Sechstes Kapitel.

Von den Eingriffen, den Krümmungen der Zähne und von der Reibung der Zapfen des Räderwerkes. Tafel IV und V.

Erster Artikel.

Von den Eingriffen und von der Größe der Triebe.

122. Die Eingriffe der Getriebe einer Uhr erfordern die strengste Genauigkeit; mit schlecht gemachten Eingriffen wirkt die Triebkraft nicht gleichförmig auf den Regulator, und die Uhr weicht ab; die verschiedenen Theile der Uhr werden mehr und schneller abgenutzt, weil eine Uhr, deren Getriebe keine guten Eingriffe formiren, eine allzu beträchtliche Triebkraft erfodert, um den nachtheiligen Einfluß der Reibungen zu überwinden und den Kraftverlust zu ersetzen, der durch die Gebrechen der Eingriffe verursacht wird.

123. Die Eingriffe können entweder durch den Durchmesser der Triebe in Bezug auf die Durchmesser der Räder, oder durch den zu geringen Eingriff der Zähne der Räder in die Triebstäbe, oder durch die Form der Zähne der Räder und Triebstäbe fehlerhaft werden.

1) Wenn der Durchmesser der Triebe zu dem der Räder in keinem richtigen Verhältniß stände, so würden die Räder und Stäbe sich stemmen (im Bogen setzen, s'arc-bouteraient), oder es würde einen Stoß in dem Eingriffe geben, und in beiden Fällen würde Kraftverlust und Ungleichheit in dem Eingriffe entstehen.

2) Wenn der Eingriff zu viel oder zu wenig Tiefe hätte, so würde hieraus Stoß oder Unordnung und Lähmung entstehen, und überdieß Kraftverlust und Ungleichheit in dem Eingriffe statt finden.

3) Wenn die Zähne und Stäbe schlecht geformt wären, so könnte der Gang nicht gleichmäßig sein, und der Regulator würde, wie in den vorhergehenden Fällen, irreguläre Stöße empfangen.

124. Es ist daher sehr wesentlich, den Halbmesser der Triebe dem der Räder gehörig proportional zu machen, den Eindringe- (Eingriffspunct) Punct dieser Getriebe gut zu bestimmen, und den Zähnen und Trieben die Form zu geben, welche geeignet ist, den Eingriff so sanft und gleichmäßig als möglich zu machen.

Von der Größe der Triebe.

125. Der Durchmesser oder Halbmesser eines Triebes verhält sich zum Durchmesser oder Halbmesser des Rades, wie die Zahl der Stäbe des Triebes zur Zahl der Zähne des Rades*). Wenn daher ein Rad von 50 Zähnen und zwanzig Linien Durchmesser in einen Trieb von 10 Stäben greift, so muß der Durchmesser des Triebes 4 Linien sein, denn

$$50 : 10 = \frac{20 \times 10}{50} = 4.$$

*) Hier ist vom Hauptbalbmesser die Rede, wie man in der Folge sehen wird.

Indessen weicht die Größe oder der Durchmesser der Triebe ein wenig nach der Zahl der Zähne der Räder ab, wie man in der Folge sehen wird; in der Ausübung findet man leicht Mittel, diese Größen zu bestimmen, und vorzüglich erreicht man die erforderliche Genauigkeit mittels des Proportionalzirkels des Herrn Preud'homme. Dieses eben so sinnreiche als nützliche Instrument gewähret sehr große Vortheile; die von Herrn Preud'homme zu Genf erschienenen praktischen Betrachtungen über den Eingriff, zeigen vollkommen den Gebrauch dieses Instrumentes, welches in den Händen aller Künstler und Uhrmacher sein sollte, eben so sein Memoire, welches ein sicheres und scharfsinniges Verfahren enthält, sich der Vollkommenheit eines Eingriffes zu versichern.

Dieß sind die Regeln, welche man gewöhnlich in der Ausübung befolgt, um die Größe der Triebe zu bestimmen.

Ein Trieb von 16 Stäben muß einen Durchmesser haben, welcher der Oeffnung einer Triebwelle gleich ist, die nach der äußern Seite der Zähne des Rades geschätzt, 6 volle Zähne umfaßt.

