatte der Franzose Wandelin über die verschiedene Ausdehnbarkeit der Metalle Beobachtungen gemacht und Versuche angestellt, auch eine Abhandlung über diesen Gegenstand geschrieben. Nach seinen Ermittlungen, die späternoch durch Muschenbroeck und Andere bestätigt und berichtigt worden sind, stellt es sich heraus, daß wenn man Quecksilber um 80° R., also vom Gefrier- bis zum Siedepunkte des Wassers erwärmt, es sich um $\frac{1}{6}$ seines Volumens ausdehnt. Bei derselben Temperaturveränderung aber dehnt sich Zink um $\frac{1}{2,28}$, Blei um $\frac{1}{3,00}$, Messing um $\frac{1}{3,22}$, Stahl um $\frac{1}{3,70}$, Glas um $\frac{1}{4,17}$ und Tannenholz um $\frac{1}{3,000}$ aus. Letzteres dehnt sich also 60mal, Glas 21mal, Stahl 16mal, Messing $9\frac{1}{2}$ mal, Blei $6\frac{1}{2}$ mal, Zink 5mal so wenig als Quecksilber aus. Durch die Wandelin'schen Versuche kam der oben erwähnte Graham auf den Gedanken, daß dieselbe Ursache, welche die Unregelmäßigkeit der Uhr hervorbringt, auch dazu müsse gebraucht werden können, sie wieder auszugleichen. Er wählte zu dem Ende das Quecksilber,

welches er in einem Gefäße statt der gewöhnlichen Linse an das Ende seines Pendels anbrachte. Sant nun durch die Wärme, welche die stählerne Pendelstange A Fig. 9 ausdehnte, der Schwerpunkt herunter, so stieg er durch die, ebenfalls durch die Wärme bewirkte Ausdehnung des Quecksilbers in B um eben so viel in die Höhe, weil die Quecksilbersäule sich zur Länge der Pendelstange umgekehrt wie ihre beiderseitige Ausdehnbarkeit verhielt. Die Folge hiervon ist, daß der Schwerpunkt des Pendels bei allen Temperaturen immer gleich hoch liegt; die Uhr also, so weit es vom Pendel abhängt, gleich gehen muß.

Darauf ward der Rost-Pendel, Fig. 10, 1726 von Harrison erfunden. Das Prinzip ist dasselbe und zeichnet sich durch Einfachheit der Konstruktion und leichte Ausführbarkeit aus. Sind hier z. B. die compensirenden Metalle Stahl und Zink, so muß die Länge der Stahlstangen A zusammengenommen um so viel mal länger als die der Zinkstäbe B sein, als sich Zink stärker als Stahl ausdehnt. Nehmen wir dieses Verhältniß z. B. annähernd wie 3 : 8 an, so müssen wir auf 8 Stahltheile 3 Zinktheile haben.

Eine andere Art Compensations-Pendel ist der rautenförmige, Fig. 11. Die 4 Theile a b, b c, c d, d e sind von dem Metalle, welches sich am wenigsten ausdehnt; der Theil b d dagegen von dem, welches sich am stärksten ausdehnt. Die einzelnen Stäbe sind mittelst runder Stifte, um welche sie sich frei bewegen können, mit einander verbunden. Bewirkt nun z. B. eine höhere Temperatur, daß die ganze Kante sich verlängert, so wird andererseits durch die stärkere Ausdehnbarkeit des Stückes b d die Diagonale b d verlängert und selbstredend die Diagonale a c verkürzt. So bringt auch hier die Ausdehnung des einen Metalls den Schwerpunkt des Pendels um so viel höher, als ihn die des andern Metalls niedriger gebracht hatte.

Noch eine andere sehr sinnreiche Compensation ist die hier in der Zeichnung Fig. 12. angegebene. a b ist eine Messing-

schiene, fest an die Stahlschiene *c d* gelöthet. Nehmen wir nun an, diese beiden so verbundenen Schienen bilden bei irgend einer Temperatur eine grade Fläche, so wird bei Erhöhung der Temperatur durch Verlängerung der Pendelstange *e f* der Schwerpunkt tiefer kommen. Es wird aber auch die Messingschiene *a b* länger als die Stahlschiene *c d* werden, was, da sie von dieser sich nicht trennen kann, nur geschehen kann, wenn sie sich mit den Enden nach oben zu krümmt; dadurch nehmen sie die in Fig. 13. angegebene Gestalt an und bringen so den Schwerpunkt des Pendels wieder höher. Die Kugeln *g h* lassen sich der Pendelstange näher und ferner schrauben. Dadurch regulirt man die Compensation, denn je näher die Kugeln an einander sind, um so weniger; je weiter sie von einander abstehen, um so mehr werden sie compensiren (d. h. den Schwerpunkt wieder in die Höhe bringen). Daß bei einer niedrigeren Temperatur die Pendelstange kürzer wird, und die Schienen dann sich nach unten biegen, wie in Fig. 14, den Schwerpunkt also tiefer bringen, versteht sich wohl von selbst. Diesen folgten noch viele andere Compensationen, die im Prinzip natürlich dasselbe waren, von denen also auch nur das einfachere über das zusammengesetztere den Sieg davon tragen konnte. Jeder irgend berühmte Uhrmacher, Berthoud, Breguet, Lepaute u. s. w., bauten ihre Pendel anders. Jetzt aber kennt man beinahe nur noch 2, den rosthörnigen aus Zink und Stahl, und den Quecksilberpendel.

Vielen von Ihnen erscheint es vielleicht überflüssig, daß man versucht hat, durch den Compensationspendel einen richtigern Gang der Uhr zu erzielen, und Sie stützen Ihre Meinung darauf, daß Sie schon oft Pendeluhren, namentlich solche mit einem Sekundenpendel gesehen haben, welche die Zeit so richtig angaben, daß sie oft im Jahre nicht einmal gestellt zu werden brauchten. Betrachten Sie die Sache aber genauer, so hatte eine solche Uhr auch wirklich einen Pendel, der die störenden Wirkungen von Kälte und Wärme ausglich, wenngleich

der Verfertiger der Uhr nicht im Entferntesten daran gedacht hatte, einen Compensationspendel zu machen. Es hat nämlich eine solche Uhr — namentlich ist das bei den englischen der Fall — gewöhnlich eine Pendelstange von Tannenholz, auf welche eine mit Blei ausgegossene Linse von Messingblech aufgeschoben ist, die sich mittelst der am unteren Ende der Pendelstange angebrachten Stellschraube höher und tiefer stellen läßt. Das ist dann aber ein wirklicher Compensationspendel, an welchem in der Wärme z. B. der Schwerpunkt durch die Ausdehnung des Tannenholzes mehr nach unten, durch die Ausdehnung des Bleis hingegen wieder mehr nach oben kommt. Hat die Linse nun zufällig einen Durchmesser von etwa 5 Zoll, so ist dieser Compensationspendel sogar ein sehr guter.

Ich komme nun zu den Taschenuhren.

Nachdem Huyghens in den gleichmäßigen Schwingungen des Pendels das Mittel gefunden hatte, den stehenden Uhren einen gleichförmigen Gang zu verschaffen, kam sowohl ihm als auch mehreren seiner Zeitgenossen der Wunsch, einen ähnlichen Regulator für Taschenuhren zu erfinden. So hat der geschickte französische Mechaniker Abbé Hautefeuille schon nach der Mitte des 17. Jahrhunderts zu dem Ende den Versuch mit einer Schweinsborste gemacht, deren eines Ende er an der Platine *) befestigte, und das andere gegen einen an der Unruhe befestigten Stift drücken ließ. Als das nicht genügte, versuchte er es mit einer graden, und später mit einer schlangenförmig gewundenen Stahlfeder, jedoch Alles ohne den gewünschten Erfolg.

Da ward die mit der Unruhe verbundene Spiralfeder, eine dünne, schneckenförmig gewundene, in einer Fläche liegende Stahlfeder erfunden, wie wir sie noch jetzt in unsern Taschenuhren

*) Platinen heißen die beiden Metallplatten, zwischen denen die Räder stehen.

sehen; aber von wem ist nicht mit Sicherheit zu ermitteln gewesen.

Längere Zeit galt Huyghens selbst für den Erfinder; doch nahm der schon oben als Erfinder des Ankers an den Pendeluhren angeführte Dr. Hooک die Priorität derselben in Anspruch, und führte als Beweis dafür an, daß der König Carl II. von England im Besiß einer Uhr gewesen, welche die Aufschrift gehabt: Robert Hooک invenit 1658, Tompion fecit 1675. Man vermuthet nun, daß Huyghens von der Erfindung Kenntniß erhalten, und nach derselben im Jahre 1674 vom berühmten französischen Uhrmacher Turct eine Taschenuhr mit einer Spiralfeder anfertigen ließ, welche sich nur dadurch von der des Dr. Hooک unterschied, daß ihre Spiralfeder viel länger war und langsamere Vibrationen machte; denn dasselbe Gesetz, nach welchem die Schwingungen des längeren Pendels länger als die des kürzeren dauern, gilt auch für eine elastische Feder, sei sie nun gerade, oder spiralförmig gewunden.

Fig. 15 zeigt eine solche mit einer Spiralfeder verbundene Unruhe, die Sie in Fig. 16 gleich mit dem Steigrade zusammensehen, ganz so, wie sie noch jetzt in den Spindeluhren gemacht werden. C ist der Theil eines Rades, welcher in D zwei Stifte trägt, zwischen denen die Spiralfeder liegt. Von hier aus ist sie auch nur wirksam. Der Theil von hier bis zu ihrem äußersten Ende in E ist indifferent. Schiebt man nun dieses Radtheil C, dadurch, daß man das Trieb F mittelst des daran befindlichen Zeigers nach A (avance) hindreht, von E ab, so wird dadurch der wirksame Theil der Spiralfeder verkürzt und ihre Schwingungen werden von kürzerer Dauer sein, die Uhr also rascher gehen. Dreht man dagegen das Trieb F mittelst des Zeigers nach R (retard) herum, so wird das Radtheil C dem Punkte E mehr genähert; dadurch wird die Spiralfeder verlängert, die Dauer ihrer Schwingungen wird länger und die Uhr geht somit nach.

