

Aufgaben zum Lehrpfad Wasserkraft

energieakademie  toggenburg

ein teilprojekt von «energietal toggenburg»

- Turbinentypen**
- Potenzialabschätzung (Einphasig)**
- Potenzialabschätzung (Drehstrom)**
- Netzbetrieb / Synchronisation**

energieakademie toggenburg
Daniel Wittenwiler

energieakademie  toggenburg

ein teilprojekt von «energietal toggenburg»



Turbinentypen

Auf dem Lehrpfad Wasserkraft hat es an jedem Standort jeweils eine Informationstafel zur Kaplan-, Pelton- oder Francis-Turbine. Mit deren Hilfe die folgenden Fragen beantwortet werden können.

Aufgabe 1 / Turbinenwahl

Welche Turbinen könnten für ein Kraftwerk am Wasserfall des mittleren Standortes mit einer Höhendifferenz von 6 m und einem Abfluss von $10 \text{ m}^3/\text{s}$ verwendet werden?

- Kaplan
- Pelton
- Francis

Aufgabe 2 / Überdruckturbinen

2a) Erkläre den Begriff „Überdruckturbine“.

2b) Nenne zwei Anwendungen, bei denen nur Überdruckturbinen verwendet werden können.

2c) Welche Turbinen zählen zu den Überdruckturbinen?

- Kaplan
- Pelton
- Francis

Aufgabe 5 / Pumpspeicherkraftwerk

Welche Turbinen können auch als Pumpen eingesetzt werden und eignen sich somit für einen reversiblen Betrieb in einem Pumpspeicherkraftwerk?

Potenzialabschätzung (Einphasig)

Am mittleren Standort des Lehrpfades Wasser hat es in der Thur einen Wasserfall. Dieser bietet die Möglichkeit für den Bau eines Wasserkraftwerkes. Für dieses Fallbeispiel wollen wir ein paar grundlegende Berechnungen durchführen.

Aufgabe 1 / Hydraulische Leistung

Wie gross ist die effektive hydraulische Leistung des Wasserfalls?

Aufgabe 2 / Abgabeleistung Generator

Berechne die Leistung, welche der Generator bei durchschnittlichem Abfluss abgibt.

Aufgabe 3 / Strom und Leiterdurchmesser 400V

Ermittle den Strom der Verbindungsleitung von einem Einphasenwechselstromgenerator zum Transformator. Wie gross muss der Durchmesser dieses Leiters sein?

Aufgabe 4 / Leitungsverluste

Berechne die Verluste, die in einer 10 m langen 400 V Verbindungsleitung auftreten würden (2 Leiter).

Aufgabe 5 / Abgabeleistung Transformator

Bestimme die Leistung, die der Transformator abgibt.

Aufgabe 6 / Leiterstrom und Durchmesser 20 kV

Bestimme den Strom der Leitung vom Transformator zur Hochspannungsfreileitung und berechne deren minimalen Querschnitt (Einphasenwechselstrom).

Aufgabe 7 / Leitungsverluste

Berechne die Verluste, die in einer 500 m langen 20 kV Verbindungsleitung auftreten würden (2 Leiter).

Aufgabe 8 / Gesamtwirkungsgrad

Wie gross ist der Gesamtwirkungsgrad der Anlage, vom Wasser bis zur Hochspannungsleitung?

Aufgabe 9 / Spannungsanpassung

Aus welchen Gründen wird mit dem Generator eine Spannung von 400 V erzeugt und diese dann zur Übertragung auf 20 kV hoch transformiert?

Aufgabe 10 / Vergleich Photovoltaik

Welche Fläche müsste eine Photovoltaikanlage mit gleicher Leistung (Generatorleistung) aufweisen, wenn die Sonne mit 1000 W/m^2 auf die Erde scheint und die Module einen Wirkungsgrad von 12% haben? Es wird nur die Leistung betrachtet und die Tatsache, dass die Photovoltaik nur einige Stunden am Tag ihre Maximalleistung erbringt, wird für diesen Vergleich nicht berücksichtigt.

