

ein feines Präzisionswerk nur einem guten, erfahrenen Gehilfen mit bestem Werkzeug in die Hand geben, während der jüngere Gehilfe die Ansprüche bei einer Durchschnittsuhr durchaus erfüllen wird.

Eine große Gefahr liegt hier beim Alleingehilfen, der alle vorkommenden Arbeiten ausführen soll. Trotz besten Willens wird ihm mangels Erfahrung und Übung eine schwierige Arbeit nicht immer gelingen. Man sollte derartige Arbeiten von einem geeigneten Spezialarbeiter ausführen lassen.

Ist jeder Uhrmacher gewohnt, seine Reparaturen sorgfältig und gewissenhaft der Uhrqualität entsprechend ausführen zu lassen, damit er sie mit vollem Vertrauen

dem Kunden zurückgeben kann, dann wird er auch den Mut haben, für seine gute Arbeit den gerechten Lohn zu fordern. Den Reparaturpreisen sollten die entstandenen Kosten an Löhnen und Furnituren zugrunde gelegt werden. Die heute noch vielfach üblichen Durchschnittspreise, bei denen die gute Reparatur den Ausfall bei unlohnenden Reparaturen decken soll, führen dazu, daß der Besitzer einer guten Uhr, der sie seinem Uhrmacher regelmäßig zur Pflege übergibt, den Schaden trägt. Diese Kunden sind die wertvollsten. Sie sollten durch angemessene, genau kalkulierte Reparaturpreise entschädigt werden. Wer seine Uhr zuschanden laufen läßt, muß die Kosten tragen. (I/336)

## Zykloiden- oder Evolventenverzahnungen in Uhren?

Von Fachlehrer H. Grenda (Schwenningen a. N.)

*Die Eingriffsverhältnisse an Zykloiden- und Evolventenverzahnungen werden untersucht und die Unterschiede herausgestellt. Es wird hierbei mancher Eingriffsvorgang geklärt, dem selbst mit Hilfe der Lupe nicht auf den Grund zu kommen war. Wir hoffen, daß die Uhrmacherei mit diesem in mehreren Fortsetzungen erscheinenden Artikel einige Anregungen erhält, die sie bei ihren zur Zeit durchgeführten Arbeiten an dem Problem der Verzahnungswahl verwerten kann. Durch Verwendung der Evolventenverzahnung in der Taschen- und Armband-uhr mittlerer Qualität könnten die Gangresultate dieser Uhren verbessert werden.* (2. Fortsetzung)

In dem in Nr. 5 und Nr. 6 der UHRMACHERKUNST erschienenen I. und II. Teil wurden die Eingriffsverhältnisse bei der Zykloidenverzahnung untersucht. Die Größe der Eingriffswinkel und des Nachfalls dreier verschiedener Paare von Zahnformen wurde in einer Tabelle festgelegt. Es wurde dann auf die Größe der Fehler, auf die Kräfteverhältnisse, auf die Schwankungen des Lagerdrucks und auf die Reibung der Zahnflächen aufeinander eingegangen. Die folgende Fortsetzung bringt den ersten Teil der gleichen Untersuchungen für die Evolventenverzahnungen.

### Die Evolventenverzahnung

Bisher pflegte man der Evolventenverzahnung in der Uhrmacherei sehr wenig Beachtung beizumessen, aber durch ihre ganz erheblichen Vorteile gegenüber der Zykloidenverzahnung findet sie durch die Herstellung auf geeigneten besonders konstruierten Maschinen immer mehr Anwendung. Im Maschinenbau wird sie heute fast ausnahmslos und in der Feinmechanik bereits in überwiegendem Maße angewendet. In den folgenden Abschnitten wird auf die Bewegungs- und Kraftübertragung, Lagerbeanspruchung durch Druck und Zahnreibung ähnlich wie bei der Zykloidenverzahnung eingegangen werden.

*Welche Voraussetzungen sind nötig, wenn zwei Evolventenräder einwandfrei zusammenarbeiten sollen*

