

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Der Maschinenbau

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1862

Allgemeine Methode zur Bestimmung von Zahnflächen

[urn:nbn:de:bsz:31-270970](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-270970)

seine Aufmerksamkeit nur auf das, was in der Nähe der Linie $s A s$ vorgeht, wenn beim Drehen der Räder die Zähne aufeinander wirken, so wird man eine Erscheinung vor Augen haben, wie wenn zwei Stirnräder, deren Halbmesser gleich sind den Seiten $s A$ und $s A$ der Ergänzungskegel auf einander einwirkten. Dieser Schein wäre eine volle Wahrheit, wenn die Dauer des Eingriffs der Zähne unendlich klein wäre, er ist aber nur eine Annäherung, weil diese Dauer des Eingriffs eine endliche ist. Allein weil in der Anwendung die Eingriffsdauer jederzeit nur klein ist, so können wir als praktische Regel aufstellen, dass die Form der Kegelrädierzähne gefunden wird, wenn man eine Stirnräderverzahnung verzeichnet für Räder, deren Halbmesser gleich sind den Seiten der Ergänzungskegel. Dabei kann man je nach Belieben oder je nach Umständen eine oder die andere von den Verzahnungsarten wählen, deren Konstruktion früher angegeben wurde.

Allgemeine Methode zur Bestimmung von Bahnflächen.

Es gibt zwei ganz allgemeine Methoden, nach welchen geometrisch richtige Verzahnungen nicht nur für Stirn- und Kegelräder, sondern auch für solche Räder bestimmt werden können, deren Axen sich nicht schneiden und ganz beliebig gerichtet sind. Diese Methoden sollen nun erklärt werden.

Man denke sich zwei Axen C und C_1 , die einen beliebigen Winkel bilden, sich aber nicht schneiden, versehe eine dieser Axen, z. B. die Axe C , mit einer Zahnfläche F von ganz beliebiger Form und verbinde mit der andern Axe C_1 ein rechtwinkliges Coordinatensystem $O x_1, O y_1, O z_1$, in der Weise, dass die Axe der z_1 mit der Axe C_1 zusammenfällt. Dreht man nun die Axen C und C_1 , so dass das Verhältniss der Winkelgeschwindigkeiten einen constanten vorgeschriebenen Werth hat, so wird die Zahnfläche F um die Axe C und wird das Coordinatensystem um die Axe C_1 herumbewegt, und die Zahnfläche F wird gegen das Coordinatensystem in jedem Augenblick der Bewegung eine gewisse relative Position haben. Denkt man sich nun die Fläche F_1 , welche die Gesammtheit der relativen Positionen der Fläche F gegen das Coordinatensystem umhüllt, so ist dies die Einhüllungsfläche, welche durch die relative Bewegung des Zahnes F gegen das Coordinatensystem $O x_1, y_1, z_1$ beschrieben wird, und diese Einhüllungsfläche F_1 ist offenbar nichts anderes als die dem Zahn F entsprechende Zahnform, mit welcher die Axe C_1 versehen werden muss, damit durch das Aufeinanderwirken der

Zähne F und F_1 , die vorgeschriebene Bewegung hervorgebracht werden kann. Auf diesem Verfahren beruhen einige der früher erklärten speziellen Verzahnungen, namentlich die erste, die zweite und die fünfte. Bei der ersten Verzahnungsart ist die mit der einen Axe verbundene Zahnfläche ein dünner Stift, und die Zahnfläche F_1 ist die Einhüllungsfläche, welche dieser Stift gegen das zweite Rad beschreibt, wenn beide Axen richtig bewegt werden. Bei der zweiten Verzahnung ist die mit der einen Axe verbundene Zahnform F ein gerader radialer Einschnitt, und ist die Einhüllungsfläche F_1 , welche der Einschnitt relativ gegen das zweite Rad beschreibt, eine epicycloidische Fläche.