Ein Trieb von 15 Stäben,	muß einen Durchmesser haben, der ein wenig weniger als 6 volle Zähne oder ein wenig mehr als 5 Zähne und die Spitze des Sechsten mit inbegriffen faßt.
Ein Trieb von 14 „	soll 6 Zähne über die Spitzen gemessen haben.
Ein Trieb von 12 „	„ 4 Zähne und die Spitze des Fünften, oder was dasselbe ist, 4½ Zähne fassen; für die Pendeluhren giebt man dem Durchmesser eine Oeffnung von 5 vollen Zähnen.
Ein Trieb von 10 „	soll 4 volle Zähne fassen.
Ein Trieb von 8 „	soll 4 Zähne über die Spitzen, weniger dem vierten Theil einer Zahnzwischenweite sein; für die Pendeluhren 4 Zähne über die Spitzen.
Ein Trieb von 7 „	soll ein Wenig weniger als 3 volle Zähne, für die Pendel 3 volle Zähne und das Viertel einer Zahnzwischenweite fassen.
Ein Trieb von 6 „	soll 3 Zähne über die Spitzen, für die Pendel 3 volle Zähne fassen.

Wenn die Räder von Trieben geführt werden, so müssen letztere einen etwas größern Durchmesser haben.

Zweiter Artikel.

Von der Form der Zähne.

126. Die den Zähnen zu gebende vortheilhafteste Form gehörig machen zu lernen, ist es nothwendig, hier die Eigenschaften der Cycloïde und Epicycloïde auseinander zu setzen. Die Cycloïde ist eine krumme Linie, welche durch einen Punct des Umfanges eines Kreises beschrieben wird, indem derselbe auf einer geraden Linie oder einer Ebne sich bewegt. Siehe Tafel IV, Figur 3. Da der Kreis A auf B D sich bewegt, so beschreibt der Punct E, des Kreisumfanges die Linie oder die Cycloïde B E. Die Länge von B D ist dem Umfange des Kreises A gleich. Die Epicycloïde wird durch einen Kreis beschrieben, welcher auf einem Theile des Umfanges eines andern Kreises sich bewegt, siehe Tafel IV, Figur 4. Indem der Kreis A auf C M D sich bewegt, wird der Punct E die Epicycloïde C E' D beschreiben. Wenn A innerhalb in der Kreislinie sich bewegte, so würde ein auf seinem Umfange genommener Punct noch eine solche Epicycloïde beschreiben, wie G E' H. Dieselbe krumme

Linie würde beschrieben werden, wenn A a einen Durchmesser hätte, der der Entfernung von E bis P, statt dem Durchmesser E F gleich wäre. Die auf der converen Seite des großen Kreises beschriebene Epicycloïde C E D heißt die **obere Epicycloïde**; diejenige, welche in der Concavität des großen Kreises erzeugt wird, wird die **untere Epicycloïde** genannt.

127. Wenn der Durchmesser des Erzeugungskreises E, Fig. 4, die Hälfte vom Durchmesser des großen Kreises wie K N wäre, und derselbe innerlich in demselben großen Kreise sich bewegte, so würden die verschiedenen Puncte des Kreisumfanges K O N die Linie F K J beschrieben, während daß K O N innerlich in dem großen Kreise eine Umdrehung machte.

Es ist leicht, sich von dieser Wahrheit zu überzeugen, indem man in ein Kartenblatt einen Kreis von der Größe F K J C schneidet, und indem man in diesem Kreise einen andern Kreis von der Größe K O N gehen macht; denn dann sieht man wie ein Punct K, auf dem Umfange K O N genommen, den Durchmesser des großen Kreises durchläuft. Diese Wahrheit läßt sich mathematisch so beweisen: da der Durchmesser des kleinen Kreises oder K N die Hälfte von dem des großen Kreises ist, so muß die Hälfte des Umfanges von K O N dem vierten Theile des Umfanges des großen Kreises T P gleich, oder gleich N J sein. Der Punct K befände sich in F, wenn die Bewegung des Kreises K N die Länge von N F wäre, und der Punct N würde sich in beiden Fällen in K befinden. Wenn jetzt der vierte Theil des Kreises K O N, die Länge des achten Theiles des großen Kreises durchläuft, so wird der Punct O in P, und der Punct K in R sich befinden; denn K O ist gleich R P, weil K O die Sehne ist, welche 90° in K O N entspricht, und R P die Hälfte der Sehne, welche 90° in einem doppelt so großem Kreise als K O N entspricht. Man könnte also dieß für alle Puncte in F J beweisen.

