

Über die Aufbiegung der aufgeschnittenen Unruh bei der Schwingung

Von Georg F. Bley

Auf die Erwiderung des Herrn Prof. Dr.-Ing. H. Bock, die meinen Betrachtungen über obiges Thema in Nr. 3 gleich angefügt war, möchte ich folgendes bemerken: Das Kippmoment der Schraube, das dadurch entsteht, daß sie unterhalb ihres Schwerpunktes einen Antrieb erhält, daß ihr sozusagen der „Boden unter dem Fuß weggezogen“ wird, ist, wie ich zu Anfang meiner Betrachtungen in Nr. 2 ausgedrückt habe, ein oder vielleicht das alleinige Kraftmoment, das das Ende des Unruhreifens nach außen zieht. Herr Prof. Bock macht mich nun darauf aufmerksam, daß die Schraube mit ihrem ganzen Gewicht an dem Hebelarm von der Länge n wirkt und den Reifen beim Punkt a nach außen biegt. Meiner Ansicht nach müßte die Biegestelle eigentlich beim Punkt b (Abb. 1) liegen, also in etwa $\frac{1}{3}$ der Länge des Bogens. Dann sieht der Hebelarm nicht mehr so gefährlich lang aus, als wenn er bis a reicht. Nun bin ich aber weiter der Meinung, daß dies der Hebelarm ist, an welchem die Zentrifugalkraft wirkt, sobald sie in die Erscheinung tritt, d. i. nach Aufnahme der Rotationsgeschwindigkeit der Unruh. Vorläufig haben wir es aber mit einer Unruh zu tun, die sich in Ruhe befindet, allerdings nur während der unglaublich kurzen Ruhepause, die bei jeder Umkehrung der Drehungsrichtung eintritt.

Um das Kippmoment der Schraube mit hohem Kopf gänzlich unberücksichtigt lassen zu können, weil es die Betrachtung nur unnötig kompliziert, habe ich in der Abbildung 2 die gleiche Unruh so gezeichnet, daß an derselben Stelle, wo in der Abbildung 1 die Schraube sitzt, sich ein zylindrisches Massengewicht befindet, dessen Schwerpunkt auf der Mitte des Unruhreifens liegt und deshalb kein Kippmoment hat.

Man muß sich nun vergegenwärtigen, daß die Trägheit als eine Kraft aufzufassen ist, durch die das Gewicht am Unruhreifen in Ruhe und an dem Platze zu bleiben bestrebt ist, an dem es sich in dem Augenblick der Ruhe, d. i. während der Umkehrung der Bewegungsrichtung, gerade befindet. Das Gewicht hat für sich nicht das Bestreben, nach außen zu fliehen, wie es das später durch die Fliehkraft tut. Wenn nun die Gewichtsmasse an ihrem Platz bleiben will, der Unruhreifen und die Unruhschenkel aber durch die Spiralfeder gezwungen werden, die Bewegung in der Pfeilrichtung aufzunehmen, dann muß doch in dem Reifenstück bei dem Gewicht eine Stauchung des Materials eintreten, da es an dieser Stelle auf Schub beansprucht wird. Diese Schubwirkung bewirkt aber an der Hauptbiegestelle des Reifens, ungefähr bei d (Abb. 2), eine Ausbuchtung nach außen. Bei der Drehung nach der entgegengesetzten Richtung entsteht Zugbelastung im Material, und es erfolgt eine Einbuchtung des Reifens. Vermöge seiner Federkraft federt der Reifen sofort, nachdem die Gewichtsmasse Bewegung aufgenommen hat, in seine alte Lage, d. i. in Kreisbogenform zurück, wodurch aber die Massen auch nicht nach außen geschleudert werden, sondern den Weg, den sie durch Trägheit anfänglich verzögerten, nun durch Rückfederung des Reifens nachholen müssen.

Allerdings setzt nun auch ein Biegen der Unruhreifen nach auswärts ein, in der Weise, wie es Herr Prof. Bock in seiner Erwiderung andeutet — aber das ist Fliehkraftwirkung. In Wirklichkeit befinden sich aber schwere Gewichtsmassen nicht so nahe am äußeren Ende des Reifeneinschnittes, als es der Deutlichkeit halber in der Abbildung 2 gezeichnet wurde. Je weiter die Massen vom Einschnitt abgerückt sind, um so weniger kann sich der Reifen in seiner Form ändern,

und die geringe Kraft, die dabei auftritt, wird fast ganz als Schub- oder Stauchwirkung im Reifenmaterial verlaufen. Die Abbildung 3 zeigt dies an einer modernen Nickelstahl-Unruh und läßt auch besonders erkennen, daß da keine langen Hebelarme mehr vorhanden sind, wie es in der Abbildung 1 dargestellt war. Bei den kurzen Reifenbögen wird die tangential wirkende Kraft der Massenträgheit fast nur noch als Schub oder Stauchung im Material verlaufen und kann kaum noch als Durchbiegung des Reifens auftreten.

