gleichen Geschwindigkeit geschieht wie vorhin bei den Friktionsscheiben A und B. Es ist nun sofort klar, daß diese Bedingung nur dann erfüllt wird, wenn die Form der Zähne nach gewissen Regeln gebildet ist, und dies ist Sache der Zahnconstruktionslehre. Diese giebt uns an, wie wir den Zahn zu formen haben, damit die nunmehr gedachten Kreise A und B bei Drehung der Zahnräder ohne Gleitung aufeinander rollen.

Solche aufeinander rollende Kreise, welche jedes Räderpaar hat, nennt man Theilkreise.

### Die allgemeine Verzahnung.

Die allgemeine Verzahnung lehrt, wie bei gegebenen Zahnprofil des einen Rades dasjenige für das zugehörige Rad zu bestimmen ist. Hierzu hat man viele Verfahrungsweisen. Wir wollen deren jedoch nur zwei, welche einfach und gebräuchlich sind, kennen lernen.

I. Fig. 21. O Mittelpunkt, T Theilkreis, A B C Zahnencurve des gegebenen Rades, $O_1$ Mittelpunkt, $T_1$ Theilkreis, B D die zu suchende Zahncurve des zugehörigen Rades.

Man lege die gegebene Curve so, daß ihr Theilkreispunkt in den Berührungspunkt B der Theilkreise T und $T_1$ fällt, so ist B schon ein Punkt der gesuchten Zahncurve. Um nun einen zweiten Punkt 4 zu bestimmen, der bei Rollung der Theilkreise mit Punkt 2 zusammenfallen soll, was zu geschehen hat, sobald die Theilkreispunkte 1 und 3 in Berührung kommen, ziehe man 2—1 normal zur gegebenen Curve, mache hierauf den Bogen $B_3 = B_1$, den Winkel $P_{34}$ gleich Winkel $O_{12}$, mache ferner $3 - 4 = 1 - 2$, so ist 4 der gesuchte Curvenpunkt. So fahre man fort, bis man eine genügende Anzahl Punkte gefunden, die miteinander verbunden die gesuchte Zahncurve B D geben.

Curvenpunkte, welche so gelegen sind, daß ihre Normale den zugehörigen Theilkreis nicht trifft, wie z. B. der Punkt 5, sind unbrauchbar für den gegebenen Theilkreis. Man müßte in solchen Fällen den Theilkreis T vergrößern, oder die Curve umändern. Je nach der Beschaffenheit der gegebenen Curve, können die zugehörigen Spitzen, Schleifen, Spiralen, überhaupt unausführbare Formen erhalten, ohne deßhalb geometrisch unrichtig zu sein.

II. Fig. 22. Abgekürztes Verfahren (nach Poncelet.)
A B C gegebene Zahncurve des Rades T.
D B E gesuchte Zahncurve des Rades $T_1$.

Man trage auf beiden Theilkreisen T1 und T von B aus gleiche Bogenstücke $B_1$—12—23— u. s. w. und Ba—ab—bc— u. s. w. ab, beschreibe aus 1, 2, 3 u. s. w. mit der Länge der Normalen zur gegebenen Zahncurve aa—bb—cc— u. s. w. Kreisbögen, so berühren diese das gesuchte Zahnprofil D B E.

### Die cycloidische Verzahnung. Fig. 23.

Man ziehe die Theilkreise T und $T_1$, lege dann die Erzeugungskreise E und $E_1$ so, daß sie sich in S berühren, nun rolle man nach einer der beiden bei der Cycloiden-Construktion angegebenen Methoden E in T, so beschreibt der Punkt S den hypocycloidischen Bogen Sa, rolle dann E auf $T_1$, so beschreibt der Punkt S den epicycloidischen Bogen Sc. Ferner rolle man $E_1$ in $T_1$, so entsteht der hypocycloidische Bogen Sd, und durch Rollen von $E_1$ auf T entsteht der epicycloidische Bogen Sb.

Es ist nun aSb die Zahncurve des Rades T und cSd diejenige des Rades $T_1$. Es arbeiten also zusammen die Curven Sa und Sc, erzeugt durch E und die beiden Sb und Sd erzeugt durch $E_1$.

Es ist klar, daß die zusammenarbeitenden Curven von den beiden andern ganz unabhängig sind; daraus folgt, daß auch die beiden Erzeugungskreise E und $E_1$ nicht gleich zu sein brauchen. Man mache aber keinesfalls dieselben größer, als die zugehörigen Theilkreisradien R und $R_1$. Ist die auf diese Weise gefundene Zahncurve nicht nach Wunsch ausgefallen, sei sie für die Herstellung unpassend, oder nicht hübsch für's Auge u. s. w., so wähle man einen andern Erzeugungskreis. In den meisten Fällen nimmt man E und $E_1$ gleich groß. Hat man mehrere Räder von gleicher Theilung (unter Theilung die Bogenlänge des Theilkreises von Mitte zu Mitte Zahn verstanden), deren Zähne durch denselben Erzeugungskreis entstanden sind, so können diese sämmtlich durcheinander gebraucht werden, was nicht geschehen darf, wenn die Erzeugungskreise verschieden sind. Solche Räder nennt man Satzräder. Diese finden am meisten Anwendung bei Drehbänken, welche zum Schraubenschneiden eingerichtet sind.

