H_u den Abstand des Austrittsumfanges des Laufrades vom Unterwasserspiegel,
H_L die achsial gemessene Höhe, welche das Wasser im Laufrade durchfällt,
h, h_1, h_2 die hydraulischen Ueberdruckhöhen im Spalt, im Eintritts- und Austrittsumfange des Laufrades,
$h_1 - h_2 = \mathfrak{h}_s$ das sogen. Ueberdruckgefälle des Laufrades,
α den Winkel des absoluten Wasserweges mit der Eintrittskante des Laufrades,
β, γ die Winkel der Schaufelenden, d. h. des relativen Wasserweges mit der Eintritts- bezw. Austrittskante des Laufrades,
c_e die absolute Geschwindigkeit vor dem Laufrade,
w_e die relative Eintrittsgeschwindigkeit am Laufrade,
w_e' die zur Schaufelrichtung im Laufradeintritt parallele Komponente von w_e im Laufrade,
w_a die relative Austrittsgeschwindigkeit im Laufrade,
c_a die absolute Austrittsgeschwindigkeit,
c_a' die senkrecht zum Austrittsumfange gerichtete Komponente von c_a, welche zugleich die Geschwindigkeit im Saugrohre sein soll,
v_e die Umfangsgeschwindigkeit des Laufrades am Eintritt,
v_a die Umfangsgeschwindigkeit des Laufrades am Austritt,
$\varrho_1 H$ die mit der Bewegung des Wassers bis zum Leitradaustritt verbundene Widerstandshöhe,
$\varrho_2' H$ Widerstandshöhe für den Uebergang zwischen Leit- und Laufrad,
$\varrho_3 H$ Widerstandshöhe für die Bewegung im Laufrade,
$\varrho_4 H$ Widerstandshöhe für die Bewegung vom Laufradaustritt bis zum Unterwasserspiegel.

Die Geschwindigkeiten im Ober- und Unterwasserspiegel sind vernachlässigt.

Die eingeführten Geschwindigkeiten gelten für den mittleren Wasserfaden; als mittlere Geschwindigkeiten sollen sie sich auf die ganze Breite der Turbine beziehen.

Für die vier bekannten Bewegungsabschnitte des Wassers gelten dann die Gleichungen:

$$h + \frac{c_e^2}{2g} = H - H_u - H_L - \varrho_1 H$$

$$h_1 + \frac{(w_e')^2}{2g} = h + \frac{w_e^2}{2g} - \varrho_2' H$$

$$h_2 + \frac{w_a^2}{2g} = h_1 + \frac{(w_e')^2}{2g} + H_L + \frac{v_a^2 - v_e^2}{2g} - \varrho_3 H$$

$$0 = h_2 + \frac{c_a^2}{2g} + H_u - \varrho_4 H.$$

Hierin hat w_e' als relative Eintrittsgeschwindigkeit *nach* erfolgtem Eintritt des Wassers in das Laufrad eigentlich nicht mehr die Bedeutung, wie vorher angegeben. Wird die letztere beibehalten, so liegt hierin eine Annäherung, welche durch die Bewertung der Widerstandskoeffizienten ausgeglichen werden kann, zu der man aber wegen der zweifelhaften Grösse dieser Koeffizienten, namentlich bei Berücksichtigung der Schaufeldicken, gezwungen ist, um überhaupt rechnen zu können. Aus der letzten Gleichung folgt, da der Gefällsverlust $\varrho_4 H$ im wesentlichen $= \frac{c_a^2}{2g}$ zu setzen ist:

$$0 = h_2 + H_u.$$

Wird dies berücksichtigt, und in der zweiten Gleichung h nach der ersten eingeführt, so entsteht:

$$h_1 - h_2 = \mathfrak{h}_s = H - H_L - \frac{c_e^2}{2g} + \frac{w_e^2}{2g} - \frac{(w_e')^2}{2g} - (\varrho_1 + \varrho_2') H.$$

In dem Ausdruck $\varrho_2' H$ ist für den Fall, dass die Turbine nicht mit der günstigsten Geschwindigkeit läuft, der Stossverlust

$$\frac{w_e^2}{2g} - \frac{(w_e')^2}{2g} \text{ (vgl. Fig. 1)}$$

mit enthalten, so dass man etwa setzen kann

$$\varrho_2' H = \varrho_2 H + \left[\frac{w_e^2}{2g} - \frac{(w_e')^2}{2g}\right].$$

Darin stellt $\varrho_2 H$ den Druckhöhenverlust dar, welcher unter allen Umständen, d. h. auch bei der günstigsten Umlaufszahl der Turbine mit der Bewegung des Wassers aus dem Spalt in das Laufrad verknüpft ist, während

$$\frac{w_e^2 - (w_e')^2}{2g}$$

nur dann auftritt, wenn die Umlaufszahl von der günstigsten abweicht.