In dieselbe Zeit etwa fällt auch die Erfindung der Re-

petirwerke. Der Engländer Barlow brachte diesen sehr sinnreichen Mechanismus, mit dessen Hülfe man, indem man an einer Schnur zog, die Stunden und die Viertelstunden, welche die Uhr zeigte, schlagen ließ, zuerst im Jahre 1676 an Pendeluhren an. Bald darauf arbeiteten Quare und Tompion, Londoner Uhrmacher, zu gleicher Zeit daran, den Barlow'schen Mechanismus auch für Taschenuhren anwendbar zu machen. Tompion's Uhr hatte an jeder Seite des Gehäuses einen Knopf oder Drücker; durch den einen ließ man die Stunde, durch den andern die Viertel repetiren. Quare's Uhr dagegen hatte nur einen Knopf, der zur Seite neben dem Bügel der Uhr angebracht war; drückte man an ihn, so schlugen die Stunden und gleich darauf die Viertelstunden. Die Einrichtung dieser Uhr war fast so, wie wir sie noch heut zu Tage an unsern gewöhnlichen Repetiruhren haben, auf deren nähere Beschreibung ich aber verzichten muß, weil dieselbe so complicirt ist, daß selbst eine sehr ausführliche Zeichnung kaum im Stande sein würde, die Wirkung derselben klar zu machen.

Um Ihnen zu zeigen, welche große Erleichterung den Uhren durch die Spiralfeder verschafft wird, will ich Ihnen einen Versuch angeben, der sich leicht anstellen läßt.

Die Uhr ohne Spiralfeder wird nur durch die Kraft bewegt, mit welcher das letzte Rad auf die Spindellappen wirkt. Hört diese auf, so steht die Unruhe still. Eine mit einer Spirale versehene Unruhe dagegen schwingt, wenn man sie in das Uhrgestell einsetzt, die übrigen Räder herausnimmt, und sie nur einmal angestoßen wird, bis sie ganz zum Stillstand kommt, etwa $1\frac{1}{2}$ Minuten lang. Daraus allein sehen Sie schon, um wieviel die Spiralfeder dem Uhrwerk seine Arbeit erleichtern muß.

Bei einer ganz in Ordnung gebrachten und ganz aufgezogenen Uhr, wo die Kraft der Spiralfeder im Verein mit der Triebfederkraft wirkt, durchläuft der Minutenzeiger das Zifferblatt, wie bekannt, in 60 Minuten. Läßt man aber nun die

Spannung der Feder um so viel nach, als wäre die Uhr beinahe ganz abgelaufen, läßt dabei aber doch die Kette auf dem höchsten Umgang der Schnecke liegen, so beträgt die Kraft der Triebfeder nur etwa $\frac{1}{2}$ von der Kraft, welche sie hat, wenn die Uhr ganz so im Stande ist, wie ich es Ihnen oben angegeben habe. Trotzdem aber, daß sie um $\frac{1}{2}$ vermindert ist, bewirkt sie doch nur, daß die Uhr in der Stunde 3 Minuten verliert, also nur 57 Minuten macht.

Nehmen Sie aber die Spiralfeder ganz hinweg und lassen die Uhr ohne dieselbe gehen, so macht sie in der Stunde nur 31 Minuten. Und vermindern Sie auch nun noch, wie ich es Ihnen oben angegeben, durch Abspannung der Triebfeder ihre Kraft um $\frac{1}{2}$, so geht die Uhr in der Stunde gar nur 19 Minuten.

Nach dem Gesagten ist es Ihnen wohl einleuchtend, wie die Spiralfeder, deren Schwingungen ebenso festen Gesetzen als die des Pendels gehorchen, die ganze Einrichtung der Uhren, und die Anforderungen, welche man an eine gute Uhr machen konnte, mit einem Male ganz auf einen anderen Fuß brachte. Etwa 50 Jahre nachher, 1720, brachte Graham, der an seinem Haken, den ich Ihnen oben beschrieben habe, die Erfahrung gemacht, von wie großem Nutzen es einer Uhr ist, wenn die zurückgehende Bewegung vermieden werden kann, auf den Gedanken, den Taschenuhren eine ähnliche Einrichtung zu geben. Das gelang ihm durch die Erfindung der noch jetzt gebräuchlichen und immer mehr in Aufnahme kommenden Cylinderuhren, welche dem Prinzip nach einen eben solchen Anker wie die Pendeluhren haben, der nur insoweit sich von diesem unterscheidet, als dies durch die ganz verschiedene innere Einrichtung der Taschenuhren nothwendig bedingt ist.

Ich will Ihnen hier die Einrichtung der Cylinderuhren an zwei Zeichnungen etwas näher zu erläutern versuchen. Die eine, Fig. 17., ist die perspektivische Ansicht der Unruhe mit dem Cylinder und dem Cylinder-Rade, vom Innern des Wer-

tes aus gesehen. Fig. 18. zeigt dagegen das Rad im Grundriß, wie es Ihnen erscheint, wenn Sie von der Uhr aus in die Uhr hineinschauen. Statt der Spindel steckt bei der Cylinderruhr in der Mitte der Uhr ein innen und außen auf der Beste polirter Cylinder A von gehärtetem Stahl, und in den besten sogar von Rubin, der, wie Sie in der Zeichnung deutlich sehen, bei D um die Hälfte, bei C um beinahe drei Viertel ausgeschnitten ist. Das Hemmungsrad (Cylinderrad genannt) hat da, wo an den Steigrädern spitze Zähne stehen, rechtauf stehende Säulchen E, an denen kleine mit der Fläche des Rades parallel laufende Arme oder Schneiden F sitzen, deren Gestalt Sie noch deutlicher aus der Fig. 18. erkennen. Daß bei den Schwingungen der Uhr, die bei guten Uhren beinahe $\frac{3}{4}$ eines Kreises, oder 270° betragen, bald die stehengebliebene Wand, bald die ausgeschnittene Seite des Cylinders dem Rade entgegensteht, ist wohl klar. Die Hemmung ist, wie ich oben gesagt habe, eine ruhende, d. h. wenn das Rad in Bewegung ist, giebt es der Uhr einen Impuls, oder bewirkt, wie es heißt, die Hebung. In der übrigen Zeit steht es aber vollkommen still, oder ist in der Ruhe, wie die Uhrmacher sagen. Ich habe nun in Fig. 18. den Cylinder in a, b, c, d, e in 5 verschiedenen Stellungen gezeichnet, wie er sie, dem Rade gegenüber, in den verschiedenen Stadien seines Weges einnimmt. — Das Spiel der Hemmung geschieht nun so. Betrachten wir zuerst den Zahn F bei a. Hier lehnt er sich gegen die äußere Wandung des Cylinders, der jetzt in der vom Pfeil angezeigten Richtung sich fortbewegt. So lange der Zahn an dieser Wand liegt, steht das Rad unbeweglich fest, weil es immer genau in derselben Entfernung vom Bewegungsmittelpunkt der Uhr bleibt — es ist in der Ruhe. Ist der Cylinder aber so weit herumgekommen wie in b, so kann die Schneide hineindringen, und da sie etwas gebogen keilförmig zugeht, so ist ihre Geschwindigkeit größer als die des vor ihn hinziehenden Cylinders, den sie also vor sich her treibt.

Das ist die eine Hebung oder der von der Triebkraft der Unruhe gegebene Impuls. Dem weiteren Vorwärtsbringen des Zahns stellt sich nun aber die innere Wandung des Cylinders entgegen, wie Fig. 18 c zeigt. Hier bleibt er, und mit ihm das ganze Werk wieder still stehen, bis der Cylinder so weit zurückgeschwungen hat, daß der immer mehr vorwärts bringende Zahn an seinem Rande vorbei kann wie bei d, wobei er wieder ebenso wie beim Eintritt in b die Hemmung bewirkt. Und sobald nun diese ganz geschehen ist und der Zahn eben den Cylinder verlassen, liegt der nächstfolgende schon wieder an der äußeren Wandung des Cylinders (an der äußeren Ruhe) wie in a. Das ist nun das sich immer in gleicher Weise wiederholende Hemmungsspiel.

Die jetzt so sehr beliebten Ankeruhren sind viel später als die Cylinderuhren erfunden worden, und kommen im Prinzip mit diesen ganz überein, wogegen die Form und Anordnung der einzelnen Hemmungsteile mit denen von Pendeluhren mit einem Graham'schen Haken mehr Aehnlichkeit haben.

Spindel-, Cylinder- und Ankeruhren nun sind diejenigen, welche man heutzutage fast ausschließlich in Gebrauch hat, und für's bürgerliche Leben haben sie auch eine hinreichende Genauigkeit. Außerdem giebt es noch Duplex-, Virgäl- und andere Arten von Taschenuhren, die ich Ihnen aber nicht näher beschreiben kann, weil auch das zu weit führen würde. Ich habe ja nur die Absicht, Ihnen die Geschichte der Uhren in allgemeinen Umrissen zu geben.

Was die Leistungsfähigkeit der obigen drei Uhrarten betrifft, so sind Spindeluhren unbestritten die am wenigsten genauen, wie Ihnen das auch schon aus dem Vorhergesagten wird klar geworden sein; Cylinder- und Ankeruhren dagegen mögen sich wohl ziemlich gleich stehen. In jüngster Zeit sind es die Engländer, welche den Ankeruhren vor den Cylinderuhren den Vorzug geben, wogegen die Franzosen diese immer noch für die bessern halten. Daß die Cylinder- und Ankeruhren mit der

Zeit die Spindeluhren ganz verdrängen werden, ist wohl gewiß; denn erstens müssen sie, wie schon gesagt, ihrer innern Einrichtung wegen genauer gehen; zweitens entbehren sie der Schnecke und können deshalb sehr flach gebaut werden, was allerdings sehr bequem ist. Man ist aber hierbei in's Extrem gegangen, und hat sie, der Mode huldigend, immer flacher und flacher gebaut; sehr flache Uhren müssen aber, wenn sie nur einigermaßen gute Dienste leisten sollen, mit größter Genauigkeit gearbeitet sein. Das macht sie sehr theuer und hat auch noch den Nachtheil, daß sie durch das Verdicken des Oels und durch Staub, der doch auch in die bestverschlossene Uhr bringt, leichter unregelmäßig gehen und zuletzt ganz stehen bleiben; sie bedürfen also öfter einer Reinigung und Reparatur, als höher gebaute. Deshalb rathe ich Jedem, der sich eine gute Cylinder- oder Ankeruhr anschaffen will, sich eine nur mäßig flache zu wählen. Wer aber aus Liebhaberei oder Bequemlichkeit eine recht dünne haben will, darf sich auch nicht scheuen, einen sehr hohen Preis dafür zu zahlen.