128. Man sieht in Fig. 4, daß O M D dem Umfange des Erzeugungskreises A gleich ist, und wie wir gesagt haben, während A auf C M D sich bewegend, der Punct E die Epicycloide C E D beschreibt. Diese nämliche Epicycloïde würde durch den Punct E beschrieben werden, wenn A sich frei um seinen fest angenommenen Mittelpunct bewegte, und wenn der Kreis C J P F mit dem Papier, auf welchem dieser Kreis beschrieben ist, um seinen Mittelpunkt sich bewegte. Eben so, wenn der Kreis K O N frei um seinen Mittelpunct sich bewegte, während das C F J P, mit dem Papier, auf welchem dieser Kreis beschrieben ist, um den seinigen sich drehte, alsdann würde der Punct K die Linie F J beschreiben.

129. Eine von den Eigenschaften der Cycloïde und der Epicycloïde ist die, daß die Linie, welche man vom Berührungspuncte nach dem beschreibenden Puncte ziehen kann, immer senkrecht auf der krummen Linie ist. Figur 5, Tafel IV, stellt eine durch den Erzeugungskreis A D E beschriebene Cycloïde dar. Der beschreibende Punct E, wie der Berührungspunct A, weicht in jedem Moment während der Bewegung des Kreises auf der geraden Linie A ab; aber, wenn man den Punct A für einen Augenblick unveränderlich annimmt, so daß der Kreis A D E um diesen Punct A ein Wenig sich drehen kann: dann wird der Punkt E den kleinen Kreisbogen E e beschreiben, den wir unendlich klein annehmen wollen, denn alsdann werden die Cycloïde und der Kreis an diesem Theile sich vermischen, und man wird den kleinen Theil E e der Cycloïde als einen unendlich kleinen Theil des Kreises H E G betrachten können. A E ist als Radius senkrecht auf dem Kreise; aber da die Cycloïde und der Kreis nur eine und dieselbe krumme Linie in E e machen, so ist es einleuchtend, daß E A auch senkrecht auf der Cycloïde selbst ist. Man würde dieß für alle Puncte der Cycloïde ebenso als für die Epicycloïde beweisen können.

130. Der Kreis U, Tafel V, Figur 1, stellt ein Rad ohne Zähne dar, und der kleine Kreis N

einen Trieb ohne Stäbe, den man, blos durch Berührung dieser Getriebe, durch das Rad geführt annehmen kann. Man sieht leicht, daß das Rad in diesem vorausgesetzten Eingriff mit aller Kraft wirken wird, weil es auf den größtmöglichen Halbmesser des Triebes und mit einer auf dem Halbmesser senkrechten Kraft wirkt.

Ueberdieß verursacht dieser Eingriff die möglichst geringste Reibung, denn der Eingriff findet blos durch Berührung zweier Puncte und in einer und der nämlichen Richtung statt.

131. Folglich, wenn man die Zähne und Triebe so formen könnte, daß die Räder immer mit gleicher proportionaler Kraft auf die Triebe wirkten, und in einer auf dem Triebhalbmesser immer senkrechten Richtung, so würde man einen so vollkommen als möglichen Eingriff bewirken.

Untersuchen wir für diesen Zweck die Natur des Eingriffs der Zähne in die Stäbe; nehmen wir an, daß der Halbmesser R T ein Triebstab sei; daß die Linie R M S, welche durch den Berührungspunct bei M geht, senkrecht auf P, und daß die Linie S C senkrecht auf R M S sei: dann ist es leicht zu beweisen, daß der auf P T in den Punkt R geführte Trieb, durch R C mit einer Kraft geführt werde gleich derjenigen, welche wir in §. 120 angenommen haben.

132. Wenn das Gewicht Z, welches man mit dem Gewicht Y im Gleichgewicht annimmt, statt auf den Hebel C M zu wirken, auf einen Hebel wirkt, der die Hälfte von C M ist, wie C V, dann ist es einleuchtend, daß die Kraft Z nach den Grundsätzen der Statick um das Doppelte sich vermehren wird; aber wenn der Hebel P X nur die Hälfte von P M wäre, so ist von selbst klar, daß die Kraft von X das Doppelte der von M sein müßte, um mit dem Gewicht Y im Gleichgewicht zu sein: folglich, wenn der Halbmesser C V seine Kraft dem Halbmesser P X mittheilte, Y und Z immer noch im Gleichgewicht sein würden. Dieß würde auch stattfinden, wenn das Viertel oder das Achtel von C M auf den vierten oder achten Theil von P M wirkte, und in allen Fällen, wo der Punct V von C, in denselbem Verhältniß als X von P entfernt ist.

