

- b) die drehende Bewegung, durch das Rotiren der Erzeugungslinie um die Axe erzeugt;
- c) die centrale Bewegung, durch die Veränderung des Durchschnittspunktes der Erzeugungslinie mit der Axe hervorgebracht;
- d) die Winkel-Bewegung, durch die Veränderung des Neigungswinkels der Erzeugungslinie gegen die Axe veranlaßt.

Man kann diesen vier Bewegungen sehr verschiedene Werthe beilegen, wobei nicht ausgeschlossen ist, daß sie auch den Werth Null annehmen.

Werden drei der Bewegungen gleich Null, so ist die erzeugte Linie eine ebene Kurve, werden zwei der Bewegungen gleich Null, so kann die Kurve eine ebene oder nach Umständen eine doppelt gekrümmte sein. Letzteres tritt ein, wenn die Bewegungen a und b , oder b und d bestehen bleiben. Wenn endlich nur eine Bewegung gleich 0 wird, so ist die Kurve eine ebene, im Fall daß die Bewegung $b = 0$ ist, sonst aber eine doppelt gekrümmte. Da die Bewegungen a und d in einer und derselben Ebene erfolgen, so kann man sie unter Umständen als identisch ansehen. Die passende Kombination dieser vier relativen Bewegungen, die angemessenen relativen Werthe derselben zu einander, und die Sicherheit in ihrer Ausführung, werden also das Problem sein, welches für jene Werkzeugmaschinen zu lösen ist.

Aus dem Gesagten ist ferner ersichtlich, daß man jede Linie unter den Begriff der Spirale bringen kann und daß in der hier entwickelten Theorie der Zusammenhang zu finden ist für viele äußerlich sehr verschiedene Konstruktionen.

Mutter der Spirale.

§ 32. Denkt man eine Spirale und auf derselben einen Punkt, welcher mit ihr so verbunden ist, daß er zwar auf der Spirale gleiten, sich aber nicht von derselben entfernen kann, und ertheilt man dem Punkte durch irgend eine Kraft eine oder mehrere von den Bewegungen, durch welche die Spirale entstanden ist, hindert ihn aber, die andern Bewegungen auszuführen, so muß nothwendig die Spirale die andern Bewegungen machen, wenn sie ihrerseits gehindert ist, den Bewegungen zu folgen, welche der Punkt angenommen hat.

Dieser Satz ist einleuchtend, wenn man erwägt, daß der Punkt stets in der Spirale bleiben soll, also denselben Weg zurücklegen muß, welchen derjenige Punkt der Erzeugungslinie durchlief, durch dessen Bewegung die Spirale entstanden ist, und wenn man bedenkt, daß nur durch die Vereinigung sämtlicher relativer Bewegungen die Spirale hergestellt werden konnte. Es ist auch ersichtlich, daß es nöthig ist, die Spirale zu hindern, der Bewegung des Punktes freiwillig zu folgen, weil sonst beide gemeinschaftlich sich bewegen würden.

Dieser Satz gilt auch umgekehrt, d. h. es wird der Punkt die übrigen Bewegungen machen, wenn man der Spirale eine oder mehre der erzeugenden Bewegungen ertheilt, wenn man ausserdem den Punkt hindert, den Bewegungen der Spirale, die Spirale aber hindert, den Bewegungen des Punktes zu folgen.

Da dieser Punkt während der erwähnten Bewegungen die Spirallinie durchläuft, sie gleichsam von Neuem erzeugt, so nennt man ihn die Mutter der Schraubenlinie. Hat man z. B. eine konische Spirale, welche durch eine fortschreitende, drehende und centrale Bewegung entstanden ist, und giebt man der Mutter die centrale Bewegung, so muß die Spirale rotirend fortschreiten, wenn die obigen Bedingungen erfüllt werden. Giebt man andererseits der Spirale eine fortschreitende Bewegung, hindert sie aber am Drehen und an der centralen Bewegung, so wird die Mutter diese beiden Bewegungen annehmen.

Setzt man den Fall der einfachen cylindrischen Spirale voraus, so ist diese Spirale durch die fortschreitende Bewegung in Verbindung mit der drehenden entstanden. Die Centralbewegung und die Winkelbewegung sind $= 0$.

Hieraus und aus obigem Gesetz folgt für die cylindrische Spirale:

1) wenn man die Mutter feststellt, und der Spirale eine drehende Bewegung giebt, so wird diese letztere zugleich eine fortschreitende Bewegung annehmen.

2) Wenn man die Schraubenlinie feststellt und die Mutter dreht, so wird letztere auch mit der Axe parallel fortschreiten.

3) Wenn man die Mutter dreht, aber am Fortschreiten hindert, so wird die Spirale fortschreiten, wenn sie am Drehen gehindert ist.

4) Wenn man die Mutter geradlinigt fortrückt, aber am Drehen hindert, so dreht sich die Spirale, ohne fortzuschreiten.

5) Wenn man die Spirale dreht, aber am Fortschreiten hindert, so schreitet die Mutter fort, ohne sich zu drehen.

6) Wenn man die Spirale in der Richtung der Axe fortrückt, ohne sie zu drehen, so dreht sich die Mutter, ohne fortzurücken.

Man sieht hieraus, in wie vielfacher Weise die Spirale in Verbindung mit ihrer Mutter zur Abänderung der Bewegung benutzt werden kann.

Schraubengewinde.

§ 33. Die Spirale, welche in dem Mantel eines Cylinders liegt und welche eine konstante Steigung hat, ist für die Befestigungsschrauben die wichtigste und soll bei den folgenden Betrachtungen stets voraus gesetzt werden.

Da man in der Technik die Schraubenlinie nicht als mathematische Linie, sondern nur körperlich ausführen kann, so geht bei der technischen Darstellung die Spirale in einen spiralförmig gewundenen Körper über, welcher das Schraubengewinde (fr. *filet* — engl. *worm*) genannt wird. Denkt man sich eine Spirale und eine ebne Figur, welche mit der Spirallinie einen Punkt gemein hat, und führt man diese Figur auf der Spirale so fort, daß stets derselbe Punkt in der Spirale bleibt und daß die Ebene der Figur die Axe stets unter demselben Winkel schneidet, so ist der Körper, welcher den Weg der Figur darstellt, ein Schraubengewinde.

Nach der Gestalt der erzeugenden Figur pflegt man das Schraubengewinde ein dreieckiges (dreiseitiges) (fr. *filet triangulaire* — engl. *angular-thread*, *triangular-thread*), (Taf. 2. Fig. 4) ein viereckiges (beziehlich quadratisches) (fr. *filet carré* — engl. *square-thread*), (Taf. 2. Fig. 5) ein trapezförmiges, (Taf. 2. Fig. 6) ein kreisförmiges (fr. *filet arrondi* — engl. *round-thread*) (Taf. 2. Fig. 7) etc. zu nennen. Jeder Punkt der Figur beschreibt dabei eine Schraubenlinie, und da die Steigungen aller dieser Spiralen offenbar gleich derjenigen der Grundspirale sein müssen, die Wege aber, welche die einzelnen Punkte vermöge der Drehung beschreiben würden, wenn sie nicht geradlinigt fortrückten, sich verhalten müssen, wie die Abstände der Punkte von der Drehachse, so werden diese verschiedenen Spiralen verschiedene Steigungsverhältnisse (§ 29) haben, in sofern sie von Punkten beschrieben werden, deren Abstände von der Drehachse verschieden sind.