

In dem Dreieck O' O A ist der Winkel bei O gleich $\frac{\beta_1}{2}$. Rollen nun Teilkreise von Rad und Trieb ohne Gleiten aufeinander, so wird Punkt A auf den Punkt A₁ des Triebteilkreises übertragen, es ist A = B A₁, d. h.

$$r \cdot \frac{\beta_1}{2} = r' \cdot \epsilon_1 \text{ oder}$$

$$\epsilon_1 = \frac{r}{r'} \cdot \frac{\beta_1}{2} = \frac{z}{z'} \cdot \frac{\beta_1}{2}$$

Aus diesen Formeln 1, 2, 2a können wir also die Eingriffsdauer ϵ berechnen.

Der Überdeckungsgrad η ist das Verhältnis dieses Winkels ϵ zum Teilungswinkel des Triebes

$$\eta = \frac{\epsilon}{t}$$

Er muß mindestens 1 sein. Ist er kleiner als 1, so hat man Nachsicherheit von 20%, so daß dann $\eta = 1,20$ sein muß.

Aufgabe 18. Anwendung der vorstehenden Formeln auf Laufwerksgetriebe $z/z' = 40/6$ und $80/12$ bei spitzgewälztem Trieb.

Wir lösen diese Aufgabe durch Tabellenrechnen.

Dabei ist $\text{tg } \epsilon_2 = \sqrt{R_1} = \sqrt{\frac{Z_1}{N_1}}$
 $\text{tg } \frac{\beta_1}{2} = \sqrt{R_2} = \sqrt{\frac{Z_2}{N_2}}$

Z		lg Z		N		lg N	
f	f'	lg f	lg f'	$z + \frac{z}{2} + f$	$\frac{z}{2} - f$	$\lg(z + \frac{z}{2} + f)$	$\lg(\frac{z}{2} - f)$
z + f	z' + f'	lg(z + f)	lg(z' + f')	$z + \frac{z}{2} + f$	$\frac{z}{2} - f$	$\lg(\frac{z}{2} - f)$	$\lg(\frac{z}{2} - f)$
1,300 41,300	0,262 6,262	0,11394 1,61595	0,41830-1 0,79671	44,300 26,262	1,700 19,738	1,64640 0,29045	1,41932 1,29531
1,705 81,705	0,314 12,314	0,23172 1,91225	0,49693-1 1,09040	87,705 52,314	4,295 39,686	1,94303 0,63296	1,71862 1,59864

lg Z ₁	lg Z ₂	lg R ₁	tg ϵ_2	$\frac{\beta_1}{2}$	ϵ_2	ϵ_1	t	η
lg N ₁	lg N ₂	lg R ₂	tg $\frac{\beta_1}{2}$	$(\frac{\beta_1}{2} \cdot z)$	ϵ_1	ϵ_2	t	η
1,72989 1,87685	0,21501 2,71463	9,85304 7,50038	9,92652 8,75019	3° 13' (64° 20')	40° 11' 21° 27'	61° 38' = 61,63°	60°	1,03
2,14397 2,57599	0,58733 3,31726	9,56798 7,27007	9,78399 8,63504	2° 28' (49° 20')	31° 18' 16° 27'	47° 45' = 47,75°	30°	1,50

Über das Schema dieser Tabelle zu sprechen, erscheint überflüssig. Wer die Aufgabe nachrechnet, wird den Sinn der Anordnung erkennen. Natürlich kann er sie auch etwas anders wählen, aber allzuviel Spielraum bleibt nicht, denn Zahlen, die addiert oder subtrahiert werden sollen, wird man wohl auf jeden Fall untereinander schreiben wollen. Es möchte dem Leser dringend empfohlen werden, diese Rechnung für recht viele Getriebe durchzuführen. Man lernt dadurch nicht nur rechnen, sondern erhält auch einen wertvollen Einblick in das Wesen dieser Verzahnung, die sonst in den Büchern über Verzahnung immer recht stiefmütterlich behandelt wird, weil sie in der Mechanik kaum noch angewendet wird. Und doch ist sie für Uhren und auch oft für Instrumente noch unentbehrlich.

Zu den beiden hier berechneten Getrieben möchten wir sachlich nur noch zweierlei erwähnen:

Bei beiden ist die Eingriffsdauer vor der Mittellinie ungefähr halb so groß wie die hinter der Mittellinie, was bei den Getrieben der Uhrmacherei ja erwünscht ist.

Beide haben dieselbe Übersetzung (20 : 3). Während aber bei dem groben Getriebe (40/6) der Überdeckungsgrad nur die unzulängliche Sicherheit von 3% hat, hat das feine Getriebe eine sehr weitgehende Sicherheit von 59% statt der verlangten 20%.

Mit diesen wenigen Beispielen wollen wir uns begnügen. Wer sie mit Verständnis und Sorgfalt durchgerechnet hat, wird nun auch in der Lage sein, anderen Problemen mit dem Rüstzeug der Rechnung zu Leibe zu gehen. Unsere Beispiele haben gezeigt, daß die Technik des trigonometrischen Rechnens ziemlich einfach ist. Selbstverständlich ist Sicherheit im logarithmischen Rechnen und im Aufschlagen der Tafelwerte notwendig. Die eigentliche Schwierigkeit beim Lösen von Aufgaben liegt aber auf einem anderen Gebiet, nämlich darin, daß man den Weg der Rechnung findet, d. h. wie man sich geschickt die nötigen Stücke heranholt, um die gesuchten zu erhalten. Dieser Weg muß in jedem einzelnen Fall gesucht werden; ein Rezept dafür kann man nicht geben. Ich nehme aber an, daß der Leser, der die vorgelegten Beispiele gewissenhaft nachgerechnet hat, sich dabei ein beachtliches Maß dieser Geschicklichkeit erworben hat.