Die Anforderungen, welche das Publikum meistens an eine Taschenuhr macht — ohne Rücksicht darauf, ob es eine von der schlechtesten oder eine von der besten Sorte ist, sind gewöhnlich so unbillig, daß ich mich nicht enthalten kann, Ihnen hier anzugeben, was man etwa von einer guten Uhr verlangen kann.

Eine Cylinder- oder Ankeruhr, welche in der Woche nur 5 bis 7 Minuten abweicht, ist schon eine sehr gute zu nennen; bei Spindeluhren ist auch diese Genauigkeit nicht einmal zu verlangen; und hierbei setze ich noch voraus, daß die Uhr gut gehalten werde. Dahin rechne ich vor Allem, daß sie immer zu gleicher Zeit aufgezogen werde, daß der Schlüssel, dessen man sich bedient, sorgfältig vor Staub bewahrt, also nicht etwa an der Uhr oder in der Tasche mit herum getragen werde, daß man die Zeiger nicht mit dem Finger, sondern immer nur mit dem Schlüssel stelle. Ob vor oder zurück ist dabei ganz gleich.

Dann ist es auch gut, wenn die Uhr während der Zeit, in welcher sie nicht getragen wird, in derselben Lage bleibt; nicht einmal auf dem Glase, ein andermal auf dem Gehäuse liegt, oder ein andermal hängt. Macht nun eine Uhr keinen größern als die angegebenen Fehler, so mag man sich darauf beschränken, alle 8 Tage etwa die Zeiger zurückzustellen, und sie erst bei größeren Abweichungen an der Stellscheibe, aber immer nur wenig, etwa $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ Grad stellen. — Geht nun eine so sehr gut gehaltene Uhr zwei Jahr, ehe sie einer Reparatur bedarf, so kann man damit sehr zufrieden sein; denn die Unruhe mit ihrer Spiralfeder, welche bei den Taschenuhren mindestens 4 Schwingungen in der Sekunde macht (bei vielen auch wohl 5), hat in dieser Zeit 252,288,000 Mal dieselbe Bewegung gemacht. Es wird wohl keine andere Maschine geben, an der ein Theil so oft dieselbe Bewegung macht, ohne daß sie der geringsten Reparatur bedürfte.

Ich komme nun zu denjenigen Uhren, deren man sich bedient, wenn eine größere Genauigkeit verlangt wird als die eben beschriebenen sie geben können.

Sowie die Pendeluhr ohne die Erfindung des Compensations-Pendels immer noch ein unvollkommener Zeitmesser geblieben wäre, so wäre es in noch höherem Grade der Fall mit den Taschenuhren gewesen, wenn es nicht gelungen wäre, auch an ihnen eine Vorrichtung anzubringen, welche den Einfluß der Kälte und Wärme auf die Spiralfeder unschädlich macht; umsomehr, als dieselben Temperaturveränderungen, bei denen eine Pendeluhr täglich eine Sekunde abweicht, bei einer Taschenuhr, welche, wie Sie wissen, 4 bis 5 Schwingungen in der Sekunde machen, wohl schon einen Fehler von einer Minute bewirken kann; es uns also gar nicht wundern kann, wenn eine schon ziemlich gute Uhr in einem Tage 5 Minuten abweicht. Das wird Ihnen auffallend sein, da die meisten von Ihnen gewiß Uhren im Gebrauch haben, die oft in 8 oder 14 Tagen nicht mehr abweichen. Es entkräftet das aber meine Behauptung

nicht; denn könnten Sie Ihre Uhren täglich ein oder mehrere Male mit einer astronomischen Uhr vergleichen, so würden Sie finden, daß Fehler von der angegebenen Größe sehr oft vorkommen. Da diese Fehler aber nicht immer in demselben Sinne sind, so gleichen sie sich ganz oder zum Theil aus; und streng genommen ist ein gleichmäßiger Fehler gar keiner. Es ist höchstens eine Unbequemlichkeit, wenn Ihre Uhr täglich 2 oder 3 Minuten vor oder nach geht; denn können Sie mit Sicherheit darauf rechnen, so sind Sie immer im Stande, durch ein einfaches Addiren oder Subtrahiren dieses Fehlers für jeden Tag, der seit dem, an welchem Sie sie zuletzt richtig gestellt haben, verfloßen ist, die richtige Zeit zu finden.

Die erste Verapassung, welche die Uhrmacher hatten, durch Compensation die Taschenuhren zu vervollkommen, gab die Wichtigkeit, welche richtig gehende Uhren für den Seefahrer haben. Befindet sich ein Schiff auf offener See, so ist es zwar leicht, durch Beobachtung der Sonnen- oder Sternenhöhe zu wissen, welche Zeit es an dem Orte ist, an welchem sich das Schiff eben befindet; weiß man nun aber auch, welche Zeit es in eben demselben Augenblick an irgend einem andern Orte, z. B. an dem, von welchem das Schiff ausgefahren ist, Portsmouth, Hamburg, Lissabon u. s. w., ist, so weiß man im Augenblick, um wieviel Grad westlich oder östlich sich das Schiff von diesem Orte entfernt befindet; denn jeder um 1 Grad mehr westlich gelegene Ort hat 4 Minuten später, jeder um 1 Grad mehr östlich gelegene 4 Minuten früher Mittag. Zeigt z. B. eine Uhr, welche richtige Hamburger Zeit hält, auf offener See 11 Uhr, wenn es dort Mittag ist, so beweist das, daß das Schiff sich 15° westlich von Hamburg befindet. Weiß man nun auch die Breite oder Polhöhe, die auf dem Schiff sehr leicht gefunden werden kann, so ist der Punkt, auf welchem der Seefahrer sich befindet, ganz genau bestimmt. Außer der angegebenen Art lehrte die Astronomie die Längen noch auf anderen Wegen zu finden; doch alle ließen theils noch viel an Genauig-

keit zu wünschen, theils erforderten sie auch mehr mathematische Kenntnisse, als man sie bei jedem, der ein Schiff zu führen hatte, immer fand. Die Folge davon war, daß früher oft Schiffe, weil sie die Stelle, an der sie sich auf offenem Meere befanden, nicht genau finden konnten, gegen Felsen oder auf Untiefen stießen und dabei verunglückten; denn wie genau auch die Schiffsregister geführt werden mögen, so schleichen sich immer Fehler ein, die, wenn sie auch noch so klein sind, sich doch mit der Zeit summiren; und dadurch sind schon Tausende von Menschenleben verloren gegangen. Philipp III, der 1598 den spanischen Thron bestieg, war der erste, der, überzeugt von der Wichtigkeit, die Länge auf dem Meere genau und leicht finden zu können, demjenigen, der dazu ein Mittel angeben würde, eine Belohnung von 100,000 Frcs. aussetzte.

Ihm folgten bald die General=Staaten von Holland nach und setzten auf denselben Gegenstand einen Preis von 30,000 Gulden.

Am meisten aber nahmen sich die Engländer der Sache an, und zwar mit der Tüchtigkeit, Energie und Großartigkeit, die alle ihre Unternehmungen charakterisirt, früher wie noch heutiges Tages. Gesah es auch erst zu Anfang des achtzehnten Jahrhunderts, so ist das wahrscheinlich ein Glück gewesen. Früher, als die Wissenschaft noch nicht die Höhe erreicht hatte, hätte vielleicht die ganze Angelegenheit keinen so glänzenden Erfolg gehabt, und wer weiß, ob sie auch später gar einen gehabt hätte. Wir wissen ja, wie sowohl im Leben des Einzelnen wie der ganzen Staaten Alles vom Ergreifen des rechten Moments abhängt. So ist es auch mit den Erfindungen.

Das englische Parlament setzte den 30. Juni 1714 ein Comité zur Prüfung der Länge und Auffindung einer leichten und sichern Bestimmungs= Methode nieder. Mitglieder dieses Comité's waren unter Anderen Newton, jener große Mann, dem wir, um nur Einiges herauszuheben, die Geseze der Gra-

vation oder die Lehre vom Fall, die Rechnung des Unendlichen und eine Lehre vom Licht verdanken, die bis jetzt noch von keiner andern, bessern, verdrängt worden ist; dann Clarke und Whiston. — Newton legte nun dem Parlament eine Denkschrift vor, in welcher er die verschiedenen Methoden die Länge zu finden, und die Schwierigkeiten jeder einzelnen auseinandersetzte. Zum Glück für die Uhrmacherkunst schlug der große Mann als das vorzüglichste Mittel, das einer genauen Zeitmessung vor. Das Resultat der Beratungen des Comités war, daß eine Bill zur Aufmunterung zu einer so wichtigen Untersuchung durchgebracht werden mußte. General Stanhope, Walpole, der nachmalige Graf v. Orford, Dr. Samuel Whiston und Herr Clarke brachten sie ein, und sie ging ohne Widerspruch auch nur einer Stimme durch. Das geschah im 12. Regierungsjahre der Königin Anna.