Es soll vorher aber einiges über die Konstruktion und Herstellung der Evolventenverzahnung gesagt werden. Die Konstruktions- und Zeichenatlanten bringen meistens nur die Erzeugung einer Evolvente durch Abwälzen einer Geraden auf einem Kreise und als Weiteres eine Evolventenverzahnung, bei der man die Erzeuger- oder Grundkreise proportional zu den Teilkreisen eingetragen und darauf durch Abwälzen der Geraden die Verzahnung konstruiert hat, wobei die Eingriffslinie durch die an beide Erzeugerkreise anliegende, abzuwälzende Gerade gebildet wird. Es gibt aber noch eine andere Erklärung der Zahnentstehung, deren Grundlage vollkommen das gleiche ist, nur gewinnt sie durch die Verkörperung der Geraden in ein Werkzeug ein sehr anschauliches und verständliches Bild. Wenn, wie bereits gesagt, für die Erzeugung einer Zahnprofilkurve nur eine Gerade und keine Bedingung für das mit diesem Profil zusammenarbeitende Gegenprofil erforderlich ist, kann man also ein Rad mit jedem

anderen Rade gleicher Teilung von einer noch zu besprechenden Mindestzähnezahl an bis zu einer unendlich großen Zähnezahl zusammenarbeiten lassen. Nun ist ein Rad mit einer unendlich großen Zähnezahl eine Zahnstange.

In Abb. 17 ist der spielfreie Eingriff zweier Räder mit 18 und 20 Zähnen dargestellt. Hinter dem 18er Rade ist gleichzeitig ein Rad mit unendlich vielen Zähnen, also eine Zahnstange, gestrichelt eingezeichnet, die ebenfalls mit dem 20zähligen Rade in Eingriff steht. Bei dieser Zahnstange ist gleichfalls wie beim Rade Zahnstärke gleich Lückenbreite, und setzt man voraus, daß  $a$  gleich  $b$  und  $c$  gleich  $d$  ist, so muß das Zahnprofil gleich seinem unausgezeichneten Gegenprofil sein, kann also an Stelle des Gegenprofils auch mit dem 18zähligen Rade in Eingriff treten. Dadurch bildet die Zahnstange für beide Räder das gemeinsame Bezugsprofil. Bei diesen Zahnstangen ist nun allerdings nicht das Zahnspitzenspiel berücksichtigt worden. Lassen wir diese Forderung für Zahnbreite, Kopfhöhe und Lückentiefe frei, so genügen zwei Profile vollständig unserer Anforderung eines einwandfreien Zusammenarbeitens, wenn sie in der Teilung und dem zwischen der auf der Zahnflanke errichteten Senkrechten und der Profilmittellinie eingeschlossenen Winkel  $\alpha$ , der die Bezeichnung Grundwinkel führt, übereinstimmen.

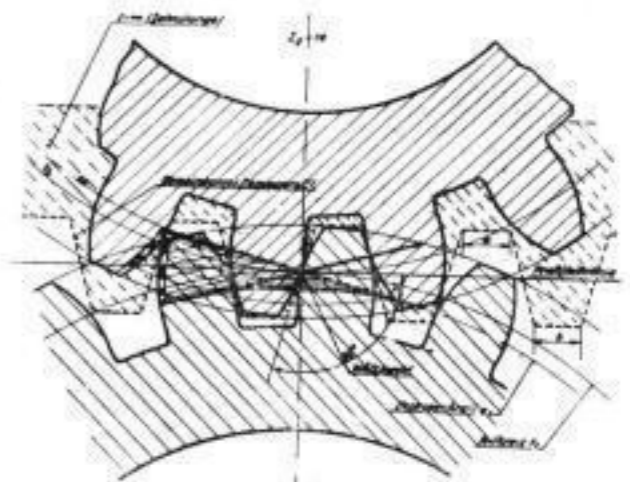


Abb. 17

Dadurch bildet die Zahnstange für beide Räder das gemeinsame Bezugsprofil. Bei diesen Zahnstangen ist nun allerdings nicht das Zahnspitzenspiel berücksichtigt worden. Lassen wir diese Forderung für Zahnbreite, Kopfhöhe und Lückentiefe frei, so genügen zwei Profile vollständig unserer Anforderung eines einwandfreien Zusammenarbeitens, wenn sie in der Teilung und dem zwischen der auf der Zahnflanke errichteten Senkrechten und der Profilmittellinie eingeschlossenen Winkel  $\alpha$ , der die Bezeichnung Grundwinkel führt, übereinstimmen.

Im Maschinen- und Großapparatebau pflegt man den Eingriffswinkel  $\alpha = 20^\circ$  (DIN-Vorschlag) zu verwenden. Für Feinmechanik und Apparatebau hat man dagegen mit der  $15^\circ$  Evolventenverzahnung weit bessere Erfahrungen gemacht. Bei letzterem System ist es möglich, mit der Zahnzahl bis zu acht Zähnen, unter Umständen sogar bis zu sieben Zähnen, herunterzugehen. Da nun mein Bestreben dahin geht, die Verwendung der Evolventen-