133. In dem Falle, wo das Rad auf den Hebel P R wirkt, und die Linie S M R senkrecht auf P R angenommen ist, kann die Kraft des Rades, welche in der Richtung S M R wirkt, durch die Linie C S dargestellt werden; folglich, da C S zu P R sich verhält wie C M zu P M (indem C S M und P R M ähnliche Dreiecke sind) so wird die Wirkung von S C auf P R gleich der Wirkung von C M auf M P sein.

134. Dem vorgehenden Paragraphen gemäß können wir folgenden Schluß ziehen: daß das Rad dem Triebe eine Kraft mittheilt, welche der §. 130 angenommenen, gleich ist, wenn die Linie, welche durch den Berührungspunct M der beiden Peripherien geht, auf dem Halbmesser des Rades und des Triebes senkrecht, oder senkrecht auf dem Zahne und dem Triebstabe ist.

135. Nehmen wir die Stäbe eines Triebes von der Form A B D F, Figur 2, Tafel V, an, und daß sie in diesem Falle die Form sein wird, welche alsdann mit den Zähnen des Rades C M übereinkommt, damit der Trieb, dem Grundsatz §. 133 gemäß, mit einer stets gleichen Kraft leiten kann. Nach §. 128 sehen wir, daß, wenn ein solcher Kreis, wie C M, einen Kreis von einem viel kleinern Durchmesser wie A B D F leitet, ein Punkt wie D, auf der Ebene des großen Kreises eine Epicycloïde beschreibt. Diese Epicycloïde ist in C D E dargestellt, und indem man die Zähne des Rades nach dieser Form gemacht hat, so wird nach §. 129 der Trieb immer mit gleicher Kraft geführt, was beweist, daß die Linie D M senkrecht auf dem Triebstabe ist.

136. Wenn der Triebstab eine gegen den Mittelpunct des Triebes wie C D Figur 3, Taf. V,

gerichtete Ebene wäre, so sehen wir, daß dieselbe alsdann die Krümmung haben würde, welche für die Zähne des Rades geeignet wäre, damit der Eingriff nach richtigen Grundsätzen geschehe. Beschreiben wir erst den Kreis M D d C, dessen Halbmesser die Hälfte des Haupttriebhalbmessers ist, so daß das erste Rad H M gleichzeitig sowohl den Haupttrieb als auch den M D d C führe, wovon der erste um seinen Mittelpunct C und der andere um den Punct O sich dreht. Durch die Bewegung von M D d C wird nach §. 128 der Punct D auf der Ebene des Rades die Epicycloïde D H O beschreiben. Aus der Geometrie ist bekannt, daß in einem Dreieck, welches den Umfang des Kreises zur Höhe, und den Durchmesser des Kreises zur Grundlinie hat, der dem Durchmesser gegenüber liegende Winkel ein Rechter ist: folglich ist D M senkrecht auf C D. Nach §. 129 ist D M senkrecht auf der Epicycloïde; folglich ist die Linie, welche man vom Berührungspuncte beider Kreise nach dem beschreibenden Puncte, oder, was dasselbe ist, auf den Halbmesser oder den Triebstab ziehen kann, senkrecht auf demselben, nach der §. 130 und §. 131 verlangten Bedingung. Folglich: wenn der Triebstab eine gegen den Mittelpunkt desselben gerichtete Ebene ist, so muß der Zahn des Rades die Form einer Epicyloïde haben, welche durch einen Kreis beschrieben ist, dessen Durchmesser die Hälfte von dem des Triebes ist, und dessen Bewegung durch den Umfang des Rades geschieht.