Es ward eine beständige Kommission niedergesetzt, welche alle in Bezug auf den angeregten Gegenstand bezüglichen Pläne und Vorschläge annehmen, prüfen und beurtheilen sollte. Welche Wichtigkeit man der ganzen Angelegenheit beilegte, mögen Sie schon daraus ermessen, daß zu dieser Kommission die größten politischen und wissenschaftlichen Nobilitäten gehörten; als: der Großadmiral Großbritanniens — der Sprecher im Hause der Gemeinen — der erste Kommissär der Handelskammer — die drei Admirale des rothen, blauen und weißen Geschwaders — der Präsident der Societät der Wissenschaften — der königliche Astronom vom Observatorium zu Greenwich — drei der berühmtesten Lehrer der Mathematik zu Orford und Cambridge u. s. w.

Sobald dem von dieser Kommission niederzugesendenden Ausschuss, von nicht weniger als 5 Mitgliedern, einer der Vorschläge einer nähern Prüfung werth erscheinen würde, waren sie durch diese Akte ermächtigt, vom Schatzmeister der Marine die zu dem Versuche nöthigen Geldmittel bis zur Höhe von 2000 £st. sich zahlen zu lassen.

Die stipulirten Belohnungen betragen 10,000 £st. für

diesjenige Methode, nach der man die Länge mit Sicherheit auf 15 Meilen würde finden können; 15,000 £st. für die, welche sie bis auf 10, und 30,000 £st. für die, welche sie bis auf $7\frac{1}{2}$ geographische Meilen genau zu finden lehren würde.

Jede dieser Belohnungen sollte aber nur dann ganz ausgezahlt werden, wenn die angegebene Methode sich auf einer Reise von irgend einem Hafen Großbritanniens nach einem Hafen Amerikas, den die Königliche Kommission zu bestimmen hätte, als eine zuverlässige bewährt haben würde.

Der erste, welcher in Folge dieser Parlaments-Akte sich bestrebte, eine Uhr zu bauen, die das Gewünschte leisten sollte, war Sully, ein Engländer, der in Frankreich lebte. Er nannte sie horloge marine, doch hat sie nicht die erwarteten Dienste geleistet. Glücklicher dagegen war John Harrison, der Sohn eines Zimmermanns, geboren 1693 zu Forsby. Er erlernte das Handwerk seines Vaters, hatte aber sehr viel mechanisches Talent, welches sich vorzugsweise auf den Bau von Uhrwerken richtete. Noch als er sein Handwerk betrieb, stellte er eine ganz aus Holz gebaute Uhr her, die vortreffliche Dienste geleistet haben soll. Später, als er sich ganz der Uhrmacherkunst zugewendet hatte, erfand er, wie ich Ihnen schon gesagt habe, den rostförmigen Pendel, und eine mit demselben versehene Uhr soll im Monat nur eine Sekunde abgewichen haben. Das war im J. 1727. Er baute dann eine Uhr, die er so einrichtete, daß sie auch auf einem Schiffe Dienste leisten konnte. Diese Uhr ward im Jahre 1730 an Bord eines Kriegsschiffes gebracht, welches nach Lissabon ging, und sich so gut bewährte, daß der das Schiff führende Kapitain Robert Wils bezeugte, daß Harrison auf der Rückfahrt, bei der Einfahrt in den Kanal la Manche, nach seiner Uhr einen Fehler von $1\frac{1}{2}^{\circ}$, der sich in die Schiffsregister eingeschlichen hatte, berichtet habe. Durch diesen Erfolg ermuntert, wandte er sich an das Längenbureau um eine Unterstüzung zum Bau einer zweiten Uhr, die er noch verbessern und namentlich ihr Volumen vermindern wollte. Er

erhielt diese Unterstützung und machte nun eine zweite und später noch eine dritte und eine vierte, indem er immer noch Mittel und Wege erfunden hatte, seine Maschine, die er Zeithalter, timekeeper, nannte, zu vereinfachen, zu verbessern und kleiner zu machen.

Nach vieler Mühe gelang es ihm von der Regierung den Befehl zu erwirken, daß seine Uhr auf einer größeren Seereise ihre Prüfung bestehen sollte. Auf des Vaters Bitten ward Harrison, der Sohn, beauftragt die Reise mitzumachen, und so ging er denn den 18. November 1761 in Portsmouth auf dem Deptford, der den Gouverneur Littleton nach Jamaika bringen sollte, unter Segel. — Die Details dieser Reise sind so interessant, daß ich Ihnen doch Einiges daraus mittheilen muß.

Nach 18tägiger Fahrt befand sich das Schiff nach dem Schiffsregister in $13^{\circ} 50'$ Länge, nach Harrison's Uhr aber in $15^{\circ} 9'$. Wegen dieses Unterschiedes von mehr als $1\frac{1}{4}^{\circ}$ verlor die Uhr allen Kredit; da aber Harrison darauf beharrte, daß, wenn die Insel Portland auf der Karte richtig angegeben sei, man sie am nächsten Morgen in Sicht haben müsse, so steuerte der Kapitain darauf zu, und wirklich sah man des andern Morgens um 7 Uhr die Insel vor sich liegen. Das war nicht nur ein großer Triumph für Harrison, sondern von wesentlichem Nutzen für die ganze Schiffsmannschaft; denn ohne die Uhr wäre das Schiff Portland vorbeigesegelt und hätte auf der ganzen übrigen Reise die Erfrischungen, die hier eingenommen werden sollten, entbehren müssen. Ferner zeigte Harrison nach seiner Uhr das Erscheinen einer der Antillen, der Insel Desiderada, sowie der übrigen auf der Fahrt liegenden Inseln richtig vorher an; und als endlich Port Royal auf Jamaika erreicht war, bewährte sich Harrison's Erfindung auf das Glänzendste. Denn die Länge dieses Orts war im Jahre 1743 beim Merkurs-Durchgange auf's Genaueste bestimmt worden. Hiernach sollte sie $75^{\circ} 42' 45''$ oder 5 St. 2 M.

51 Sek. westlich von Portsmouth liegen, und die Uhr gab diese Zeit bis auf 5 Sek. richtig an, indem sie nach 84tägiger Fahrt 5 St. 2 M. 46 S. angab. — Auch während der Rückfahrt behielt sie ihren Gang, so daß, als das Schiff 161 Tage nach der Abfahrt wieder in Portsmouth angelangt, und einige Tage darauf die nöthigen astronomischen Beobachtungen auf der Sternwarte zu Greenwich angestellt worden, es sich fand, daß die Uhr nur um 1 M. 5 Sek. abgewichen war, was einen Fehler von nur etwa 18 englischen Meilen, also nicht einmal von einem drittel Grad, hätte veranlassen können.

Obgleich er hiermit glaubte, allen Anforderungen genügt zu haben, verlangten die Kommissarien, die ihm nur vorläufig 2500 Lst. gaben, um sich ganz von dem anhaltenden Richtiggehen der Uhr zu überzeugen, daß sie noch eine zweite Prüfungsreise machen solle, und so ging denn auch Harrison, der Sohn, den 28. März 1764 nach den Barbadoes in Amerika, von wo er den 18. September nach 174 Tagen zurückkehrte, und es sich denn fand, daß die erreichte Genauigkeit noch größer war, als die Parlamentsakte sie verlangt hatte. Nun erhielt er 5000 Lst. und endlich nach vielen Chitanen, im Jahre 1765, als er schon 75 Jahre alt war, noch 10,000 Lst.; also die Hälfte des ausgesetzten Preises. Das war der Lohn für ein langes Leben, welches er beinahe ganz einem für England so unendlich wichtigen Gegenstande geopfert hatte.

Als Grund, weshalb Harrison nicht die volle Summe von 30,000 Lst. gezahlt worden, giebt man an, daß, so gute Dienste seine Uhren auch geleistet haben, sie bei längerem Gebrauch ihren gleichmäßigen Gang nicht behalten haben sollen. Sie waren auf dem Observatorium zu Greenwich in allen möglichen Lagen und auch in Temperaturen geprüft worden, wie sie, nach Harrison's Behauptung, beim Gebrauche auf Schiffen nie, selbst in den heißesten Gegenden, vorkommen könnten. Ist das auch nicht gradezu bewiesen, so hat es wenigstens viel Wahrscheinlichkeit für sich; denn die Zeithalter, oder

wie sie später genannt wurden: Chronometer oder Zeitmesser, haben erst den hohen Grad ihrer jetzigen Vollkommenheit erreichen können, nachdem Männer wie Le Roy und Berthoud die Natur der Spiralfeder mehr studirt und diejenigen Bedingungen festgestellt hatten, unter denen sie vollständig isochronisch ist, d. h. daß die Dauer ihrer Schwingungen ganz gleich ist, mögen diese Schwingungen selbst nun groß oder klein sein.

Ich habe Ihnen schon gesagt, daß, wenn auch im Allgemeinen die Schwingungszeiten eines Pendels unter sich gleich lang sind, das doch nur dann absolut richtig ist, wenn die Schwingungsbögen auch gleich groß sind. Aehnlich verhält es sich mit den Schwingungszeiten der elastischen Federn überhaupt, und insbesondere der Spiralen.

Es ist mir wahrscheinlich, doch kann ich es nicht mit völliger Gewissheit behaupten, daß der Weg, welchen Harrison eingeschlagen hatte, um seinen Zeithalter zu einem so regelmäßigen Werkzeug herzustellen, der war, daß er auf der Platine eine Art von Rostpendel anbrachte, der so eingerichtet war, daß, wenn ihn die Wärme ausdehnte, er die Gabel, in welcher das wirkende Ende der Spirale liegt, mehr nach der Mitte der Welle vorschob, und umgekehrt, sie zurückzog, wenn er von der Kälte verkürzt ward.