### Dimensionen der Zähne.

Auf dem Theilkreise T, Fig. 24, werden des Theilkreises von Unter Theilung versteht man die Bogenlänge t die Zähne abgetheilt. Mitte zu Mitte Zahn. Gewöhnlich nimmt man:

| | |
|---|---|
| Die Zahnhöhe a über dem Theilkreise | $a = 0{,}3$ t. |
| Die Zahnhöhe b unter dem Theilkreise | $b = 0{,}4$ t. |
| Die Zahndicke c | $c = {}^{19}/_{40}$ t. |
| Die Zahnlücke d | $d = {}^{21}/_{40}$ t. |

Demnach bleibt ein Flankenspielraum zwischen den Zähnen von ${}^{2}/_{40} = {}^{1}/_{20}$ t. Bei sehr feinen Ausführungen macht man den Spielraum noch kleiner, ja man hat jetzt sogar Räderschneidmaschinen, welche Räder mit nur ${}^{1}/_{100}$ der Theilung als Spielraum liefern.

### Aeußere Verzahnung.

In Fig. 25, 26, 27 sind obige Verhältnisse beibehalten, und dabei ist:

Sa hypocycloidischer Bogen, erzeugt durch Wälzen von E in T.
Sb epicycloidischer „ „ „ „ „ $E_1$ auf T.
Sc epycycloidischer „ „ „ „ „ E auf $T_1$.
Sd hypocyloidischer „ „ „ „ „ $E_1$ in $T_1$.

Nimmt man den Erzeugungskreisdurchmesser d so groß wie den Theilkreishalbmesser R, wie dies bei den Trieben Fig. 26 und 27 geschehen ist, so wird der hypocycloidische Bogen Sa radial, resp. gerade, was für die Herstellung vortheilhaft ist, jedoch wird der Zahn, wie dies bei dem Trieb von 6 Zähnen, Fig. 27, besonders auffallend ist, an der Wurzel ziemlich schwach ausfallen.

Nimmt man d kleiner als R, so wird Sa zwar bogenförmig, und dadurch der Zahn stärker, aber es wird dann auch Sc sich mehr zur Mitte des Zahnes neigen, und dadurch denselben oben fast spitz machen.

### Innere Verzahnung.

Fig. 28 zeigt eine innere Verzahnung, also diejenige eines Hohlrades, und dabei ist:

Sa hypocycloidischer Bogen, erzeugt durch Wälzen von E in T.
Sb epycycloidischer „ „ „ „ „ $E_1$ auf T.
Sc hypocycloidischer „ „ „ „ „ E in $T_1$.
Sd epycycloidischer „ „ „ „ „ $E_1$ auf $T_1$.

### Zahnstangen-Verzahnung.

Fig. 29 und 30 zeigen die Verzahnung von Zahnstangen mit Trieb. In Fig. 29 ist:

Sa hypocycloidischer Bogen, erzeugt durch Wälzen von E in T.
Sb epycycloidischer „ „ „ „ „ $E_1$ auf T.
Sc cycloidischer „ „ „ „ „ E auf $T_1$.
Sd cycloidischer „ „ „ „ „ $E_1$ auf $T_1$.

In Fig. 30 ist:

Sa hypocycloidischer Bogen, erzeugt durch Wälzen von E in T.
Sb Evolventenbogen „ „ „ „ $T_1$ auf T.
Sc cycloidischer „ „ „ „ „ E auf $T_1$.
Sd hypocycloidischer „ „ „ „ „ $\frac{T_1}{2}$ in $T_1$.

Die Erzeugung von Sd denke man sich entstanden durch Wälzen eines Kreises von dem halben Durchmesser des unendlich großen Kreises $T_1$ in diesem, so wird Sd Hypocycloide und gerade Linie, welche normal zu $T_1$ steht.

(Fortsetzung folgt.)

---

## Wer gut schmiert, fährt gut.

von Ludwig Breitinger.

Es sind jetzt fast 14 Jahre her, daß Ad. Phillippe sein vortreffliches Buch über die Uhren mit Bügelaufzug veröffentlichte, diese Gattung Uhren haben auch sehr schnell Eingang beim Publikum gefunden, so daß (hier wenigstens) 20% aller Taschenuhren à remontoir anzutreffen sind; dennoch herrscht über den Punkt, welche Aufzugtheile mit Oel versehen werden müssen, die größte Meinungsverschiedenheit, Unwissenheit und Unklarheit. Der beste Beweis dafür sind die vielen Uhren dieser Gattung, welche dem Reparateur zu Gesichte kommen, an welchen der Rost sein zerstörendes Werk geübt hat.

Faßlicher, eingehender und ausführlicher kann ich den Gegenstand