

Berechnung der Spannkraft und des Kraftmomentes einer Zugfeder

Von Oberingenieur Gustav Adolf Krumm (Freiburg i. Schl.)

Fortsetzung der in Nr. 16 veröffentlichten Arbeit „Grundzüge der Theorie der Zugfeder“. Siehe auch Nr. 21: „Berechnung der Federlänge“ und Nr. 24: „Berechnung der Federstärke“.

Da den Uhrmacher nicht nur die Dimensionen der Feder, sondern auch die aus den Größenverhältnissen sich ableitende Zugkraft und ihre Wirkung auf das Räderwerk interessieren, sei einiges darüber festgelegt. Die Zugwirkung einer Feder im Laufwerk ist aber nicht so einfach, daß sie sich ausschließlich aus den Federdimensionen ableiten läßt, sondern muß, da ihre Wirkung am Teilkreis des Feder-

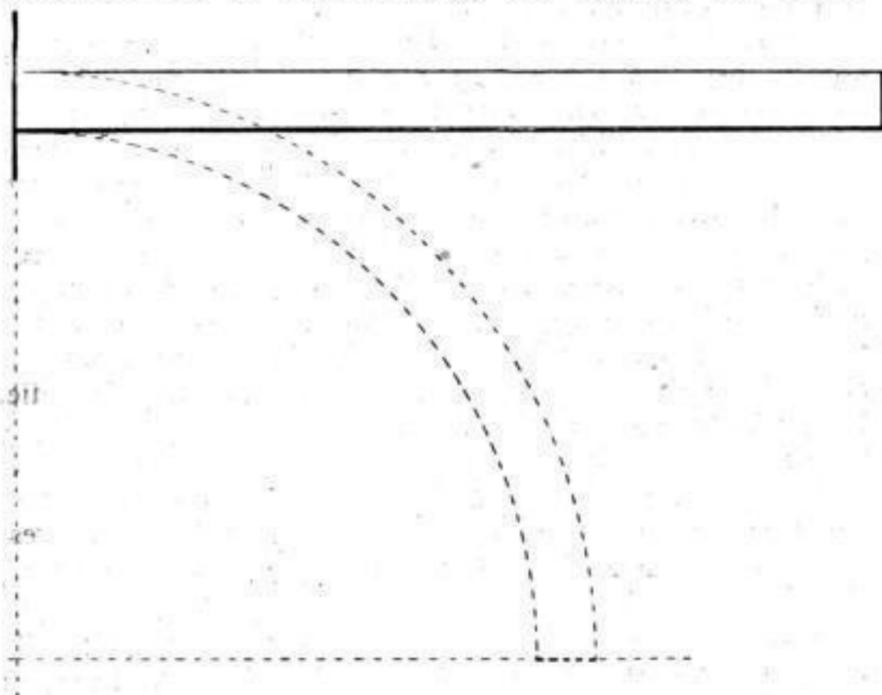


Abb. 2

hauses abgenommen wird, auch durch den Teilkreishalbmesser beeinflusst werden. Wie bei allen Hebelkräften läßt sich ihre Wirkung nur durch das Kraftmoment, das aus beiden Faktoren zusammengesetzt ist, ausdrücken. Man sagt, das Kraftmoment einer Zugfeder ist gleich ihrer Spannkraft mal der Entfernung ihres Angriffspunktes auf das erste Trieb vom Drehungspunkt des Federhauses. Diese Entfernung ist als Hebelarm aufzufassen und wird durch den Teilkreishalbmesser des Federhauses ausgedrückt.

Wird die Spannkraft der Feder mit P , der Radius des Teilkreises des Federhauses mit r und das Kraftmoment mit M bezeichnet, so ist

$$M = P \cdot r.$$

Hier gilt es zunächst die Verhältnisse zu erklären, von denen die Spannkraft der Feder selbst abhängt. Spannkraft besitzt jeder elastische Körper, das heißt jede Materie, die das Bestreben und die Fähigkeit hat, bei einer durch äußere Kräfte hervorgerufenen Aenderung ihrer Form diese wieder einzunehmen, wenn die Kraftwirkung auf sie aufhört. Dieses Zurückgehen in ihre ursprüngliche Form geht nicht ohne Kraftwirkung vor sich, und zwar ist die dabei von dem elastischen Körper ausgeübte Kraft nahezu der Kraft gleich, die zur Formänderung aufgewendet wurde. Ein Verlust an Kraft entsteht nur durch die Ueberwindung verschiedener Widerstände, wie der Trägheit und Reibung der einzelnen Moleküle, aus denen der Körper zusammengesetzt ist, und sofern solche vorhanden sind, durch die Ueberwindung äußerer Widerstände (Reibung) usw.

Die Art und Größe der Formänderung ist daher hauptsächlich bestimmend auf die Stärke der Zugkraft, die eine Feder, die ja ebenfalls ein elastischer Körper ist, ausübt.