Nach demselben Prinzip, jedoch etwas modifizirt, baute Berthoud um die Mitte des vorigen Jahrhunderts einen Chronometer, an dem ein ähnlicher aus 16 Stangen zusammengesetzter Rost gegen einen Fühlhebel drückt, der auf die Gabel wirkte, und bei der Wärme durch Verkürzen, bei der Kälte durch Verlängern der Spiralfeder die schädlichen Einflüsse der Temperatur-Veränderungen ausgleichen sollte. Dann hatte derselbe auch den Einfall, zu demselben Zweck die Chronometer, welche mit zur See genommen werden sollten, in einen großen mit einer Glashüre versehenen Schrank zu bringen, in welchem er mittelst einer darunter gesetzten Spirituslampe die Luft in dem Schrank immer genau in derselben Temperatur erhal-

ten wollte. Er überzeugte sich aber bald davon, daß eine solche Einrichtung viel zu große unnachlässige Ueberwachung und Aufmerksamkeit erfordern würde, als daß man sich auf sie würde verlassen können. Bei der sorgsamsten Aufmerksamkeit, welche P. Le Roy seinem Lieblings-Gegenstande widmete, fand er, daß es ein Mittel gäbe, sich vollkommen gleicher Schwingungen der Spirale zu versichern, mochten die Bogen nun, wenn die Feder ganz gespannt ist und mit ihrer größten Kraft wirkt, groß, oder wenn sie beinahe abgelassen ist und weniger Kraft besitzt, klein sein. Er hatte nämlich gefunden, daß jede Spirale nur eine ganz genau bestimmte Länge habe, bei welcher die Schwingungen von vollkommen gleicher Dauer, oder wie es heißt, isochronisch sind. Jede Verminderung oder Vermehrung der Länge bringt wieder den alten Fehler hervor. Als wiederholt angestellte Versuche ihm die Gewißheit verschafft hatten, daß er sich nicht geirrt habe, ward ihm mit einem Male klar, daß die Korrektion durch den Harrison'schen Krost mit dem Fühlhebel auch die Aufgabe nicht vollständig lösen könne, weil eben der eine Punkt, an welchem die Spirale allein isochronische Schwingungen mache, nie festgehalten werden könne. Da suchte er seinen Zweck dadurch zu erreichen, daß er statt der in Schneckenform gewundenen Spirale eine schraubenförmig gewundene, also bei immer gleichem Durchmesser in die Höhe steigende, in Anwendung brachte, und zwei kleine Thermometer so an jeder Seite der Unruhe befestigte, daß die Kugeln auf der äußern Peripherie derselben lagen, und die gekrümmten Röhren nach der Mitte der Unruhe zu gingen. Er meinte nun, daß, wenn durch die Wärme die Spirale sich ausdehne und die Uhr dadurch langsamer ginge, dieselbe Kraft das Quecksilber des Thermometers ausdehne und ein entsprechendes Theilchen mehr von der Röhre ausfülle. Dadurch wird natürlich der Schwerpunkt der Unruhe mehr nach innen gebracht; sie wirkt also, als wäre sie um so viel leichter geworden, und bringt die Uhr dadurch zu einem ebenso viel schnell-

leren Gang als die Ausdehnung der Spirale sie hatte nachgehen machen. Aber auch dieser Gedanke ward aufgegeben.

Er wendete jetzt das zur Korrektion der Temperaturveränderung von Harrison in Anwendung gebrachte Geseß der verschiedenen Ausdehnbarkeit der Metalle in der Art an, daß er die Unruhe nicht mehr als einen geschlossenen Ring, sondern als zwei Halbringe bildete, von denen jeder aus zwei der ganzen Länge nach zusammengelötheten Halbreifen bestand, deren Wirkung ganz so war, wie ich sie Ihnen an dem Compensationspendel bereits erklütert habe, worauf ich aber später noch zurückkommen und Ihnen das Ganze an einer Zeichnung deutlicher machen werde.

Wenn ich Ihnen auch nicht alle die Verbesserungen und Veränderungen anführen kann, die an den Taschenuhren und Chronometern angebracht, oft aber eben so rasch wieder vergessen als erfunden waren, so muß ich Sie doch noch auf eine sehr wichtige Erfindung des in der zweiten Hälfte des achtzehnten Jahrhunderts lebenden großen französischen Uhrmachers Berthoud aufmerksam machen.

Er kam auf den Gedanken, daß es für den regelmäßigen Gang der Uhr sehr vorthellhaft sein müsse, wenn der Impuls, der dem Regulator bei jeder Schwingung vom Werke aus gegeben wird, um wie bekannt die durch den Widerstand der Luft, Reibung u. s. w. verloren gegangene Kraft ihm wieder zu ersetzen, nicht vom Werke selbst, sondern von einer dritten, unabhängigen, sich stets gleichbleibenden Federkraft mitgetheilt würde. Nach diesem Prinzip, dem der freien Hemmung, welches nachmals Arnold, Mudge, Breguet, Liede, Jürgensen, auf die verschiedenste Art abgeändert haben, werden noch heut zu Tage die Chronometer gebaut. Vollkommen unabhängig vom Einfluß der Triebkraft des Werks wird zwar nie eine Hemmung hergestellt werden; es handelt sich also mehr darum, die Schwingungen der Unruhe so frei als möglich zu machen und die Berührung von Triebkraft und Hemmung so viel wie

möglich zu beschränken. Bei den Chronometern von Liebe, welche nach allen sorgfältigst angestellten Versuchen vollkommen den Vergleich mit den französischen und englischen aushalten, ja sie noch übertreffen sollen, ist das in sehr hohem Maße erreicht; denn bei ihnen beträgt der Schwingungsbogen bis zu 500°, von denen er nur auf einem Wege von 15—20° in Berührung mit der Triebkraft ist, so daß man wohl sagen kann, daß sich ihre Hemmung in hohem Maße einer vollkommen freien nähert.

Die nebenstehende Zeichnung Fig. 19. zeigt Ihnen eine Compensations-Uhr mit Steigrad und Aufhaltungsfeder (ressort à détente), dem Wesentlichen nach wie die Arnoldsche. Sie ist nach einem Liebescs Chronometermodell genommen. A ist das Steigrad. B eine am Pfeiler C so befestigte Feder, daß sie immer nach dem Rade zubrängt. Sie hat in D einen hervorragenden Stift, und wird in ihrem Bestreben, sich dem Rade zu nähern, durch den Pfeiler E, oder vielmehr durch den Kopf einer an demselben befestigten Stellschraube beschränkt. An dieser Feder ist in F die dünnere Feder G, die meistens von Gold gemacht wird und etwas länger als die Feder B ist, wie man in H sieht. I I I' ist die Uhr, an welcher der innere Theil I' I' von Stahl, der äußere I I von Messing ist. K ist die schraubenzieherförmig gewundene Spiralfeder. L L die Compensationsgewichte. M M die Stellungsschrauben. N die große oder Hebungslèvee. O der Auslösungsfinger. — Zweck und Wirkung dieser Hemmung ist nun die folgende:

Die Zeichnung zeigt Ihnen das Steigrad, also auch das ganze Räderwerk, durch die Feder B gehemmt, indem sie durch ihre eigene Federkraft den an ihr befindlichen Stift D dem Rade so weit genähert hat, daß der Zahn P nicht vorbei kann und sich dagegen lehnt. Schwingt nun die Uhr in der durch den Pfeil angedeuteten Richtung, so drängt zuerst der Auslösungsfinger O die Feder G, und natürlich auch die mit

ihr verbundene Feder B vom Rade ab. Dadurch wird das Rad frei und kann sich in der durch den Pfeil angedeuteten Richtung bewegen. Da trifft aber gleich darauf der Zahn Q auf die Hebungselevee N, und bleibt so lange mit ihr in Berührung, bis er an ihr, die vor ihm her flieht, vorbei kam; dabei erhält die Unruhe jedesmal von der Triebkraft den nöthigen Impuls, um ihr das, was sie durch Reibung und Widerstand der Luft an Bewegung verloren hat, zu ersetzen, damit sie zu ihrem Rück- und dem neuen Hingange die nöthige Kraft habe. — Sobald sie ihre Schwingung vollendet hat und zurückgeht, ist ihrem Auslösungsfinger der hervorspringende Theil H der Feder G im Wege. Er drängt ihn also hinweg, wodurch aber die Feder B nicht weiter aus ihrer Lage verrückt wird. Ist nun auch dieser Rückgang der Feder beendet, so beginnt ein neuer Hingang und das ganze Hemmungsspiel wiederholt sich, wie ich es Ihnen schon beschrieben habe. — Die Wirkung des compensirenden Unruhreifens I ist nun ähnlich wie die der Compensations-Vorrichtung an Pendeluhrten, Fig. 12. Durch die Wärme wird die ganze Unruhe größer; indem dabei aber die Messingschiene mehr als die Stahlschiene ausgebeht wird, krümmt sie sich mehr und bringt dadurch den Schwerpunkt der Unruhe wieder mehr nach innen. Die Gewichte L lassen sich auf dem Unruhiring hin und her schieben und werden durch die Schraube R an der Stelle, wo sie sitzen sollen, festgehalten. Daß sie um so mehr compensiren, je entfernter, und um so weniger, je näher sie dem Theil bei M sind, ist einleuchtend, und wird Ihnen, wenn Sie sich das ins Gedächtniß zurückrufen, was ich Ihnen von den Kugeln an der Compensation, Fig. 12., gesagt habe, noch deutlicher werden. — Daß ein Zusammenziehen durch Kälte ebenso, nur im entgegengesetzten Sinne wirkt, bedarf auch keiner weiteren Erläuterung; die Schrauben M M können mehr oder weniger herausgezogen werden, wodurch der Schwerpunkt der Unruhe mehr oder weniger von der Mitte entfernt, und ein langsamer oder schneller

Sehen der Uhr bewirkt wird. Ich mache Sie noch darauf aufmerksam, daß bei dieser Hemmung die Triebkraft nur beim Hingang der Unruhe derselben einen Impuls giebt, was sie bei andern Hemmungen auch beim Rückgang thut. Dadurch wird natürlich ihre Bewegung um so viel freier, und kann von den Ungleichmäßigkeiten, welche die Triebkraft, je nach der in jedem Augenblick verschiedenen Spannung der Triebfeder, hat, nicht so sehr afficirt werden.

