

allen Präzisionsuhren ist die Wellenendluft aller Wellen auf ein Mindestmass zu verringern.

Der Uhrmacher bedenke immer vergleichsweise, dass jeder Uhrenteil ein Glied an einem lebenden Körper darstellt, und dass allgemeines Wohlbefinden nur davon abhängt, dass jedes Glied dieses Körpers sich schmerzlos, frei und gesund bewegen, und seine Funktion zum Wohle des Ganzen verrichten kann. Dazu ist der Uhrmacher der Arzt der kranken Uhr, dass er sie mit dem kranken Menschen vergleiche, in gewissenhafter Weise die Fehler suche, und sie so behebe, dass er unter keinen Umständen dem Organismus schade, und vorhandene gute Teile verstümmele, um kranke Teile zur Funktion zu bringen.

Es gehört zur Ausführung einer anvertrauten Reparatur ein klarer Kopf, sicheres Wissen, ein eiserner Wille, gutes Werkzeug und das Nichtscheuen eines Opfers an Mühe und Zeit, wenn es gilt, ein gutes Resultat zu erreichen. Mit ruhigem Gewissen kann der einen hohen Preis für seine Arbeit fordern, der seine Kunst in diesem Sinne beherrscht, und jeder Fachmann wird ihm im Streitfalle recht geben und hierin beistehen.

Kehren wir wieder zu unserer Reparatur zurück, so haben wir nach vollendeter Zapfenarbeit an der Hemmung unser Hauptaugenmerk auf den Gangradseingriff zu richten. Es ist selbstverständlich, dass Trieb und Welle genau rundlaufen müssen. Wir haben zu untersuchen, ob durch langes Gehen das Gangradtrieb eingeschlagen ist. Ist dies der Fall, so begnüge man sich nicht mit der gefundenen Tatsache, sondern betrachte die Stelle des Einschlags genauer. Es kann vorkommen, dass sämtliche Zapfen und Zapfenlöcher tadellos instand sind, dass das Bodenrad glatten, scheinbar guten Zahnschnitt hat, dass ferner das Gangradtrieb gut poliert und hart ist, dass aber trotzdem die Triebstäbe tiefe Einschlagspuren zeigen? Woran liegt das? und wie finden wir die Ursache dieses Fehlers?

Die mathematischen Gesetze der Zykloidverzahnung stellen Rad und Trieb als zwei aufeinander rollende Körper dar, welche Spuren von Abnutzung bei richtiger Ausführung nicht zeigen werden. Abnutzung entsteht nur durch Reibung, und zwar, wie Sie soeben vernommen haben, durch den natürlichen Feind jeder gesunden mechanischen Wirkung, die eingehende Reibung. Wir müssen also suchen, welcher Körper hier die eingehende Reibung verursacht, denn, ist das Trieb zu gross, so erzeugt sie die Triebwälzung, hat das Rad zu dünne Zähne und dadurch zu kurze oder gar falsche Zykloiden, dann ist das Rad daran schuld; ja, es können beide Teile fehlerhaft ausgeführt sein und in beständigem Kampfe gegeneinander liegen. Durch ein Naturgesetz in der Metallurgie ist erwiesen, dass weiche Metalle stets harte Metalle angreifen, nicht aber umgedreht. Es lässt sich das dadurch erklären, dass die Struktur weicher Metalle mikroskopisch poröser und aufnahmefähiger für molekulare Fremdkörper ist, während harter polierter Stahl das Eindringen solcher Fremdkörper nicht gestattet, und infolgedessen werden die harten Körper immer die angegriffenen, nicht aber die Angreifer sein. Man wird, um dem Uebelstande abzuhelfen, jetzt eine Berechnung des Eingriffes vornehmen, gehe aber nie von einem anderen Grundverhältnisse, als von der vorhandenen Eingriffweite aus, um sich das Umfütern der Zapfenlöcher nebst ihrer Plantierung zu ersparen. Dann stelle man fest, ob die Eingriffweite in beiden Platinen gleich ist. Ist dies nicht der Fall, so ist ein Fehler gefunden, der jede genaue Regulierung der Grahamhemmung ausschliesst. Der Eingriff wird je nach der Veränderung der Wellenlage in ihrer Endluft tiefer und seichter werden, mit anderen Worten, es wird fortwährend die Kraftzufuhr des Hemmungsimpulses schwanken, und somit der Isochronismus der Pendelamplitude in Frage gestellt sein. Bei Abänderung dieses Kardinalfehlers plantiere man immer mit Richtplatte und Reissnadel von der genau horizontal liegenden Welle aus, und schaffe durch Blindfütern des einen Zapfenloches eine genaue Parallelage beider Wellen. Ein Eingriffzirkel genügt hier keineswegs, weil die Horizontallage der Wellen nur mit Richtplatte und Reissnadel zu finden ist. Je nachdem die Verzahnungsberechnung falsche Verhältnisse eines Teiles ergibt, wird man nun ändern, bzw. den kranken, unpassenden Teil ersetzen müssen. Triebe ausschleifen und Radzähne dünner wälzen, sobald Zahnbreite

und Lücke gleich sind, ist und bleibt Stümperei und wird nie zu einem Resultat führen. Ich glaube, dass das Kapitel über Verzahnungen ein dankbares Thema für einen anderen Vortrag bildet, über den zu bestimmen, ich Ihnen überlasse, weil es mich jetzt zu weit von unserer Betrachtung ablenkt.