Potenzialabschätzung (Drehstrom)

Am mittleren Standort des Lehrpfades Wasser hat es in der Thur einen Wasserfall. Dieser bietet die Möglichkeit für den Bau eines Wasserkraftwerkes. Für dieses Fallbeispiel wollen wir ein paar grundlegende Berechnungen durchführen.

Aufgabe 1 / Hydraulische Leistung

Wie gross ist die effektive hydraulische Leistung des Wasserfalls?

Aufgabe 2 / Abgabeleistung Generator

Berechne die Leistung, welche der Generator bei durchschnittlichem Abfluss abgibt.

Aufgabe 3 / Leiterstrom und Leiterdurchmesser 400V

Ermittle den Leiterstrom der Verbindungsleitung vom Drehstromgenerator zum Transformator. Wie gross muss der Durchmesser eines Leiters sein?

Aufgabe 4 / Leitungsverluste

Berechne die Verluste, die in einer 10 m langen 400 V Verbindungsleitung auftreten würden.

Aufgabe 5 / Abgabeleistung Transformator

Bestimme die Leistung, die der Transformator abgibt.

Aufgabe 6 / Leiterstrom und Leiterdurchmesser 20 kV

Bestimme den Leiterstrom der Leitung vom Transformator zur Hochspannungsfreileitung und berechne deren minimalen Querschnitt.

Aufgabe 7 / Leitungsverluste

Berechne die Verluste, die in einer 500 m langen 20 kV Verbindungsleitung auftreten würden.

Aufgabe 8 / Gesamtwirkungsgrad

Wie gross ist der Gesamtwirkungsgrad der Anlage, vom Wasser bis zur Hochspannungsleitung?

Aufgabe 9 / Spannungsanpassung

Aus welchen Gründen wird mit dem Generator eine Spannung von 400 V erzeugt und diese dann zur Übertragung auf 20 kV hoch transformiert?

Aufgabe 10 / Vergleich Photovoltaik

Welche Fläche müsste eine Photovoltaikanlage mit gleicher Leistung (Generatorleistung) aufweisen, wenn die Sonne mit 1000 W/m^2 auf die Erde scheint und die Module einen Wirkungsgrad von 12% haben? Es wird nur die Leistung betrachtet und die Tatsache, dass die Photovoltaik nur einige Stunden im Tag ihre Maximalleistung erbringt, wird für diesen Vergleich nicht berücksichtigt.

Netzbetrieb / Synchronisation

Die meisten Kleinwasserkraftwerke verwenden einen Synchrongenerator. Sein Verhalten verändert sich stark, wenn er nicht im Inselbetrieb mit einigen wenigen Verbrauchern verbunden ist, sondern am Verbundnetz mit vielen weiteren Generatoren und Verbrauchern ist, die zusammen ein starkes Netz bilden. In dieser Aufgabe wollen wir die Bedingungen für eine Verbindung mit dem Netz und die Eigenschaften im Netzbetrieb betrachten.

Aufgabe 1 / Bedingungen

Damit ein Generator schadlos mit dem Netz verbunden werden kann, muss er mit diesem synchronisiert werden. Dazu sind drei Bedingungen zu erfüllen. Welche sind dies?

1.)

2.)

3.)

Aufgabe 2 / Synchronisation

Wie kann der Generator beeinflusst werden, dass diese drei Bedingungen erfüllt werden?

1.)

2.)

3.)

Aufgabe 3 / Leerlauf

Was geschieht, wenn die Turbine ihre volle Leistung liefert und der Generator weder mit dem Netz noch mit anderen Verbrauchern verbunden ist?

Aufgabe 4 / Wasserausfall

Wie verhält sich ein Synchrongenerator, wenn er mit dem Netz verbunden ist, die Turbine aber keine Leistung auf seinen Rotor überträgt?