Diese Art der Compensation hat in neuerer Zeit durch die Engländer eine bequemere Einrichtung erhalten, welche darin besteht, daß sie statt der 2 Compensationsgewichte L an jedem Arm der Unruhe 10 bis 20 in je gleichen Zwischenräumen stehende Schraubenlöcher bohren. In die Hälfte derselben ziehen sie Schrauben hinein und bewirken eine größere Compensation, wenn sie die M zunächst liegenden Löcher frei lassen; dagegen eine schwächere, wenn sie die Schrauben in diese hineinziehen und die mehr von M entfernten Schraubenlöcher freilassen. — Sie können also so durch das bloße Versetzen einer Schraube von hinten nach vorn allmählig bis zu völlig richtiger Compensation gelangen, und wird die Uhr einmal reparirt, so braucht man sich nur zu merken, welche Löcher frei bleiben müssen, und kann dann sicher sein, daß die Uhr wieder, ohne vorangegangene Versuche, die immer sehr viel Zeit hinnehmen, ganz in den früheren Stand gesetzt wird.

Daß die Chronometer von Ferdinand Berthoud, der so viele Verbesserungen an Uhren erdacht hat, auch gute Dienste leisten würden, ließ sich wohl denken. Hiervon sich zu überzeugen, beantragte die Pariser Akademie der Wissenschaften beim damaligen Minister des Cultus, daß die beiden Chronometer Nr. 6. und Nr. 8. auf einer längeren Seefahrt geprüft würden, und ließ eine förmliche Instruktion für die der Expedition beigegebenen Gelehrten Fleurieu und Pingré ausarbeiten. Ueber die Art, wie diese Uhren, namentlich Nr. 8 sich bewährt haben, giebt das von denselben in Gemeinschaft mit den Offi-

zieren des Schiffs, der Corvette Isis von 20 Kanonen, geführte Journal, und der nach demselben der Akademie erstattete Bericht genügende und sehr zufriedenstellende Auskunft. Ich will nur daraus erwähnen, daß während der 376 Tage währenden Prüfungsfahrt der Fehler nach Intervallen von 78 bis zu 88 Tagen manchmal als Höchstes $\frac{1}{2}^{\circ}$ erreicht hat, oft aber auch nur $\frac{1}{100}^{\circ}$ betragen hatte. Dabei haben die Temperaturveränderungen während dieser Zeit 22° und zwar von $+ 3$ bis $+ 25^{\circ}$ R. betragen und das Schiff hat meistens 20, 25 und 30° , manchmal sogar 45° geschwankt. Dann sagt der Bericht noch, daß auch noch der letzte in der Instruktion geforderte Versuch mit den Uhren angestellt worden. Man wollte nämlich wissen, ob die Erschütterung beim Abfeuern der Schiffskanonen auf den Gang der Uhren einen Einfluß übe. „Am 13. November 1769 Nachmittags $4\frac{1}{2}$ Uhr wurde die Zeit, welche jede Uhr angab, mit der verglichen, welche die auf der Insel Air stationirte astronomische Uhr angab, deren Gang sowohl in Bezug auf mittlere Sonnenzeit als auch in Bezug auf den Gang jeder unserer Uhren bekannt war. Gleich darauf wurden fünfmal alle Stücke der Fregatte auf beiden Borden zugleich abgefeuert. Die Erschütterung war eine sehr heftige; die Schösser von Zimmern in der Nähe der Uhren, und sogar das Schloß eines von den Schränken, in welchen die Uhren sich befanden, wurden von der Erschütterung aufgerissen. Wir verglichen darauf den Gang der Uhren mit dem der astronomischen Uhr von Neuem und fanden keine andere Veränderung als die, welche die natürliche Folge des Unterschiedes im Gange der astronomischen Uhr mit dem jeder unserer Seeuhren war.“

Nach diesen Erfolgen kann man doch wohl schon ganz mit den Leistungen der neueren Uhrmacherkunst zufrieden sein. Ich könnte nun meine Geschichte der Uhren hier abschließen, doch will ich Ihnen noch berichten, in welcher Art der Electromagnetismus dazu benutzt worden ist, viele Uhren zu einem vollständig übereinstimmenden Gang zu bringen, und einige Notizen über die

Ausdehnung der Fabrikation der Taschens- sowohl als der Schwarzwalder Uhren geben.

Aus dem, was ich Ihnen bisher gesagt habe, sehen Sie wohl, daß wir Mittel genug haben, bis auf ein unbedeutend Geringes die Zeit richtig zu messen. Es würde uns auch nichts zu wünschen übrig bleiben, wenn nur eine Uebereinstimmung aller, vieler, oder wenigstens aller öffentlichen Uhren eines und desselben Orts erzielt werden könnte. Es würde sich dann manches im bürgerlichen Leben leichter und bequemer gestalten.

Diesem Ziele sind wir aber durch die Vereinigung der Kräfte der Electricität und des Electro-Magnetismus um ein Bedeutendes näher gerückt.

Schon im Jahre 1839 saßte Professor Steinheil, dessen Verdienste um elektrische Telegraphie Ihnen bekannt sind, den Gedanken, die Zeit selbst zu telegraphiren; er führte schon damals auf Befehl des Königs Ludwig von Bayern im königlichen Institut für Damen in München eine derartige Einrichtung aus, durch welche alle halbe Stunden sämtliche Uhren der Anstalt übereinstimmend mit der Hauptuhr gestellt wurden. Auf den Fehler, den die Uhren in der Zwischenzeit etwa machen konnten, ward nicht gerücksichtigt, und konnte er für den vorliegenden Zweck auch ganz wohl außer Acht gelassen werden.

Es geht nun in demselben Augenblicke, wo die Normaluhr die ganze und die halbe Stunde schlägt, ein galvanischer Strom durch alle, mittelst elektrischer Leitung untereinander und mit constanten Zink-Kupferbatterieen verbundene Uhren und magnetisirt ein bei jeder eingeschaltetes Hufeisen. Dieses zieht bei jeder Uhr einen Anker an, der mittelst eines Hebels auf den Minutenzeiger der Uhr wirkt, und ihn, wenn er nicht schon ohnedies richtig steht, genau auf die volle halbe oder ganze Stunde stellt und schlagen läßt. Das geschieht natürlich bei allen in demselben Augenblicke, und so correspondiren sie mindestens zweimal in der Stunde genau mit der Normaluhr.

Will man viele Uhren mit einer Normaluhr vollkommen

gleichgehend machen, so bietet sich auch hierzu ein sehr einfaches Mittel dar. Man läßt nämlich, wie es Herr Dr. Wollmer Ihnen schon im vorigen Jahre gezeigt hat, den Pendel der Normaluhr nach unten zu in eine Spitze auslaufen, und stellt unter denselben ein flaches, so hoch mit Quecksilber gefülltes Gefäß, daß der Pendel, wenn er auf seinem tiefsten Punkte angekommen, also in der perpendikulären Lage ist, das Quecksilber berührt. Hierdurch wird eine mit ihm in Verbindung stehende konstante galvano-elektrische Batterie geschlossen. Sobald aber der Pendel nach einer oder nach der andern Seite hin ausschwingt, tritt die Spitze desselben aus dem Quecksilber heraus, und die Verbindung der Batterie ist unterbrochen.

Es ist jetzt weiter nichts erforderlich, als daß alle die Uhren, welche mit der Normaluhr correspondiren sollen, nur — wenn diese eine Sekundenuhr ist — ein Sekunden-, Minuten- und Stundenrad, und einen Haken haben; alle übrigen Räder fallen weg. Schlägt dagegen der Pendel der Normaluhr halbe Sekunden oder einen andern Theil von Sekunden, so braucht nur das Schappementsrad (Hemmungsrad) an allen übrigen Uhren so zu dem Minutenrade berechnet zu sein, daß dieses, so wie das darauf folgende Stundenrad, die richtigen Zeitabschnitte angeben muß.

Der Haken an diesen von der Normaluhr abhängenden Uhren, die ich zum Unterschiede sekundäre nennen will, ist so eingerichtet, daß er, so wie er bewegt wird, einen Zahn des Steigrades fortschiebt oder richtiger gesagt, erfaßt und mit sich fortnimmt, wogegen bei jeder andern Uhr der umgekehrte Fall stattfindet, indem nämlich dort das von der Triebkraft in Bewegung gesetzte Steigrad dem Haken einen Stoß (Impuls) giebt. Jeder dieser Haken steht nun mit einem Anker mit eingeschaltetem Elektromagneten und dazu gehörendem Hufeisen einer Batterie, welche jede Sekundäruhr haben muß, in Verbindung. Dieser Anker wird jedesmal vom Hufeisen angezogen, sobald der Pendel der Normaluhr ins Quecksilber eintaucht, und wieder

losgelassen, sobald der Pendel bei seinem Ausschwingen nach der
oder jener Seite hin nicht mehr das Quecksilber berührt, die
Verbindung der Kette also aufgehoben ist. Die Folge davon ist
nun nothwendigerweise die, daß der Haken der Sekundäruhr
das Stielrad ebenso oft und genau in demselben Augenblicke
um einen Zahn fortschiebt, als dies bei der Normaluhr ge-
schieht. Ein Jahr später als Steinheil kam der Engländer
Professor Wheatstone, wahrscheinlich ohne von der Stein-
heilschen Erfindung etwas gewußt zu haben, auf denselben Ge-
danken, die Zeit zu telegraphiren, und nahm November 1840
ein Patent darauf. Auch ihm ward die Priorität seines Zeit-
telegraphen streitig gemacht. Der geschickte Mechanikus Bain
nahm sie für sich in Anspruch. Es haben sich seit der Zeit die
meisten derjenigen Männer, welche sich mit den elektrischen Tele-
graphen beschäftigten, auch auf Vervollkommnung der gal-
vanischen und elektrischen Uhren gelegt, so daß man zu den drei
genannten noch Garnier, Wadham, Bernel, Fardey,
Beare, Breguet, Glaesener und Stöhrer nennen muß.
Man hat dieser Art der Uebertragung der Zeit durch Eintau-
schen des Pendels in Quecksilber den Vorwurf gemacht, daß sie
eine Reibung oder Hemmung des Pendels selber verursache, die
der Uhr den regelmäßigen Gang nothwendigerweise beeinträch-
tigen müsse. Man kann nicht läugnen, daß dieser Einwurf ein
ganz gegründeter ist, und ich glaube kaum, daß irgend ein Astro-
nom seine Uhr dazu hergeben würde, die Normaluhr für viele
elektrische zu werden. Deshalb hat der Franzose Garnier
seine Uhren so eingerichtet, daß nicht der Pendel, sondern irgend
ein Rad der Uhr die Bewegung mittheile, was er dadurch be-
wirkt hat, daß er mit den gewöhnlichen Rädern der Uhr noch
einige Räder in Verbindung setzte, von denen das letzte einen
Hebel bewegt, welcher in regelmäßigen Intervallen, von 5, 10
oder 15 Sekunden etwa, den galvanischen Strom unterbricht
und wiederherstellt. Hierbei ist allerdings dem Uebelstande der
Hemmung des Pendels durch das Quecksilber gründlich abge-

hoffen, aber dafür hat ein anderer Maß gegriffen; die Uhr hat complicirter gemacht werden müssen, statt daß man sich lieber hätte bemühen sollen, sie einfacher zu machen.