137. Man wird jetzt sehen, daß der Eingriff zweier Getriebe immer nach den Grundsätzen geschehen wird, wenn die Krümmung des Triebstabes und die des Zahnes des Rades durch einen und denselben Erzeugungskreis beschrieben werden, welcher innerlich in den Haupttrieb geht, um den Triebstab zu beschreiben; und außerhalb auf dem Hauptrade, um den Zahn des Rades zu beschreiben. Man vergleiche Figur 4, Tafel V. Der Kreis D M C ist kleiner als der Haupttrieb A M E, und der Mittelpunkt desselben liegt in der Linie M F. Da der Trieb eine Bewegung von M nach B hat, so wird der Erzeugungskreis eine Bewegung von M nach D haben, und der Punct D wird auf der Ebene des Triebes eine Epicyloïde A D G beschreiben und eine andere Epicycloïde B D H auf der Ebene des Rades, nach §. 128. Diese beiden Epicycloïden werden sich in dem Punkte D berühren, weil sie durch einen und denselben Erzeugungskreis beschrieben sind. Die Linie D wird auf beiden Epicycloïden senkrecht sein, und folglich, indem die Zähne des Rades nach der Form B D H, und die Triebstäbe von der Form A D G gemacht sind, so wird der Eingriff immer mit einer gleichmäßigen Kraft wirken.

138. Nach dem vorhergehenden Paragraphen wird der Triebstab concav, und diese Form bietet in der Ausführung sehr große Schwierigkeiten dar. Die convexe Form ist für Triebstäbe geeignet, und um dieselbe zu erlangen, ist erforderlich, daß der Erzeugungskreis einen viel größern Durchmesser habe, als der Halbmesser des Triebes ist, wie Figur 5, Tafel V. zeigt. M B zeigt das Rad, M A den Trieb und M D den Erzeugungskreis, welcher die Epicycloïde B a D auf der Ebene des Rades beschrieben hat, und eine kleinere Epicycloïde A D E auf der Ebene des Triebes, welche eine convexe Form hat, und für den Uhrenbau anwendbar wird.

139. In den vorhergehenden Paragraphen ist der Eingriff so betrachtet worden, daß die Thätigkeit des Zahnes des Rades auf den Triebstab nur in und nach der Mittelpunctslinie statt findet*).

Da der Eingriff nur von dieser Linie aus statt haben darf, so würde es nutzlos sein, bei der

*) Die Mittelpunctslinie ist die gerade Linie, welche durch den Mittelpunct des Rades und des Triebes geht.

Form zu verweilen, welche für Zähne und Triebstäbe geeignet wäre, damit die Spur (Gang menée) sich bilden könne, bevor der Zahn des Rades und der Triebstab in der Mittelpunctslinie sich befänden. Wir wollen blos bemerken, daß es weniger leicht ist, die Zähne und Stäbe in den geringzähligen Trieben passend zu machen, um die Spur vor der Mittelpunctslinie zu vermeiden, als in den vielzähligen Trieben. Es folge hier der Beweis.

D A, D B und D C, Figur 6, Tafel V, sind drei Ebenen eines Triebes von 8 Stäben, und diese Ebenen sind durch die Zähne des Rades M N geführt. Nehmen wir nun das Rad von einem 5 Mal so großen Durchmesser als den des Triebes, so wird folglich die Anzahl der Zähne 5 Mal so groß als die der Triebstäbe sein; ein Zahn mit seinem Zwischenraum wird 9 Grade halten, denn 360° dividirt durch 40, welches die Zahl der Zähne des Rades ist, ist = 9; folglich faßt B E 9 Grade. Indem man wirklich aus E eine Epicycloïde beschreibt, welche A D in G berührt, und indem man die gegenüberliegende Seite des Zahnes von der nämlichen epicycloïdischen Form macht, sieht man, daß man genöthiget ist, damit der Zahn hinreichenden Raum habe, den Triebstab bis H B zu entfernen, und dieser wird also sehr geschwächt sein. Um den Stab nicht so weit entfernen zu dürfen, würde man den Zahn bis J K verkleinern können; aber in diesem Falle würde die Spitze F des Zahnes, in dem Moment als B L in der Mittelpunctslinie sich befände, nicht auf A D wirken; aber B L würde schon vor die Mittelpunctslinie B D geführt sein.

Indessen in der Ausübung gelangt man dahin, sehr gute Eingriffe mit den Triben von 8, und selbst von 7 und 6 Stäben zu machen, indem man die Zähne und die Stäbe auf die vortheilhafteste Art abrundet, und indem man für diesen Zweck den Eingriffsversuch vor dem Härten des Triebes in dem Eingriffswerkszeug macht, um nach Erfordern den Triebstäben nachzuhelfen, bis die Spur so sanft und gleichmäßig als möglich wird.

