

vorteco ag  
Alte Zurzacherstrasse 34  
CH-5306 Tegerfelden

Technikumstrasse 21, CH-6048 Horw  
T +41 41 349 33 11, F +41 41 349 39 60  
www.hslu.ch

CC Fluidmechanik & Hydromaschinen  
**Prof. Dr. Thomas Staubli**

T direkt +41 41 349 35 52  
thomas.staubli@hslu.ch

Horw, 1. Oktober 2014  
Seite 1/3

### **Bemerkungen zum Wirkungsgrad der Vorteco Turbine mit Plattendiffuser**

Im Auftrag der Vorteco AG wurde an der Hochschule Luzern, Kompetenzzentrum Fluidmechanik und Hydromaschinen eine CFD Studie zur numerischen Berechnung des Wirkungsgrades der Vorteco Turbine mit Plattendiffuser durchgeführt.

In dieser Studie wurden die Verluste in der Spirale und die Leckageverluste, welche von einer Umströmung der freien Schaufelenden stammen (Spaltströmung zwischen Schaufelenden und festem Mantel) mitsimuliert. Die Verluste nach Austritt aus dem Diffuser sind per Definitionem nicht im hydraulischen Wirkungsgrad berücksichtigt, da die Turbine vom Eintritt in die Spirale bis zum Austritt aus dem Diffuser definiert ist.

Gemäss IEC 60041, Abschnitt 2.42, gilt für die spezifische hydraulische Energie:

$$E = \bar{g}H = \frac{(p_{abs1} - p_{abs2})}{\bar{\rho}} + \frac{(v_1^2 - v_2^2)}{2} + \bar{g}(z_1 - z_2)$$

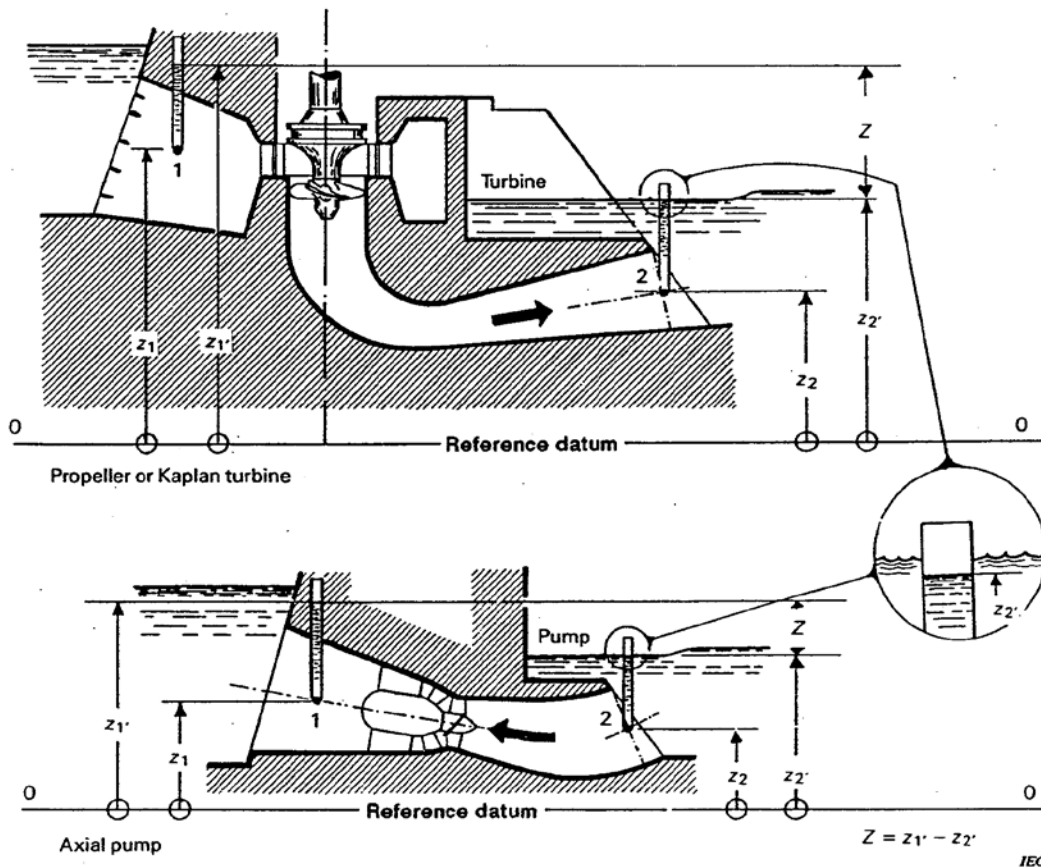
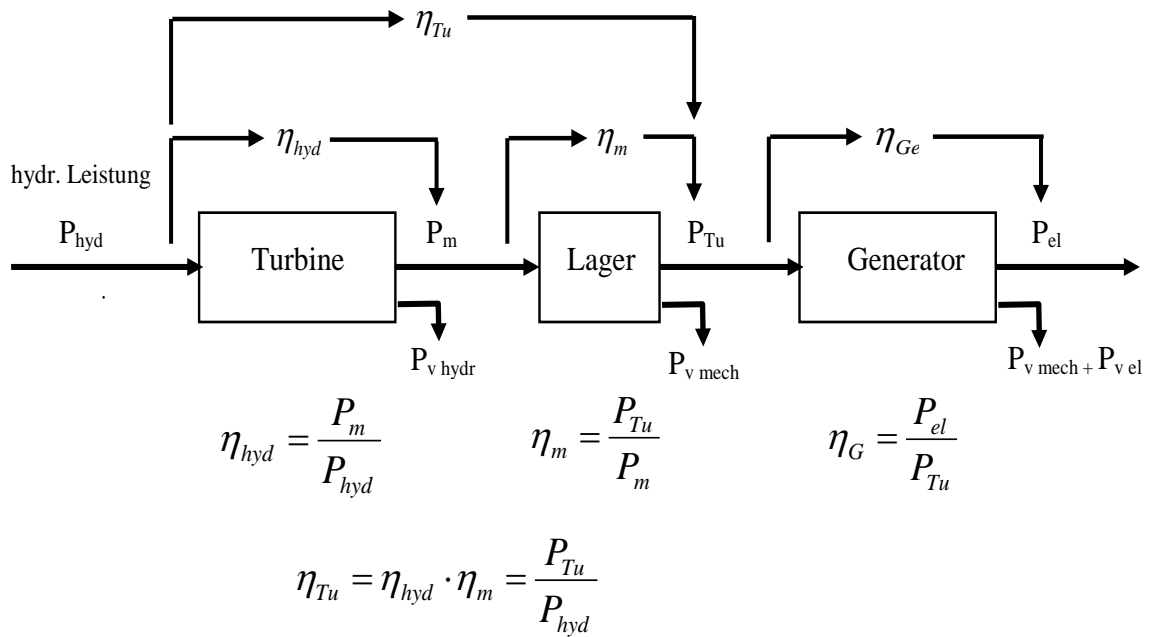
Die hydraulische Leistung berechnet sich gemäss:

