Das Gewicht der Feder ist

$$g = l \cdot h \cdot s \cdot s_g = 1047 \cdot 10 \cdot 0{,}3 \cdot 0{,}00783 = 24{,}6 \text{ g}.$$

Diese Feder bildet bezüglich Kraftäußerung das Vergleichsobjekt für die Ergebnisse der durch nachfolgende Aenderungen einzelner ihrer Dimensionen entstehenden Kraftwirkungen.

Zunächst soll untersucht werden, welche Aenderung der Kraft am Steigradzahn eintritt, wenn die Federstärke mit 0,2 mm angenommen wird, ohne daß sich das Gewicht bzw. das Volumen der Feder ändert. Um dieser Bedingung Genüge zu leisten, ferner, um die Breite der Feder nicht ändern zu müssen, kann man nur ihre Länge größer machen. Um wieviel die Länge der Feder größer werden muß, damit das gleiche Gewicht (Volumen) erhalten bleibt, erfährt man durch nachstehende Formel:

$$l = \frac{g}{h \cdot s \cdot s_g} = \frac{24{,}6}{10 \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}00783} = 1570.$$

Diese längere und dünnere Feder wird eine andere Abwicklungszahl aufweisen als die des 24. Beispieles; es ist deshalb notwendig, vor Berechnung der übrigen Werte die Anzahl der Abwicklungsumgänge zu berechnen. Es ist:

$$n = \frac{0{,}472 \cdot r_1}{s} = \frac{0{,}472 \cdot 5}{0{,}2} = 11{,}8.$$

Von diesen 11,8 Ablaufumgängen wird die Hälfte während des Ablaufes in 24 Stunden verwendet und der Rest bildet die Gangreserve. Die Hälfte wird der einfacheren Rechnung wegen auf 6 abgerundet. Im 24. Beispiel betrug die Umlaufzahl des Federhauses innerhalb 24 Stunden 4 und die Gesamtübersetzung war 3600, nunmehr muß wegen der vergrößerten Umlaufzahl des Federhauses die Uebersetzung auf das Minutentrieb im gleichen Verhältnis verkleinert werden, wie die Umlaufzahl vergrößert wurde; sie ist 24 : 6 = 4. Da es sich bei der weiteren Berechnung nicht so sehr um die Eingriffsübersetzung in das Minutentrieb handelt, als um die Gesamtübersetzung, soll diese für die neuen Verhältnisse passend umgerechnet werden. Es ist

$$i_g = \frac{3600 \cdot 4}{6} = 2400.$$

Bevor das Kraftmoment der neuen Zugfeder berechnet wird, ist der Verdrehungswinkel derselben zu bestimmen, der sich natürlich zufolge der veränderten Ablaufsumdrehungen bzw. der veränderten Windungszahlen, ebenfalls ändert. Die Zahl der Windungen der vollaufgezogenen Feder ist

$$n'' = \frac{\sqrt{\frac{r^2 + r_1^2}{2}} - r_1}{s} = \frac{\sqrt{\frac{15^2 + 5^2}{2}} - 5}{0{,}2} = 30{,}9,$$

und die Zahl der Windungen der frei außerhalb des Federhauses liegenden Feder ist

$$n''' = \frac{n''}{3} = \frac{30{,}9}{3} = 10{,}3 \text{ oder rund } 10.$$

Der Verdrehungswinkel wird dann

$$= (n'' - n''') \, 2 \cdot \pi = (30{,}9 - 10) \, 6{,}28 = 131{,}25,$$

oder wieder abgerundet 131.

Das Kraftmoment der Zugfeder ist

$$M = \frac{E \cdot s^3 \cdot \alpha \cdot h}{12 \cdot l} = \frac{26000000 \cdot 0{,}2^3 \cdot 131 \cdot 10}{12 \cdot 1047} = 21687.$$

Endlich ist der Kraftzug am Steigradzahn unter Berücksichtigung der neuen Gesamtübersetzung

$$P = \frac{M}{R \cdot i_g} = \frac{21687}{15 \cdot 2400} = 0{,}6 \text{ g}.$$

Es ergibt sich somit eine Verringerung der Zugkraft am Steigradzahn gegenüber dem 24 Beispiele von 0,88 — 0,6 = 0,28 g und die Folgerung ist, daß bei Verwendung dünnerer und längerer Federn trotz Verkleinerung der Gesamtübersetzung im Räderwerk eine Minderung des Kraftzuges am Steigradzahn eintritt.

26. Beispiel: Es soll gezeigt werden, in welcher Weise sich der Kraftzug am Steigradzahn ändert, wenn die Feder stärker und kürzer, unter Beibehaltung ihres Gewichtes bzw. Volumens, genommen wird. Für dieses Beispiel soll die Federstärke 0,4 mm betragen. Die Federlänge ist für diese Stärke:

$$l = \frac{g}{h \cdot s \cdot s_g} = \frac{24{,}6}{10 \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}00783} = 793.$$

Die Umdrehungszahl des Federhauses während der Ablaufsdauer ändert sich, da die Feder stärker und kürzer geworden ist. Sie wird aus den gesamten Abwicklungsumgängen berechnet, und zwar sind diese

$$n = \frac{0{,}472 \cdot r_1}{s} = \frac{0{,}472 \cdot 5}{0{,}4} = 5{,}9$$

oder abgerundet 6.

Die Zahl der Umdrehungen des Federhauses während der 24 stündigen Gangdauer beträgt die Hälfte dieser Zahl, somit 3. Die Uebersetzung vom Federhaus auf das Minutentrieb ist 24 : 3 = 8 und die Gesamtübersetzung im Räderwerk

$$i_g = \frac{3600 \cdot 8}{6} = 4800.$$

Auch hier ändert sich der Verdrehungswinkel zufolge Aenderung der Länge und Windungszahl der Feder. Es ist die Zahl der Windungen der voll aufgezogenen Feder:

$$n'' = \frac{\sqrt{\frac{r^2 + r_1^2}{2}} - r_1}{s} = \frac{\sqrt{\frac{15^2 + 5^2}{2}} - 5}{0{,}4} = 15{,}45$$

oder abgerundet 15.

Die Zahl der Windungen der frei außerhalb des Federhauses liegenden Feder ist

$$n''' = \frac{n''}{3} = \frac{15}{3} = 5.$$

Der Verdrehungswinkel bei voll aufgezogener Feder ist

$$\alpha = (n'' - n''') \, 2 \cdot \pi = (15 - 5) \, 6{,}28 = 62{,}8$$

oder abgerundet 63.

Das Kraftmoment der Feder ist

$$M = \frac{E \cdot s^3 \cdot \alpha \cdot h}{12 \cdot l} = \frac{26000000 \cdot 0{,}4^3 \cdot 63 \cdot 10}{12 \cdot 1047} = 83518.$$

Der Kraftzug am Steigradzahn ist unter Berücksichtigung der neuen Gesamtübersetzung:

$$P = \frac{M}{R \cdot i_g} = \frac{83518}{15 \cdot 4800} = 1{,}16,$$

woraus sich ergibt, daß bei Einhaltung gleichen Federvolumens durch Verstärken und Verkürzen der Feder eine Erhöhung der am Steigradzahn wirkenden Kraft erzielt wird.

Die Folgerung ist, daß bei Verwendung kürzerer und stärkerer Federn, trotz Vergrößerung der Uebersetzung im Räderwerk, eine Zunahme des Kraftzuges am Steigradzahn eintritt.

(Fortsetzung folgt.)