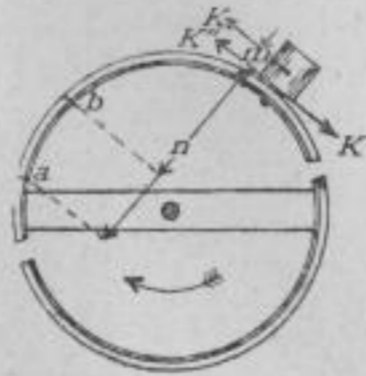


Abb. 1

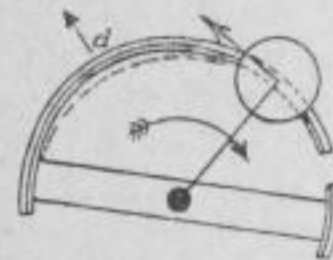


Abb. 2

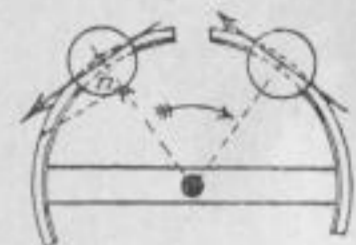


Abb. 3

Aus bisher angeführten Gründen ist meine Ansicht die, daß die Massen durch ihre Trägheit nicht nach außen beziehungsweise nach innen geschleudert werden, außer wenn bei hohen Schraubenköpfen das von mir früher angegebene Kippmoment dahin wirken würde.

Immerhin wird die Massenträgheit, die bei der Umkehrung der Drehrichtung auftritt, eine Verzögerung der Schwingung hervorrufen, weil sie jedesmal einen Widerstand bei den absteigenden Hälften der Schwingungen darstellt, und weil außerdem das Beharrungsvermögen der Massen die aufsteigenden Hälften der Schwingungsbogen vergrößert und dadurch ebenfalls verlangsamt. Dem entgegen steht die Trägheitswirkung, wenn der Antrieb auf die aufsteigende Hälfte der Schwingung fällt, wie es bei den Uhrhemmungen ganz oder teilweise der Fall ist. Im Augenblick des Antriebes, wenn den Massen plötzlich eine größere Beschleunigung zuteil wird, wirkt ihr Trägheitswiderstand beschleunigend auf die aufsteigende Schwingungshälfte. Ob ein völliger Ausgleich der Zeitdauer stattfindet, kann man natürlich nicht nach Gefühl abschätzen, aber die Berechnung des Herrn Prof. Dr. Bock gibt das auch nicht an, da sie den Einfluß der Hemmung unberücksichtigt läßt. Wenn ich sagte, daß der Luftdruck die Wirkung der Trägheit vergrößert, so meinte ich natürlich nicht die Wirkung der Trägheit selbst, sondern die verzögernde oder beschleunigende Wirkung auf die Zeitdauer der Unruhschwingungen, da die Wirkung des Luftdruckes sich zu der Trägheitswirkung addiert, sie somit also vergrößern hilft.

Als vor einer längeren Reihe von Jahren die Phillippschen Gesetze über den Isochronismus bekannt und in einigen wenigen Uhrmacherschulen in den Lehrplan aufgenommen wurden, war der enthusiastierende Eindruck, den die klaren und bündigen mathematischen Entwicklungen machten, sowohl auf die Lehrer, wie auf die nur vereinzelt Schüler, die eine so weitgehende mathematische Vorbildung und hinreichendes Denkvermögen hatten, wohl begreiflich, zumal die langen mathematischen Entwicklungen sich zuletzt in zwei so ungemein einfache Bedingungen auflösten. Hierdurch war es auch denjenigen Uhrmachern, die nicht den mathematischen Entwicklungen zu folgen vermochten, ermöglicht, auf graphischem, zeichnerischem Wege Phillippsche Endkurven zu konstruieren. Es war m. E. durch-