Bei der fünften Verzahnung ist F ein beliebig krummliniger Einschnitt und ist F_1 die Einhüllungsfläche, welche F gegen die zweite Axe beschreibt.

Auch die Evolventenverzahnung entsteht nach der zweiten der beiden Methoden. Die Evolventenzähne sind nämlich die einhüllenden Flächen, welche durch die relative Bewegung einer Ebene gegen die beiden Räder entstehen, wenn diese Ebene in einer auf die gemeinschaftliche Tangente Tt , Fig. 5, Tafel XVII., stets senkrechten Stellung längs dieser Tangente mit einer Geschwindigkeit fortschreitet, welche gleich ist der Umfangsgeschwindigkeit von k und K . Diese Bildung der Evolventenzähne gibt eine Andeutung zur Konstruktion einer Evolventenzahn-Räderschneidmaschine. Es ist eine Rundstanzmaschine, bei welcher der Meisel nicht nur auf- und niedergeht, sondern gleichzeitig nach gerader Linie (nach der Linie Tt , Fig. 5, Tafel XVII.) fortschreitet, bei jedem Vorrücken des Meisels aber auch das Rad um einen angemessenen Winkel gedreht wird. Für Stirnräder lässt sich diese Idee sehr leicht und sehr solide realisiren, für Kegehräder wird aber diese Maschine so complizirt, dass eine sichere Wirkung kaum erwartet werden dürfte.

Ein zweites ganz allgemeines Verfahren zur Bildung von Zahnflächen besteht in Folgendem:

Man denke sich mit jeder der beiden Axen c und c_1 ein Coordinatensystem verbunden und zwar so, dass die Axe o_z des Coordinatensystems $o_x y z$ mit c und dass die Axe $o_1 z_1$ des Coordinatensystems $o_1 x_1 y_1 z_1$ mit c_1 zusammenfällt.

Man denke sich, dass diese Axen mit dem Coordinatensystem nach dem vorgeschriebenen Gesetz bewegt werden und bewege ferner gleichzeitig eine beliebige Fläche M nach irgend einem Gesetz im Raum fort, so wird M gegen $o_x y z$ wie gegen $o_1 x_1 y_1 z_1$ einhüllende Flächen beschreiben, und diese sind geometrisch richtige Zahnflächen für beide Axen. Da sowohl die Gestalt der Fläche M

als auch das Gesetz ihrer Bewegung ganz willkürlich genommen werden können, so sieht man, dass sich unendlich viele Paare von richtigen Zahnformen finden lassen.

Alle diese möglichen Zahnformen lassen sich in zwei Klassen theilen, nämlich: 1) Verzahnungen, bei welchen sich die Zähne in jeder Position der Axen längs einer geraden oder krummen Linie berühren, und 2) Verzahnungen, bei welchen sich die Zähne in jedem Augenblick ihres Aufeinanderwirkens nur in einem Punkt berühren. Wir heissen diese Verzahnungsarten die erstere Kraftverzahnung, die letztere Bewegungsverzahnung, weil jene Verzahnungsart zur Transmittirung starker Kräfte, letztere aber nur zur Uebertragung schwacher Kräfte gebraucht werden darf. Bei der Kraftverzahnung kommt die ganze Fläche jedes Zahnes in Wirksamkeit, bei der Bewegungsverzahnung jedoch kommen nur die in einer gewissen geraden oder krummen Linie liegenden Punkte der Zahnfläche in Wirksamkeit. Bei der Kraftverzahnung schleifen die Zähne aufeinander und nützen sich ab. Bei der Bewegungsverzahnung rollen die Zähne aufeinander und drehen sich gleichzeitig in jedem Augenblick um eine Axe, deren Richtung in die Normale fällt, welche durch den Berührungspunkt der Zahnflächen geht. Diese Bewegungsverzahnungen verursachen also, theoretisch gesprochen, d. h. wenn man von der Elastizität des Materials abstrahirt, keinen Reibungswiderstand.