140. In den Kamm- oder Kornrädern sind die Zähne parallel, und in diesem Falle darf die Form nicht epicycloïdisch sein, sondern cycloïdisch, damit die Spur gleichförmig sein könne; aber die Uhren, von denen in diesem Werke gehandelt wird, werden ohne Kammräder sein, welche weniger angewendet werden, als in den Uhren mit Unruherad.

141. Man sieht leicht, wie wenig möglich es ist, in der Ausübung den Zähnen und Stäben eine sehr genaue Form zu geben; indessen der routinirte und geschickte Arbeiter nähert sich derselben in der Ausführung sehr viel: aber das sicherste Mittel, die Eingriffe so vollkommen als möglich zu machen, ist, viele Zähne zu nehmen; denn die Spur wird weniger lang, und die Kraft wird gleichförmiger fortgepflanzt. Die durch vielzählige Getriebe formirten Eingriffe verursachen weniger Reibung, und eine so eingerichtete Uhr verträgt auch einen stärkeren Regulator als eine andere Uhr mit wenigerzähligen Trieben und mit derselben Triebkraft.

142. Nach §. 130 und den folgenden Paragraphen unterscheidet man in den Trieben zwei Halbmesser, nämlich den Haupt- und den ganzen Halbmesser. Der Ueberschuß des Haupthalbmessers und der gesammte Haupthalbmesser formiren den ganzen Halbmesser. Der Ueberschuß des Haupthalbmessers ist der abgerundete Theil der Zähne und Stäbe. In sehr vielzähligen Getrieben wird dieser Ueberschuß viel kleiner als in denen, welche geringzählig sind, so wie wir schon bemerkt haben, daß die Größe der Triebe ein wenig nach der mehr oder weniger großen Anzahl Zähne der Räder abweicht.

Was die Triebe mit wenig Stäben anlangt, so ist es zweckmäßig, daß sie viel Licht haben; ein Trieb von 6 Stäben muß nothwendig $\frac{2}{3}$ Licht und $\frac{1}{3}$ Masse haben, und in dem Maaße als die

Zahl der Stäbe zunimmt, können die Triebe fettere Stäbe und weniger Licht bekommen. Die Zähne der Räder, welche geringzählige Triebe führen, müssen größer sein als diejenigen, welche in vielzählige Triebe greifen.

Es ist fast unnöthig, zu erwähnen, wie wichtig es ist, daß die Zähne unter sich, sowohl ihrer Größe als ihrer Entfernung nach, vollkommen gleich sein, und daß ihre Enden oder ihre Spitzen vom Mittelpuncte gleich entfernt seien; dasselbe gilt auch von den Triebstäben. Die Härte und Politur der Triebe mildert die Reibung der Eingriffe und die Leichtigkeit der Räder mindert den durch die Trägheit verursachten Widerstand.

Dritter Artikel.

Von der Reibung der Zapfen des Räderwerks.

143. Es ist sehr wichtig, die Reibung der Zapfen des Räderwerkes auf die möglichst kleinste Größe zu bringen, und sie constant zu machen, damit die Triebkraft mit aller denkbaren Gleichmäßigkeit auf den Regulator übergetragen werden könne, was nothwendig ist, damit derselbe die Schwingungsbogen so viel als möglich von der nämlichen Größe behalten könne. Die Reibung der Zapfen entsteht vom Druck der Triebkraft und von dem Gewicht der Räder. Die Getriebe, welche der Triebkraft am nächsten sind, erfordern starke Zapfen, damit dieselben genug Festigkeit haben und die Löcher weder benagen noch erweitern, was die Reibung vermehren und zugleich den wahren Eingriffspunct verändern würde. In dem Maaße als die Räder von der Triebkraft entfernt sind, müssen die Zapfen einen kleinern Durchmesser haben, weil die Zapfen weniger Druck und mehr Geschwindigkeit als die ersten Getriebe haben, und weil es nothwendig ist die Reibung beinahe zu vernichten, welche sonst die Kraft absorbiren würden, welche zur Unterhaltung der Bewegung des Regulators auf die Hemmung übergehen soll.

