



Wasserkraft

Handwerkskammer-Flensburg

Energieausbeute: Bis zu einem Megawatt auf 25 Meter Wellenkanmlänge



DAS HANDEWERK
DIE WIRTSCHAFTSMACHT. VON NEBENAN.

© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg



Auf die Weltmeere entfällt gut 70 Prozent der solaren Einstrahlung und fast 90 Prozent der Windenergie.



© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg

Wasserkraft

- Staukraft
- Wellenkraft
- Gezeitenkraft



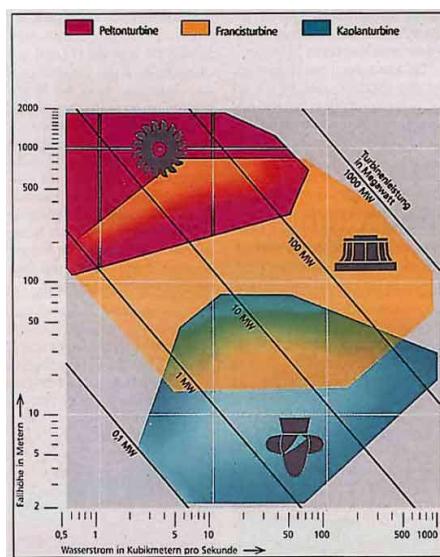
Vor- und Nachteile von Wasserkraft

Vorteile

- Kreislauf aus Verdunsten und Abregnen ist kontinuierlich und natürlich.
- Keine CO2-Emission und Luftverschmutzung.
- Wasser steht in nahezu unbegrenzter Menge zur Verfügung.

Nachteile

- Errichtung von Talsperren und Staumauern ist ein massiver Eingriff in die Umwelt.
- Erfordert Umsiedlung von Menschen und Tieren.
- Verändert das Ökosystem, da riesige Flächen geflutet werden müssen.



1. Peltonturbine

⇒ Grosse Fallhöhen /
geringe Wassermengen

2. Francisturbine

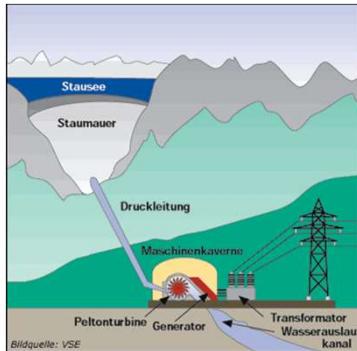
⇒ Mittlere Fallhöhen /
mittlere Wassermengen

3. Kaplanturbine

⇒ Kleine Fallhöhen /
große Wassermengen

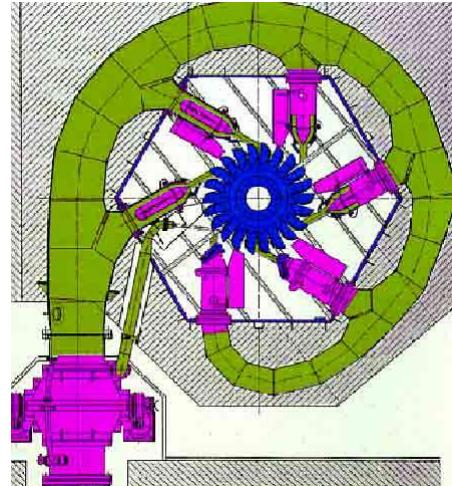
Peltonturbine

Sie werden eingesetzt um die Spitzenlast an Energie zu decken.



Je nach Größe der Anlage hat es mehrere Ventile.

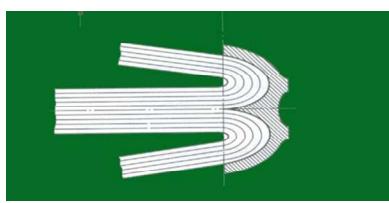
Mit dem öffnen und schließen der Ventile wird die Leistung geregelt.