Und nun noch ein Wort über die Notwendigkeit dieses Rechnens. Es bedarf keiner Erörterungen darüber, daß es im Konstruktionsbüro unerlässlich ist. Aber auch allgemein wird dadurch der tiefere Einblick in die geometrischen und mechanischen Zusammenhänge sehr erleichtert und die Erkenntnis befestigt. Gewiß können wir oft mit Erstaunen feststellen, wie tief die alten Meister ohne diese Rechnung nur an Werkbank und Zeichenbrett in diese Zusammenhänge eingedrungen sind. Ihr ungeheuer fein entwickeltes Einfühlungsvermögen hat ihrem geistigen Auge Dinge erschlossen, die sie mit leiblichen Augen überhaupt nicht sehen konnten. Aber das soll für uns anderen keine billige Ausrede sein; denn einmal ist nicht jeder von uns ein solch gottbegnadeter Meister, und zum anderen ist kein Zweifel daran, daß jene Meister, wenn sie heute lebten, sich in ihrem unersättlichen Forschungsdrang auch die heute zur Verfügung stehenden Hilfsmittel des Rechnens in weitestem Umfang nutzbar machen würden.

In jedem Falle, ob Meister oder Geselle, ob Erfinder oder Nachgestalter, ob auf fachlichem oder wirtschaftlichem Gebiet, in jedem Falle gilt: Mit Rechnen kommt man weiter als ohne Rechnen.

Härteprüfverfahren für Schmucksteine

Härteprüfungen an Schmucksteinen sind ein heikles Kapitel, besonders wenn die Steine gefaßt sind. Sie erfordern außerdem sehr viel Übung, die man sich am besten an eigenen „Handstücken“ erwirbt, denn die Deutung der Härte ist nicht immer ganz leicht. Als sogenannte Härteskala genügt für unsere Prüfungen die allgemein anerkannte „Mohssche Härteskala“, die wie folgt abgestuft ist:

Härte 1 Talk,	Härte 6 Feldspat,
„ 2 Gips,	„ 7 Quarz,
„ 3 Kalkspat,	„ 8 Topas,
„ 4 Flußspat,	„ 9 Korund,
„ 5 Apatit,	„ 10 Diamant.

Alle unsere Schmucksteine fügen sich in diese Skala ein, die nur roh, jedoch für unseren Zweck recht brauchbare Unterscheidung zuläßt.

Wir beschaffen uns nun durch eine Mineralienhandlung einige Steine nach dieser Härteskala, und dann kann das Prüfen losgehen. Wir ritzen mit dem zu prüfenden Stein die uns bekannten Prüfsteine (Härteskala), und zwar fangen wir mit dem weichsten an; sobald er nicht geritzt wird, haben wir die gleiche Härte. Ritzt nun der Stein die Prüfsteine und wird vom nächststärkeren Prüfstein selbst geritzt, so haben wir eine Zwischenstärke; z. B.: der Skapolith ritzt Apatit (Härte 5), wird aber selbst vom Feldspat (Härte 6) geritzt, folglich hat der Skapolith den Härtegrad 5 1/2.

Noch bequemer und praktischer geht es mit der ebenfalls durch Mineralienhandlung zu beschaffenden „Taschenhärteskala“, das sind Metallstäbe, die an beiden Enden mit konisch geschliffenen Enden der betreffenden Härte versehen sind.

Bei einiger Übung kann man die Prüfskala entbehren oder durch härteres Material ersetzen: Steine bis zum Härtegrad 2 einschließlich

werden vom Fingernagel geritzt. Kupfermünzen haben die Härte 3 (Bernsteinprobe), Taschenmesserklingen haben die Härte 4 1/2, Hartglas 5 1/2 und Stahlfeilen Härte 6.

Die Mohssche Härteskala hat den Nachteil der ungleichmäßigen Abstufung. Neben dieser gibt es noch andere Härteprüfverfahren, einige seien hier kurz besprochen, damit der Uhrmacher und Goldschmied über ihr Wesen unterrichtet ist:

1. „Sklerometer“ (Härtemesser): Die verschiedenen Konstruktionen bestehen im wesentlichen aus einem gleicharmigen Hebel, dessen eine Seite einen Stahlstift (oder eine Diamantspitze) trägt, welcher durch Gewichte belastet werden kann. Unter dem Stahlstift (bzw. der Diamantspitze) wird der Prüfstein in der zu untersuchenden Richtung waagrecht fortgeschoben, nachdem die Spitze derart belastet wurde, daß sie einen feinen Riß erzeugt. Das Gewicht wird in Härte umgerechnet.

2. Das „Bernhardt-Verfahren“ untersucht mikroskopisch den Widerstand gegen das Eindringen einer Diamantspitze in den Prüfstein. Aus der Seitenlänge des Eindrucks in den Stein und dem aufgewendeten Druck errechnet man die Härte. Sehr kleine Unterschiede sind feststellbar.

3. Das „Rosiwalsche Abnutzungsverfahren“: Man schleift den zu untersuchenden Stein mit einer abgewogenen Menge Schleifpulver (Schmirgel, Karborund oder Diamant) bis zur Unwirksamkeit des Schleifpulvers; der am Stein eintretende Gewichtsverlust wird in Härte umgerechnet. Bei einem angenommenen Härtegrad 1000 für Korund (Rubin) hat der Topas 194, Quarz 175, Kalkspat 5,6, Talk 0,04, der Diamant dagegen 140 000.

Aber auch diese Methoden ergeben stark abweichende Werte, so daß die „Mohssche“ Härteskala immer noch maßgebend ist.

Karl Heinz Orbach.