144. Die Zapfen müssen hart, rund und gut polirt sein; ihre Längen flach, nicht zu groß, und ihre Enden gut arrondirt sein, damit dieselben das Stück, welches sie trägt, nicht benagen. Die Löcher müssen rund sein, gut geebnet und nicht größer als die freie Bewegung des Zapfens, mit Oel umgeben, erfordert. Ihre Seiten müssen den Zapfen parallel sein, damit dieselben in allen Puncten ihrer Länge den Druck des Zapfens tragen. Die Löcher in Messing oder Gold müssen hinreichend gehämmert sein, damit ihre Pores genugsam geschlossen sind, um eine zu schnelle Abnutzung zu verhindern. Es ist gut, wenn die Vertiefungen für das Oel groß genug sind, um eine hinreichende Menge Oel zu fassen, damit dasselbe nicht zu bald austrockne, und durch die Vermischung der erhabnen abgenutzten Theile des Metalles nicht dick werde. Die Schrägen oder Unterdrehungen (ûgerons), welche bei den Triebstäben sind, sind konisch, aber so, daß der stärkere Theil den Zapfen näher sei; denn so hält sich das Oel am Zapfen durch die Attraction an, und sucht nicht in die Triebstäbe einzugehen, wie es häufig der Fall ist, besonders in den zu flachen Uhren, wo diese Vorkehrung vernachlässiget wird. Was die Zapfen des Hemmungsrades anlangt, so ist es geeignet, sie in Löchern in Stein gehen zu lassen, und die Enden gegen Scheitelplatten aus Stein oder Stahl tragen zu lassen. In Betreff dieses Getriebes befolgt man die nämlichen Regeln, welche in Beziehung auf die Reibung der Zapfen des Regulators, §. 74 im zweiten Kapitel angezeigt worden sind.

Bemerkung. Es möchte scheinen, daß nichts geeigneter wäre, die Reibungen starker Zapfen des Räderwerkes zu vermindern und sie constant zu machen, als Löcher in Stein. Indessen die Erfahrung hat hinreichend gelehrt, daß es sehr nachtheilig ist, die Zapfen des Kettenrades, des Minuten oder großen Mittelrades und des kleinen Mittelrades in Löchern in Stein gehen zu machen. In allen Uhren, wo dieß statt hat, sieht man gewöhnlich die starken Zapfen mehr oder weniger, nachdem sie einige Jahre gegangen sind, beschädiget, während die feinen Zapfen der Hemmung, welche in Stein gehen, sich vollkommen erhalten. Es ist daher nicht allein mehr als hinreichend, sondern sogar vorzuziehen, das Kettenrad, das große und kleine Mittelrad in Löchern in Messing oder Gold gehen zu machen; man kann daher sehr wohl die Zapfen des Secundenrades in Messing oder von nicht mehr als 18 karatigem Golde gehen lassen.

Siebentes Kapitel.

Von der Hemmung im Allgemeinen. — Beschreibung der ruhenden Hemmung mit dem Doppelrade, Duplex genannt. — Beschreibung der Hemmung mit dem Anker oder mit der Gabel. Tafel VI, VII u. VIII.

Erster Artikel.

Von der Hemmung im Allgemeinen.

145. Die Hemmung ist derjenige Theil einer Uhr, welcher gewöhnlich die Kraft durch das Räderwerk auf den Regulator überträgt (man sehe §. 7); die Hemmung ist es, welche den Bewegungs-Verlust ersetzt, den der Regulator durch die Reibung seiner Zapfen und durch den Widerstand der Luft erleidet: sie zählt auch die Anzahl der Schwingungen des Regulators.

146. Die Hemmungen sind sehr verschieden, und kein Theil des Uhrenbaues hat den Scharfsinn so sehr in Anspruch genommen als die Hemmungen; und die Gelehrten und Künstler haben in dem letzten Jahrhundert in der Untersuchung der Mittel gewetteifert, welche geeignet sind, diesen wichtigen Theil der Taschenuhr möglichst vollkommen zu machen. Indessen sind die wahren Verbesserungen nur allmälich und langsamen Schrittes gemacht worden, und es hat viele Arbeit und Versuche gekostet, um die Vollkommenheit der bessern Hemmungen unserer Tage zu erreichen.

147. Die Hemmungen lassen sich auf folgende vier Classen zurückführen:

1) die rückfallenden Hemmungen;
2) die ruhenden Hemmungen;
3) die freien einfachen Hemmungen;
4) die freien Hemmungen mit constanter Kraft oder gleichem Gange.

Die rückfallenden Hemmungen, welche die ältesten sind, sind immer noch in dem gewöhnlichen Uhrenbau allgemein in Anwendung, denn sie gewähren den Vortheil, daß sie sich leicht ausführen lassen, wenig kostspielig sind und kein Oel erfordern, welches macht, daß eine mit dieser Hem-