Dieses zweite allgemeine Verfahren zur Auffindung von Zahnformen ist von grosser praktischer Wichtigkeit, weil durch dasselbe der Weg vorgezeichnet ist, welchen man zu verfolgen hat, um Maschinen zum Schneiden von richtigen Zahnformen zu construiren. Befestigt man mit der Axe einer Drehbank einen Radkörper K , dreht die Axe mit dem Rade gleichförmig herum, nimmt ferner irgend ein passend geformtes Werkzeug M und bewegt dieses gleichzeitig in einer bestimmten Weise, so wird M sich in das Material des Rades K nach der Einhüllungsfläche F einwühlen. Befestigt man hierauf mit der Axe der Drehbank den Körper K , des zweiten Rades und lässt auf demselben ein Werkzeug M , einwirken, das sich zu M wie eine Schraubenmutter zur Spindel verhält, so wühlt sich auch dieses Werkzeug nach der Einhüllungsfläche F_1 in den Radkörper K_1 ein, und diese beiden Flächen F und F_1 sind richtige Zahnflächen.

Auch die erstere der beiden allgemeinen Methoden kann zum Räderschneiden gebraucht werden und wird auch in der That schon längst angewendet und zwar zum Schneiden von genauen Rädern für endlose Schrauben. Bildet man zwei identische Schraubenspindeln E und S , die eine E aber aus Eisen, die andere S aus Gussstahl,

macht sodann in s Schärfe und Einschnitte, ähnlich wie bei den Schraubenbohrern, nimmt man nun den Körper des Rades κ , legt und drückt das Stahlwerkzeug s an dasselbe und bewegt κ und s so, wie wenn die Schraube das Rad richtig bewegte, so wühlt sich s in den Körper des Rades nach einer Einhüllungsfläche ein; es entsteht am ganzen Umfang des Radkörpers ein Kranz von Vertiefungen und Erhöhungen und wenn man zuletzt das Stahlwerkzeug beseitigt und dafür die Eisenschraube E in den Eingriff bringt, so bewirkt die Drehung derselben die richtige Bewegung des Rades.

Herstellung der Räderzähne.

Was die Herstellung der Räderzähne anbetrifft, so müssen wir theils die Grösse, theils das Material berücksichtigen. In dieser Hinsicht haben wir folgende Räder zu unterscheiden:

- 1) kleine Räder von Messing oder Rothguss,
- 2) kleine Räder von Gusseisen,
- 3) kleine Räder von Schmiedeeisen,
- 4) grössere Räder von Gusseisen mit angegossenen Zähnen,
- 5) grössere Räder von Gusseisen mit eingesetzten hölzernen Zähnen.

Die Zähne dieser Räder werden gewöhnlich auf folgende Weise ausgeführt:

Räder aus Messing oder Rothguss werden massiv gegossen und abgedreht. In diese Radkörper werden die Zähne entweder mit einem Meisel, der die Form der Zahnücke hat, ausgehobelt, oder mit einer rotirenden Fraise, deren Randquerschnitt mit der Form der Lücke übereinstimmt, eingeschnitten. Das erstere Verfahren ist zweckmässig, wenn man nur einzelne Räder anzufertigen hat, das letztere dagegen, wenn eine grosse Anzahl von gleichen Rädern angefertigt werden soll. Der Meisel ist nämlich leicht herzustellen, arbeitet aber langsam, die Fraise dagegen ist sehr kostspielig, arbeitet aber schnell. Statt einer Fraise kann übrigens auch ein rotirender Meissel angewendet werden.

Kleine Räder aus Gusseisen werden mit Modellen aus Messing geformt, und diese Modellräder werden genau so angefertigt, wie im Vorhergehenden beschrieben wurde. Die Modellräder werden nämlich massiv gegossen, abgedreht und mit geschnittenen Zähnen versehen.

Für grössere gusseiserne Räder mit angegossenen Zähnen werden Holzmodelle hergestellt, deren Form mit der des fertigen Rades