Um hierüber klare Vorstellungen zu schaffen, sei zunächst ein Beispiel gewählt. Ein federharter Bandstahlstreifen wird an einem Ende befestigt und das freie Ende derart belastet, daß sich der Streifen in einem Viertelkreisbogen nach abwärts krümmt (Abb. 2). Bei genügender Härte des Streifens wird er sich in seine ursprüngliche gerade Form strecken, wenn die Belastung aufhört. Da der Streifen eine gewisse Materialstärke besitzt und nach der Belastung aus seiner gestreckten Form in die Form eines Viertelkreisbogens übergang, ist zunächst eine Feststellung wichtig, nämlich die, daß vor seiner Formänderung die obere Begrenzungsfläche und die untere gleiche Länge besaßen, und daß nach der Belastung und der aus ihr sich ergebenden Formänderung auch eine Aenderung der Längen der beiden Begrenzungsflächen eingetreten sein muß. In Abb. 2 zeigt die voll ausgezogene Darstellung die gestreckte und die punktiert ausgezogene Darstellung die gekrümmte Feder. Bei elastischen Körpern kann man zweierlei reine Arten von Formänderungen unterscheiden: Die Ausdehnung und die Zusammendrückung. Man macht sich dies am besten klar, wenn man sich einen Gummifaden vorstellt, an dem ein Gewicht angehängt wird. Der Gummifaden wird je nach Schwere des angehängten Gewichtes seine Länge vergrößern; irgendein Gummiklotz, der durch ein Gewicht unter Druck belastet wird, ändert seine Länge insofern, als sie durch die Gewichtsbelastung kleiner wird. Unter Voraugenhaltung dieser Vorstellung werden die Aenderungen am Stahlband untersucht, die durch das Abbiegen eingetreten sind.

Vorerst kann man zur besseren Erkenntnis sich das Stahlband aus einzelnen dünnen Streifen zusammengesetzt denken, deren Stärke jener der übereinander gelagerten Moleküle entspricht und deren Breite diejenige des Stahl-

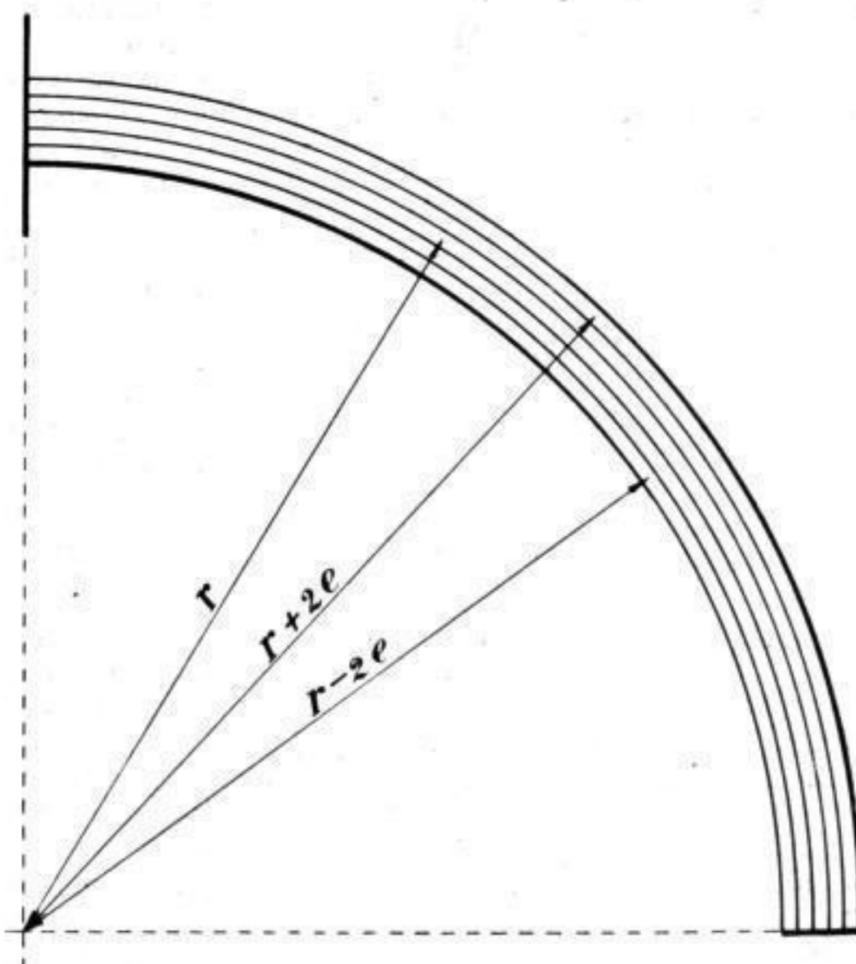


Abb. 3