$$P_{hyd} = \dot{m} E = \rho \dot{V} E = \frac{(p_{abs1} - p_{abs2})}{\bar{\rho}} + \frac{(v_1^2 - v_2^2)}{2} + \bar{g}(z_1 - z_2) \quad \eta_{Tu} = \eta_{hyd} \cdot \eta_m = \frac{P_{Tu}}{P_{hyd}}$$

Mit der Wellenleistung (gemäss IEC ohne mechanischer Verluste definiert) lässt sich der hydraulische Wirkungsgrad bestimmen zu:

$$\eta_{hyd} = \frac{P_m}{P_{hyd}}$$

***Der gemäss obiger Definition aus den Daten der numerischen Strömungsberechnung bestimmte hydraulische Wirkungsgrad der Turbine erreicht im Bestpunkt 85.8%.***



Zu beachten ist, dass die kinetische Energie am Austritt aus dem Definitionsbereich der Turbine (Austritt aus dem Plattendiffuser) nicht als Verlust in der Definition des

hydraulischen Wirkungsgrades eingeht. Solche Verluste würden einzig in einem zu definierenden Anlagenwirkungsgrad erscheinen. Die kinetische Energie am Austritt des Plattendiffusers liegt für den konkret nachgerechneten Fall bei 5.6% der zugeführten hydraulischen Energie. Der hydraulische Anlagenwirkungsgrad wird also um diesen Betrag tiefer zu liegen kommen als der hydraulische Turbinenwirkungsgrad. Durch eine Vergrößerung des Aussendurchmessers des Plattendiffusers könnte die kinetische Energie am Austritt weiter reduziert und der hydraulische Anlagenwirkungsgrad somit noch etwas gesteigert werden.

Maschinensatzwirkungsgrad:

$$\eta_{MS} = \frac{P_{el}}{P_h} = \eta_{hyd} \eta_m \eta_G$$

Bei der Bestimmung des Maschinensatzwirkungsgrades sind weiter die mechanischen Verluste (Lager, Getriebe) und der Generatorwirkungsgrad zu berücksichtigen, welche naturgemäss nicht Inhalt der CFD-Studie waren.

Hochschule Luzern, CC Fluidmechanik & Hydromaschinen



Prof. Dr. Thomas Staubli