Ist der Eingriff in Ordnung gebracht und die Zapfenarbeit in allen Punkten gut erledigt, dann betrachten wir uns die kranke Hemmung mit dem tief eingeschlagenen Anker. Ungefähr kann man wohl sehen, ob früher Ruhe- und Hebeflächen tatsächlich gestimmt haben. Wir wissen durch das Vorhergesagte, dass durch das wechselweise Wirken der Ruhe- und Hebeflächen ein- und ausgehende Reibung stattgefunden hat. Je nach der Vibration der Pendelfeder, welche um so stärker ist, je näher die Gabelführung dem Achsenmittelpunkte des Ankers liegt, zeigen sich mit der Länge der Zeit Spuren der Abnutzung an den Hebeflächen, auch an den Ruheecken, die um so stärker und breiter sind, je roher die Gangradzahnschneiden bei ihrer Herstellung gelassen wurden. Betrachten wir solche eingelaufenen Rinnen auf den Hebeflächen unter dem Mikroskop, so finden wir alle Rauheiten unpolierter Zahnschneiden im Negativ wieder, die mit ihren feinen, mit Ackerfurchen, um einen starken Vergleich zu gebrauchen, ähnlichen Rinnen, die Reibeflächen linear verdreifachen, und somit dem Steigrade die dreifache Kraft rauben. Es wird erklärlich, dass hierdurch ein Moment eintreten muss, wo der Reibungswiderstand die Rotationskraft des Gangrades überwiegt, und die Uhr versagt ihre Funktion. Dieser Punkt ist ein weiterer Hauptpunkt der Gangreparatur. Die Ankerklauen müssen genau flach, spiegelglatt, und mit Hochglanzpolitur versehen werden. Man vergewissere sich, dass die Hebeflächen richtig stehen, d. h. dass die beiderseitige Ruhe gleich $\frac{1}{2}$ Grad ist, wenn die Ankerhebekreise sich in richtiger Lage zur Gangradperipherie befinden, und prüfe, ob die vorderen Zahnflächen der Gangradzähne richtig unterschritten sind. Wenn sie richtig unterschritten sind, dann liegt auf der inneren Ruhe nur die Zahnschneide des Gangrades auf, nicht aber Fläche auf Fläche. Bei Anfertigung von Gangrädern für Hemmungen über $6\frac{1}{2}$ Zahn beträgt dieser Unterschneidungswinkel genau 12 Grad. Hat er mehr Grade, dann wird der Gangradzahn im Grunde zu dünn, hat er weniger, dann liegt nicht die Spitze auf Ruhe, sondern die Ruhecke der inneren Ankerklaue arbeitet mit eingehender Reibung an der Zerstörung der Gangradzahnschneide. Abzuändern ist dieser Fehler nur durch Neuanfertigung eines Gangrades unter Bezugnahme auf den falschen Winkel der Vorderfläche. Jedes Feilen an den Teilungsflächen eines Grahamgangrades verdirbt dessen absolute Genauigkeit. Wohl zu beachten ist, dass dieser Fehler nur an der Innenruhe zur Geltung kommt, und, dass der Unterschneidungswinkel sich konstruktiv je nach der Spannweite des Ankers verändert.

Mir ist ein Fall bekannt, dass man eine Turmuhr mit einem 2 Sekunden schwingenden Pendel von etwa 9 m Länge in eine Sekundenuhr umgebaut hat, angeblich, weil sie nicht reguliere. Nun waren Gangrad und Anker der vorigen Hemmung noch vorhanden, beides betrachtete ich mit hohem Interesse, weil mir der Fall höchst unglaublich erschien. An diesem Gangrade waren nicht nur die Unterschneidungswinkel zu klein, es hatte sogar die innere Ruhecke durch eingehende Reibung eine kleine Fläche an jeder Zahnschneide erzeugt. Den Erfolg kann man sich denken. Es liegt klar auf der Hand, dass durch den Uebelstand beide Ruhebogen und beide Hebeflächen an der Richtigkeit ihrer Funktion verhindert waren, zumal, da man noch obendrein die Zahnschneiden breit und eckig gelassen, also nicht abgerundet hatte. Zum Glück hat niemand die Schildbürgerkur dieses Kunstuhrenbaues bemerkt. Die Gemeinde hat den Uhrmacher schwer bezahlt und im grossen ganzen als ausgezeichneten Künstler anerkannt — nur ich nicht! — was natürlich verschwiegen blieb.

Kehren wir nach dieser kleinen Ablenkung zu unserer Hemmung zurück, so nehme man nunmehr die Ankerklauen vorsichtig, ohne den Anker und die Schrauben zu verletzen, heraus und spanne sie in die Polierkluppe. Diese Kluppe bestehe nur aus zwei Messingbacken, die durch drei kräftige Schrauben verbunden sind. Hauptsache ist an ihr, dass die Flächen, aus denen