

und die Stößelbeschleunigung

$$a = \omega^2 \cdot l_1 \cdot \cos \varphi \quad (7.59)$$

berechnet.

Bei diesem häufig verwendeten Nocken soll der Einfluß des Vornockens bzw. der Rampe mit betrachtet werden. Die Rampe führt zu kleinen Aufsetzgeschwindigkeiten des Stößels auf den Nocken und damit kleinem Stoß nach Überwindung des Ventilspieles. Das Ventilspiel 0,1 bis 0,3 mm ist erforderlich, um Längenänderungen im Ventiltrieb relativ zu den Motorhäuseteilen (Block, Zylinderkopf) bei betriebswarmem Motor auszugleichen. Dieses Spiel darf niemals kleiner null werden, da dann das Ventil nicht mehr vollständig schließt. Liegen die geschlossenen Ventile richtig an ihrem Sitz an, dann erfolgt eine bessere Wärmeabgabe an den Ventilsitz. Schließt das Ventil nicht richtig, kommt es zur Ventilüberhitzung, zur Zerstörung insbesondere der Auslaßventile und zu Ventilschaftabrissen.

Die maximal möglichen Werte der kinematischen Größen für die Rampe können sich mit einem Spiel gleich null bei dem Nockendrehwinkel Φ_0 ergeben (vgl. Bild 7.9).

Es gilt:

$$s_{0\max} = l_0 \cdot (1 - \cos \Phi_0) \quad (7.60)$$

$$l_0 = \overline{M_0 M_G} = \varrho_0 - R_0 \quad (7.61)$$

$$v_{0\max} = \omega \cdot l_0 \cdot \sin \Phi_0 \quad (7.62)$$

$$a_{0\max} = \omega^2 \cdot l_0 \cdot \cos \Phi_0. \quad (7.63)$$

Damit werden die kinematischen Größen auf der Beschleunigungsflanke bei vollem Ventilspiel

$$s = \varrho_{\max} - R_G - l_1 \cdot \cos \varphi - l_0 \cdot \cos (\varphi + \Phi_0). \quad (7.64)$$

Die Strecke l_1 beträgt bei Berücksichtigung der Rampe

$$l_1 = \overline{M_0 M_1} = \varrho_{\max} - \varrho_0 \quad (7.65)$$

$$v = \omega [l_1 \cdot \sin \varphi + l_0 \cdot \sin (\varphi + \Phi_0)] \quad (7.66)$$

$$a = \omega^2 [l_1 \cdot \cos \varphi + l_0 \cdot \cos (\varphi + \Phi_0)]. \quad (7.67)$$

Für $\Phi_1 \leq \varphi \leq \Phi_g$

Für die Nockenspitze erhält man den Stößelhub aus (vgl. Bild 7.14)

$$s = l_2 \cdot \cos (\Phi_g - \varphi) + \varrho_{\min} - R_G \quad (7.68)$$

$$l_2 = \overline{M_G M_2},$$

die Stößelgeschwindigkeit

$$v = \omega \cdot l_2 \cdot \sin (\Phi_g - \varphi) \quad (7.69)$$

und die Stößelbeschleunigung

$$a = -\omega^2 \cdot l_2 \cdot \cos (\Phi_g - \varphi) \quad (7.70)$$

erhält man wiederum durch Ableitung von s und v nach φ .

Vergleicht man verschiedene Nocken unter der Voraussetzung gleichen maximalen Ventilhubes s_{\max} , gleichen gesamten Öffnungswinkels $2\Phi_g$ und gleichen Grundkreisradius, ergeben sich Vorteile für den harmonischen Nocken (Bild 7.15). Setzt man die Fülligkeit der Nockenhubkurve

$$A_D = \int_{\varphi=0}^{\varphi=\varphi_{\max}} s \, d\varphi \quad (7.71)$$

für den harmonischen Nocken $A_D \cong 100\%$, so verringert sich diese beim betrachteten Tangentenocken auf $A_D = 90,5\%$, beim unsymmetrischen Kreisbogenocken mit hohler