Setzt man den Wert für $\varrho_2 H$ in die vorhergehende Gleichung ein, so erhält man:

$$h_1 - h_2 = \mathfrak{h}_s = H - H_L - \frac{c_e^2}{2g} - (\varrho_1 + \varrho_2) H.$$

Das Ueberdruckgefälle erscheint also unabhängig von dem Stossverlust. Dagegen wird dieser bei der Bestimmung der Leistung der Turbine als Verlust berücksichtigt.

Aus der Gleichung

$$h_2 + \frac{w_a^2}{2g} = h_1 + \frac{(w_e')^2}{2g} + H_L + \frac{v_a^2 - v_e^2}{2g} - \varrho_3 H$$

folgt:

$$h_1 - h_2 = \mathfrak{h}_s = \frac{w_a^2}{2g} - \frac{(w_e')^2}{2g} - H_L + \frac{v_e^2 - v_a^2}{2g} + \varrho_3 H$$

Die Höhe H_L, welche bei Radialturbinen entweder $= 0$ oder doch sehr klein wird, werde gegen H überhaupt vernachlässigt; auf den Wert von c_e ist sie ohnehin von keinem Einfluss.

Setzt man dann:

$$(\varrho_1 + \varrho_2) H = (\varphi_1 + \varphi_2) \frac{c_e^2}{2g};$$

ferner

$$\varrho_3 H = \varphi_3 \frac{w_a^2}{2g}$$

so entsteht:

$$\mathfrak{h}_s = H - (1 + \varphi_1 + \varphi_2) \frac{c_e^2}{2g} \quad \ldots\ldots \quad 1)$$

$$\mathfrak{h}_s = (1 + \varphi_3) \frac{w_a^2}{2g} - \frac{(w_e')^2}{2g} + \frac{v_e^2 - v_a^2}{2g} \quad . \quad 2)$$

Der Winkel β werde hier, als bei Ueberdruckturbinen, allgemein $= 90°$ genommen, so dass

$$w_e' = c_e \sin\alpha \quad \ldots\ldots \quad 1a)$$

Der gesamte Eintrittsquerschnitt des Laufrades senkrecht zur Richtung von w_e' sei f_{e_r}; der Austrittsquerschnitt senkrecht w_a sei f_{a_r}; dann gilt für ein bestimmtes Laufrad:

$$w_e \cdot f_{e_r} = w_a \cdot f_{a_r}$$

oder 3)

$$\frac{w_e'}{w_a} = \frac{f_{a_r}}{f_{e_r}} = a = \text{Konst.};$$

und aus Gleichung 2) und 3) entsteht, da

$$w_a = \frac{w_e'}{a}$$

ist:

$$\mathfrak{h}_s = (1 + \varphi_3) \frac{(w_e')^2}{a^2 2g} - \frac{(w_e')^2}{2g} + \frac{v_e^2 - v_a^2}{2g} \qquad 4)$$

Es war aber $w_e' = c_e \sin\alpha$, also wird

$$\mathfrak{h}_s = \frac{(1 + \varphi_3) \sin^2\alpha}{a^2} \cdot \frac{c_e^2}{2g} - \frac{c_e^2 \sin^2\alpha}{2g} + \frac{v^2 - v_a^2}{2g}$$

oder

$$\mathfrak{h}_s = \frac{c_e^2}{2g} \left[\left(\frac{1 + \varphi_3}{a^2} - 1\right) \sin^2\alpha\right] + \frac{v_e^2 - v_a^2}{2g}$$

$$\mathfrak{h}_s = \frac{c_e^2}{2g} \left[\frac{(1 + \varphi_3 - a^2) \sin^2\alpha}{a^2}\right] + \frac{v^2 - v_a^2}{2g} \quad 4a)$$