Dagegen haben die Amerikaner wirklich ein sehr einfaches Mittel dazu erdacht; sie haben zwischen Pendel und Quecksilberschale einen ganz dünnen Stab dergestalt um einen Mittelpunkt leicht beweglich angebracht, daß die Spitze desselben, wenn er perpendicular steht, in das Quecksilber taucht; nicht aber wenn er eine schräge Richtung bekommt. Das äußere obere Ende des Stabes ist nun mit einem ganz dünnen Seiden- oder Coconsfaden locker mit dem Pendelende verbunden; und so hat man den doppelten Vortheil, daß der Pendel nicht unmittelbar gehemmt wird, und dann, daß der Kreisbogen, welchen der Stab beschreibt, ein bei weitem kleinerer ist, er also auch nur um so viel kürzere Zeit in das Quecksilber eintaucht. Man kann auf diese Art leicht die Dauer der Berührung mit dem Quecksilber im Vergleich zur vorherbeschriebenen auf ein Zehntel oder Zwanzigstel herunterbringen.

Man kann die verschiedenen Arten der von diesen Männern angegebenen Einrichtungen in zwei Hauptklassen theilen. Bei der ersteren ist immer eine gewöhnliche Uhr als Normaluhr nöthig, welche durch elektrische Leitung ihre Zeit andern Uhren mittheilt. Bei der zweiten Art ist auch bei der Normaluhr, statt des Gewichts oder der Feder, der Galvanismus oder Magnetismus die Triebkraft. Gelingt es dieser Kraft so Herr zu werden, daß man, ohne sie zu erneuern, sich mit absoluter Sicherheit auf sie verlassen kann, wie man mit Bestimmtheit weiß, daß das Gewicht der Uhr unter allen Umständen zur Erde heruntergezogen wird, so gewähren sie allerdings zwei Vortheile: erstens, daß solche Uhren auch kein Laufwerk zu haben brauchen, und dann, daß man sie nicht anzuziehen braucht. Beide Vortheile aber schlage ich nicht so hoch an, daß ich, um ein Paar Räder zu sparen und der Gefahr des Nichtaufziehens

zu entgehen, zur Normaluhr, statt einer Gewichtuhr, eine durch Magnetismus in Bewegung gesetzte nehmen würde.

Ich will Ihnen hier noch die Bainsche Uhr mit einigen Worten beschreiben.

Von einer Kupferplatte B, Fig. 20., an der der Pendel an einer dünnen Stahlfeder aufgehängt ist, geht der Drath A zu einer in der Erde liegenden Kupferplatte K. Von I aus geht der Drath in die Erde zur Zinkplatte Z. — Die ganze Pendelstange ist mit einem mit Seide übersponnenen Kupferdrath umwickelt, der unten in sehr vielen Bindungen über das Ende des Pendels geht, welcher die Form einer Rolle hat, und hier die gewöhnliche Pendellinse vertritt. C' und C sind Stahlmagnete, von denen der eine der Linse den Südpol zukehrt, während der andere ihr den Nordpol zuwendet. Oben bei E hat der Pendel zwei am Ende einer leicht biegsamen Stahlfeder befestigte Platinknöpfchen, welche den zum Zink führenden Leitungsdrath nur dann berühren, wenn der Pendel nach dieser Seite hin ausschwingt. So wie dies aber geschieht, ist auch Z und K mit einander verbunden und es ist eine vollständige sogenannte Gaußsche Erdbatterie hergestellt; dadurch ist der Pendel plötzlich in einen Elektromagneten verwandelt, und sind nun die Bindungen des Draths so gelegt, daß gegen S zu sich ein Südpol, gegen N zu sich ein Nordpol bildet, so wird der Pendel von der rechten Seite abgestoßen und vom Nordpol auf der andern Seite angezogen. Sowie er dort aber angekommen ist, hat das Knöpfchen die Platte I des Leitungsdraths verlassen; der galvanische Strom ist unterbrochen, und die Drathspirale wieder unmagnetisch; der Pendel muß wieder zurück und erhält, sobald er wieder bei S angekommen ist, den nöthigen Impuls, damit er immer im Gange bleibe.

Ich will hier nur auch anführen, daß Weare die freie Electricität, welche sich in einer Zambonischnen Säule entwickelt, dazu benutzt hat, eine Uruhr mit einer Spiralfeder, und dadurch also die ganze Uhr in Bewegung zu setzen.

So sinreich die ganze Einrichtung auch ist, so ist sie doch wohl wenig oder gar nicht zur Ausführung gebracht, weil man im Elektromagnetismus ein viel einfacheres und zuverlässigeres Mittel gefunden hat.

Nun noch Einiges über die Verfertigung der Uhren im Großen.

Bis 1500 und wohl noch etwas später gab es keine eigentlichen Uhrmacher. Schlosser, Büchsenmacher und andere Metallarbeiter machten auch gelegentlich Uhren.

Unter Franz I. von Frankreich, Mitte des sechszehnten Jahrhunderts, wurden die Uhrmacher zuerst in eine Innung gebracht und erhielten förmliche Statuten. In England geschah dies erst unter Karl I. im Jahre 1631.

Nachdem die Uhren, insbesondere aber die Taschenuhren, sich immer mehr und mehr in Europa verbreitet hatten, und zu einem förmlichen Bedürfniß geworden waren, wurden die großen Fabriken in Locle, Chaur de Fonds und Genf gegründet. Das geschah in der ersten Hälfte des achtzehnten Jahrhunderts durch einen gewissen Daniel Johann Richard, genannt Bressel, geboren 1665 zu Sagne. Er hatte die Uhrmacherkunst rein aus sich selbst erlernt, und legte mit einem Handwerksgeossen Jacob Brandt, Gruyerin genannt, aus Chaur de Fonds, in Locle ein kleines Uhrenfabrikgeschäft an, welches nach seinem im Jahre 1745 erfolgten Tode von seinen fünf Söhnen so erweitert ward, daß zu Locle und Chaur de Fonds allein jährlich 40,000 Taschenuhren, ohne die Pendel- und andere künstliche Uhren zu rechnen, verfertigt wurden.

In den höher liegenden Gegenden Neuchâtel's werden jetzt jährlich 120,000 Taschenuhren verfertigt, wobei etwa 3,500 goldene sind. Der Durchschnittspreis dieser ist 150 Frcs., der der silbernen 15 Frcs. Nun giebt es deren aber noch bei weitem billigere, bis zu 10 und 12 Frcs. herab, ein unbegreiflich billiger Preis für eine Spindeluhr, die, wenn man alle einzelnen Theile, auch die, aus denen die Kette besteht, zusammenschneidet, über 680 Stücke enthält.

Die ganze Schweiz soll jetzt, statistischen Notizen zufolge, 25,000 Menschen mit diesem Industriezweig beschäftigen und für 12 Millionen Francs produciren. Diese Menge von Uhren können nur dadurch zu so billigem Preise hergestellt werden, daß die einzelnen Theile von verschiedenen Arbeitern, und zwar von diesen meist in ihren eigenen Wohnungen, gemacht werden; und doch sollen die guten Arbeiter in Loche sich dabei durchschnittlich auf 1100 bis 1500 Frcs. (300 bis 400 Rthlr.) stehen. In einige verdienen täglich 20 Frcs.

Auch im Jumenthale in der Schweiz ist die Uhrenfabrikation fast der einzige Erwerbszweig der Bewohner. In Frankreich sollen 150,000 Taschenuhren im Lande selbst von Grund auf verfertigt werden, und 200,000, zu denen die einzelnen Bestandtheile aus der Schweiz bezogen werden. An Pendeluhrn allein aber fabricirt Frankreich 300,000. Eine der größeren Fabriken in Frankreich, die Pendel- und Taschenuhren verfertigt, ist die der Gebrüder Japy in Besançon, nahe der Schweizer Gränze, sie beschäftigen 900 Menschen und erzeugen jährlich 12,000 bis 14,000 Duzend Uhrwerke.

Auch in England giebt es ein ganzes Kirchspiel, Clarks-well, nicht weit von London, welches für Uhrmacher- und Goldarbeiter-Industrie der Hauptplatz für ganz England ist. Nach den Censustlisten des Bezirks ist dort jedes zweite männliche Individuum Goldschmied oder Uhrmacher, oder beschäftigt sich mit einer der Unterabtheilungen des letzteren Handwerks.

Ich wende mich nun zur Fabrication der Schwarzwälder Uhren, deren Preis so gering ist, und die dabei doch so sehr viel leisten, etwas, was sich sonst bei einem Fabricat nicht leicht vereinigt vorfindet.

Der Hauptsitz der Schwarzwälder Uhren-Fabrication befindet sich auf der südlichen Hälfte des badischen Schwarzwaldes, zwischen Homberg und St. Blasien, in einer Ausdehnung von etwa fünf Meilen.