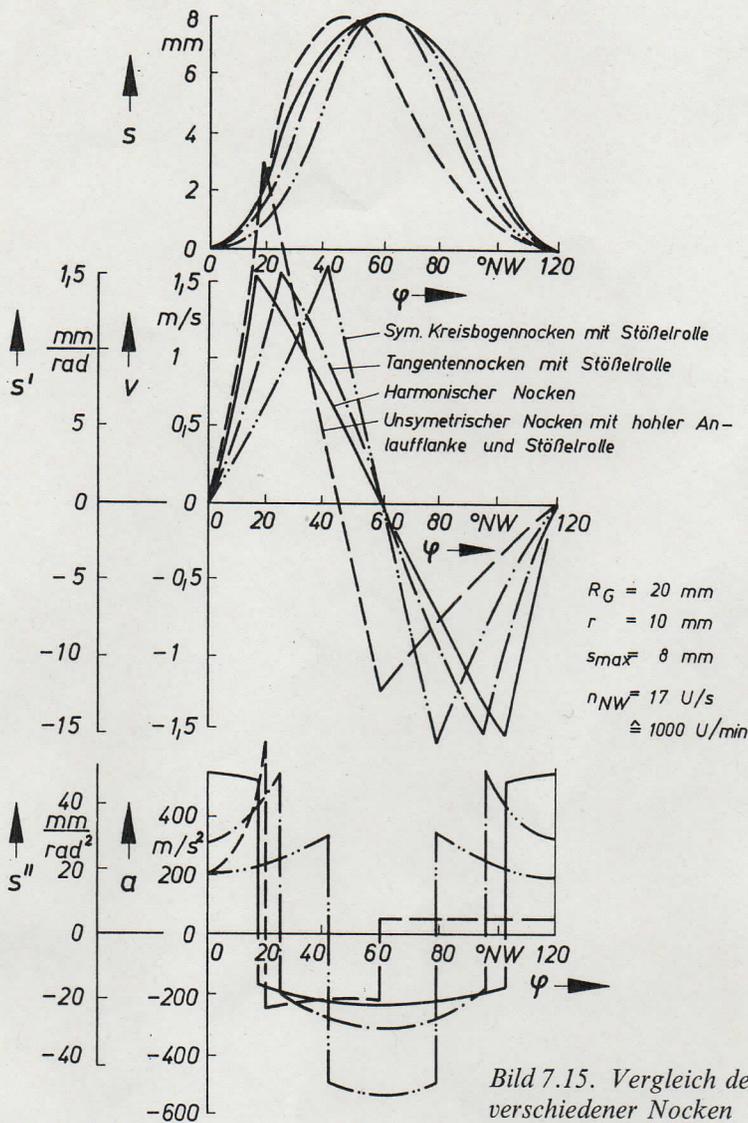


Bild 7.15. Vergleich der kinematischen Größen verschiedener Nocken

Anlauf- flanke auf $A_D = 85\%$ und beim symmetrischen Kreisbogennocken mit Rollenstößel auf $A_D = 74,5\%$. Eine große Fläche A_D ergibt auch den größten Zeit- bzw. Winkelquerschnitt.

Beim Tangentennocken ergeben sich zusätzlich große negative Beschleunigungen, die zur Anwendung starker Ventildfedern zwingen. Charakteristisch sind die Beschleunigungsspitzen bei Nocken mit Rollenstößeln. Diese Nockentriebe werden heute hauptsächlich bei Dieseleinspritzpumpen angewendet. Um die Stößelgeschwindigkeit \dot{s} und die Stößelbeschleunigung \ddot{s} unabhängig von der Motordrehzahl und zur Charakterisierung des Nockens zu verwenden, werden bezogene Geschwindigkeiten s' und Beschleunigungen s'' angegeben:

$$s' = v/\omega \quad (7.72)$$

$$s'' = a/\omega^2 \quad (7.73)$$

Bei allen bisher betrachteten Nocken gibt es in den Hubwendepunkten Stellen mit sprunghafter Beschleunigungsänderung. Man spricht dann von einem unendlich großen Ruck. Als Ruck \ddot{s} wird die erste Ableitung der Beschleunigung a nach der Zeit t definiert:

$$\ddot{s} = \frac{d^3 s}{dt^3} = \frac{da}{dt} = \omega \cdot \frac{da}{d\varphi} \quad (7.74)$$

Zur Kennzeichnung des Nockens wird der bezogene Ruck

$$s''' = \ddot{s}/\omega^3 \quad (7.75)$$

verwendet.