Bis zum 17. Jahrhundert lebte das dortige Völkchen nur

von Viehzucht und Ackerbau, führte ein ganz alterthümlich einfach idyllisches Leben, und stand mit der übrigen Welt, man kann fast sagen, in gar keiner Verbindung. Erst die vielen Kriege des 17. Jahrhunderts änderten dieses Verhältniß und brachten nach und nach Industrie zu unsern Schwarzwäldern, als deren Anfang die 1683 vom Abt Paul von St. Peter, in den Wäldern des Pfarrsprengels Neufirch angelegte Glashütte zu betrachten ist. Nun erhandelte einer der Schwarzwälder, die mit dem hier fabrizirten Glase nach Böhmen hinausfuhren, dort eine hölzerne Stundenuhr, welche noch kein Pendel, sondern nur eine Urruhe hatte, die er mit nach Hause brachte. Diese Uhr wurde zuerst von einem Tischler, Lorenz Frei, und einem andern, Namens Kreuz, nachgemacht, ohne daß diese weiter ein Gewerbe daraus gemacht hätten. Das geschah erst Anfang des 18. Jahrhunderts durch Simon Dilger, einem Drechsler aus der Gemeinde Urach, und Franz Ketterer, aus der Gemeinde Schönwald, die als die Patriarchen der Schwarzwälder Uhmacher-Kolonien zu betrachten sind. So einfach ihre Arbeiten waren, fanden sie doch Beifall, und darum legten sich sehr bald viele auf dasselbe Geschäft, so daß in Folge dieser Konkurrenz der Preis dieser Urruhren bald von 3 Fl. auf 50 Kr. fiel.

1730 kam Anton Ketterer auf den Gedanken, einen sich bewegenden Vogel auf der Uhr anzubringen, der durch einen Kuckukruf die Stunden anzeigte. Es sind deren unter dem Namen Kuckuksuhren eine ungeheure Anzahl in aller Welt Enden gekommen, ja sie sind in manchen Gegenden Deutschlands noch heutzutage ein sehr gangbarer Artikel. Es wurden auch bald von den Schwarzwäldern selbst Werkzeuge zu genauere Anfertigung ihrer Uhren erfunden; theils von Friedrich Dilger, dem Sohne des Stifters, bei einem längeren Aufenthalt in Paris von dort mitgebracht. Die zu den Uhren nöthigen Gusswaaren an Rädern, Zeigern, Glocken u. s. w., lieferte erst Solothurn, dann bis in die 60er Jahre Nürnberg.

Im Jahre 1740 kam Mathias Grieshaber in Güttenbach zuerst auf den Gedanken, die Zifferblätter nicht mehr zu bemalen, sondern sie mit illuminirten Kupferstichen besetzen zu lassen; und wie groß der Verbrauch an solchen Uhren schon damals war, kann man daraus abnehmen, daß bald fünf am Orte errichtete Druckerpressen hierdurch allein volle Beschäftigung fanden. Die Schwarzwalder vervollkommneten sich in Kurzem sehr, als Beweis wofür ich nur anführen will, daß ein Mathias Hummel sogar eine Taschenuhr mit Trieb- und Spiralfeder ganz und gar aus Buchsbaumholz anfertigte.

Damit sie auch die Gußwaaren nicht mehr vom Auslande zu beziehen brauchten, richteten sie im Jahre 1760 in Walldau eine Gießhütte ein, welche jährlich allein 40,000 Stück Glocken machte.

Gegen 1775 wurden die Zifferblätter zuerst in der Art, wie wir sie noch heute sehen, gemacht, und etwa 1792 kamen die kleinen jetzt so allgemein beliebten Sorten auf; diese wurden zuerst von einem gewissen Jakob Jakob gemacht und führen deshalb dort noch jetzt den Namen Zweimal Fokle.

An die Verfertigung der Uhrwerke schließt sich im Schwarzwalde auch noch die der Musikwerke, die dort in kaum glaublicher Menge fabrizirt werden, und zwar zu sehr billigen bis hinauf zu den höchsten Preisen. Die besten derselben, von denen vor einigen Jahren eins im Preise von 15,000 Gulden in England für Geld gezeigt wurde, finden in England, Nordamerika und in der Türkei noch heute ihre meisten Abnehmer.

Daß die gewöhnlichen Wanduhren schon seit 100 Jahren durch die Schwarzwalder Hausirer selbst nach Deutschland gebracht worden, wissen wir; aber merkwürdig ist, daß diese schlichten Menschen sich auch damals schon bis nach Schweden, England, Rußland, Spanien, der Türkei und Aegypten, ja bis ins Innere von Asien hineingewagt haben. In den meisten dieser Länder wurden sie sehr gerne zugelassen; aber auch da, wo sie auf Schwierigkeiten stießen, waren sie doch, so treuherzig und

einfach sie auch erschienen, schlau genug, immer zu ihrem vorgesteckten Ziele zu gelangen. So brachten sie z. B. in Schweden, wo man durchaus keine Uhren hineinlassen wollte, nur die einzelnen Uhrtheile hinein und setzten sie erst im Lande selbst zusammen. In Rußland verehrten sie der Katharina II. ein sehr künstliches Uhrwerk, was ihnen die Erlaubniß, in ihrem Reiche Handel treiben zu dürfen, einbrachte. Eben so machten sie es im Jahre 1779 in der Türkei, wo sich auch der Sultan durch eine schöne Uhr bestechen ließ. In neuester Zeit werden Schwarzwalder Uhren, von denen eine ungeheure Menge nach Amerika geht, dort selbst angefertigt. Es sind da Fabriken eingerichtet, in welchen die Räder mit allen Zähnen nicht mehr wie früher geschnitten, sondern gleich fertig gestanzt werden. Sie kommen dadurch so billig zu stehen, daß sie schon mit Vortheil zu uns gebracht worden sind, und vielleicht einmal die wahren Schwarzwalder Uhren, denen sie an Güte gewiß nicht nachstehen, verdrängen werden.

Zum Schluß nun will ich noch auf die erfreuliche Erscheinung hinweisen, daß, so überaus billig die Uhren auch hergestellt werden, man doch überall, wo sie fabrikmäßig gemacht werden, findet, daß die, welche sich damit beschäftigen, einen ganz guten Verdienst dabei haben, nicht wie bei anderen größern Fabrikationszweigen zu einem ungesunden Leben verdammt sind und dabei doch nur kaum so viel verdienen, daß sie und die Ihrigen nicht zu verhungern brauchen. — Der Grund mag wohl darin liegen, daß die Arbeit ganz außerordentlich vertheilt ist, jeder nur einen Theil, den aber auch meistens in seiner eigenen Wohnung, macht; da arbeitet er denn mit den Seinigen fleißig von früh bis spät, weiß aber dabei doch so viel Zeit zu behalten, daß er einen kleinen Garten oder ein Stückchen Feld bebauen kann; das erhält alle gesund und sie gehen jeden Tag wieder mit frischem Muth an ihre Arbeit.

Es wäre wohl gut, wenn diesen Verhältnissen von sachkundigen Männern einige Aufmerksamkeit zugewendet würde;

vielleicht ließe sich ein ähnliches Verhältniß zwischen Arbeiter und Arbeitgeber auch noch in anderen Fabrikationszweigen zu beiderseitigem Nutzen herstellen.

Zum Schluß wollte ich mir noch die Bemerkung erlauben, daß ich mir sehr wohl bewußt bin, Ihre Geduld auf eine harte Probe gestellt zu haben. Der Stoff ist mir aber so unter den Händen angewachsen, daß, wenn ich nur leidlich Genügendes geben wollte, ich mich schon nicht kürzer fassen konnte.



Fig. 15.

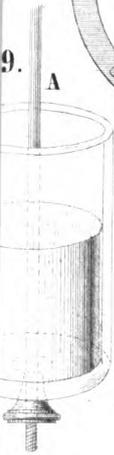


Fig. 19.

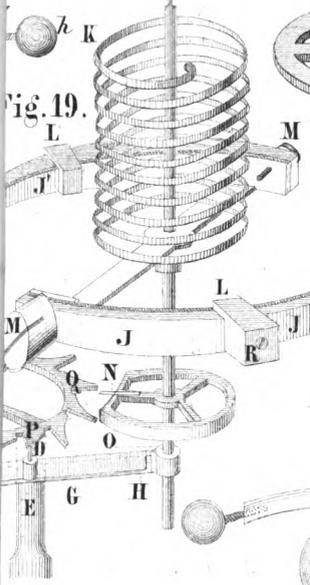


Fig. 18.

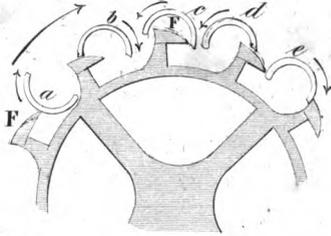


Fig. 17. A

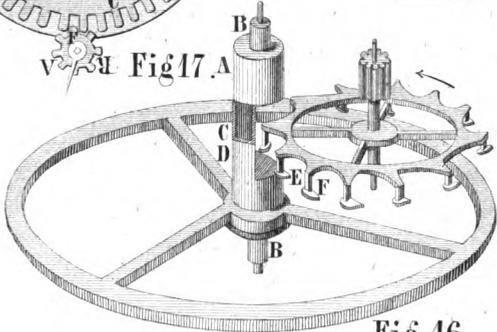


Fig. 16.

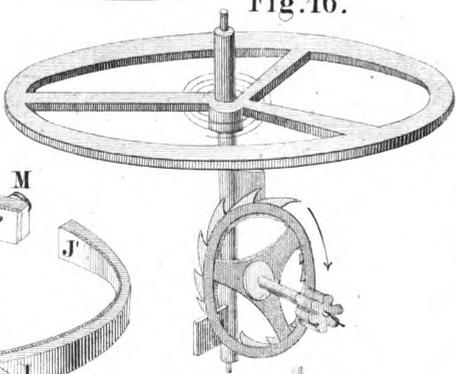


Fig. 13.

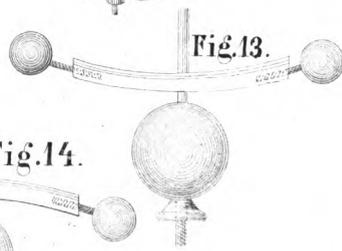


Fig. 14.