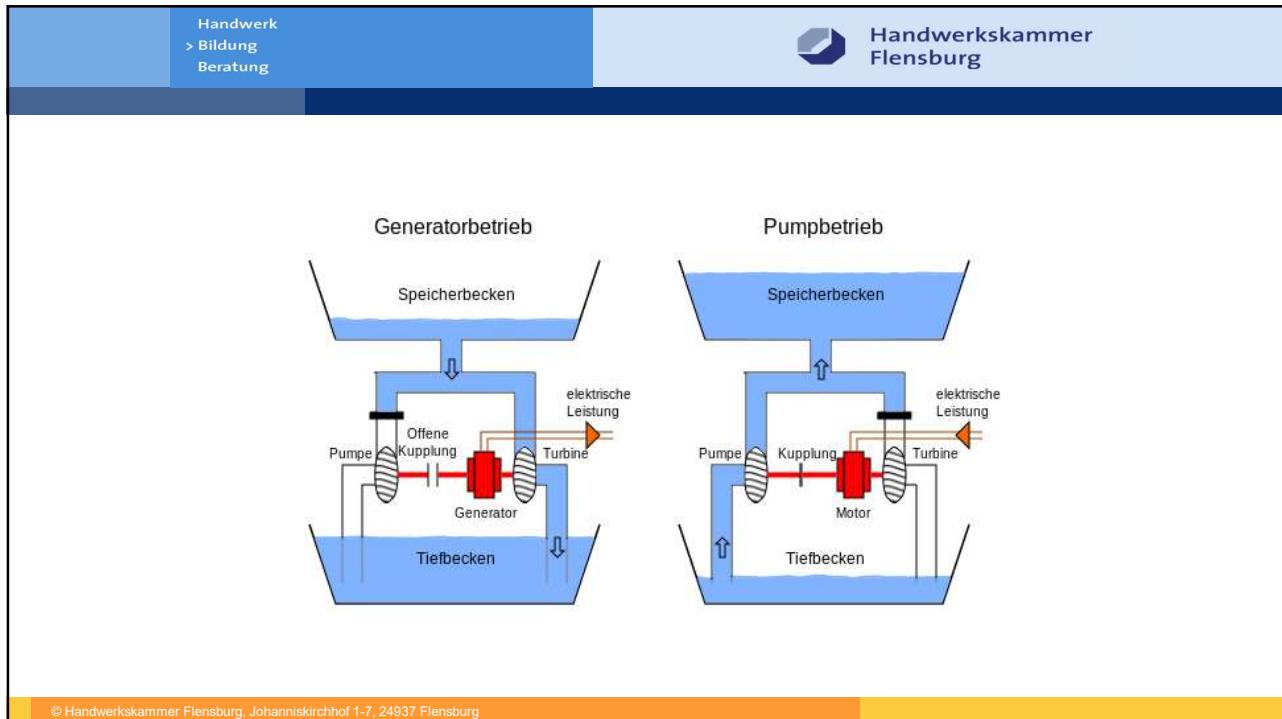
© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg

Pelton- Turbinenrad

Der Wasserstrahl trifft genau in der Mitte der Schaufel auf und wird durch den Steg in der Mitte geteilt.



© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg





Bogenstaumauer



© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg



Gewichtsstaumauer



© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg



Die **deutschen Pumpspeicherwerk** haben eine Kapazität von **40 GWh** und sind für eine Nutzungsdauer im Stundenbereich ausgelegt.



Zwar haben Pumpspeicherwerke einen deutlich höheren Wirkungsgrad (zwischen 70 % und 85 %), die Wirtschaftlichkeit wird aber auch durch die erheblichen Investitionskosten und den Flächenverbrauch bestimmt.

In **Norwegen** gibt es z.B. für Speicherwasserkraftwerke nutzbare Reservoirs mit einer potentiellen Speicherkapazität von insgesamt etwa **84 TWh**, in **Schweden** von ca. **34 TWh**.





© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg



Pumpspeicherkraftwerk Plettenberg / Rönkhausen



© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg

Handwerk
> Bildung
Beratung

 Handwerkskammer
Flensburg

Morning Glory Spillway aus dem Lake Berryessa

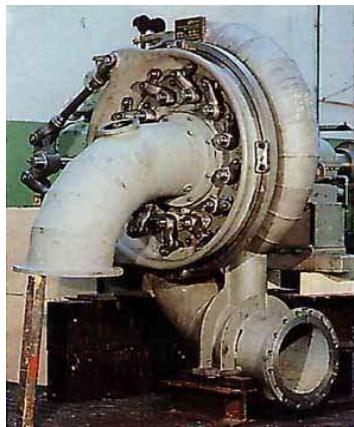


© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg

Handwerk
> Bildung
Beratung

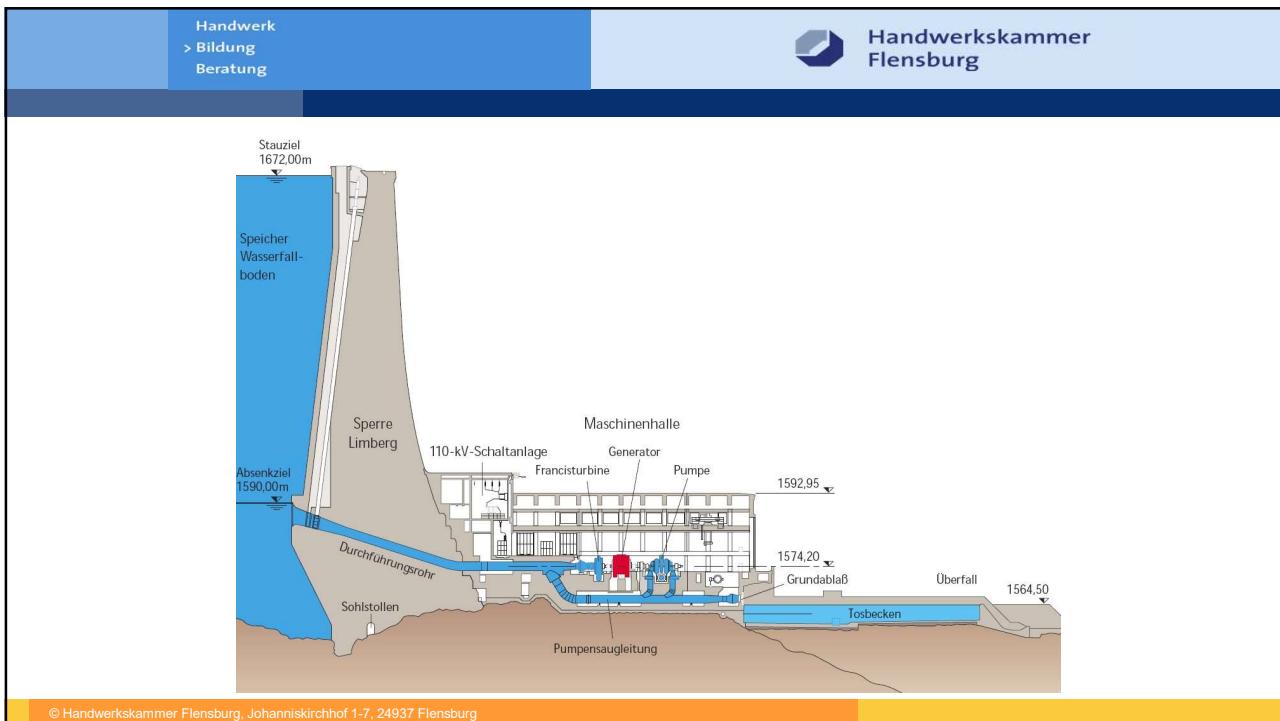
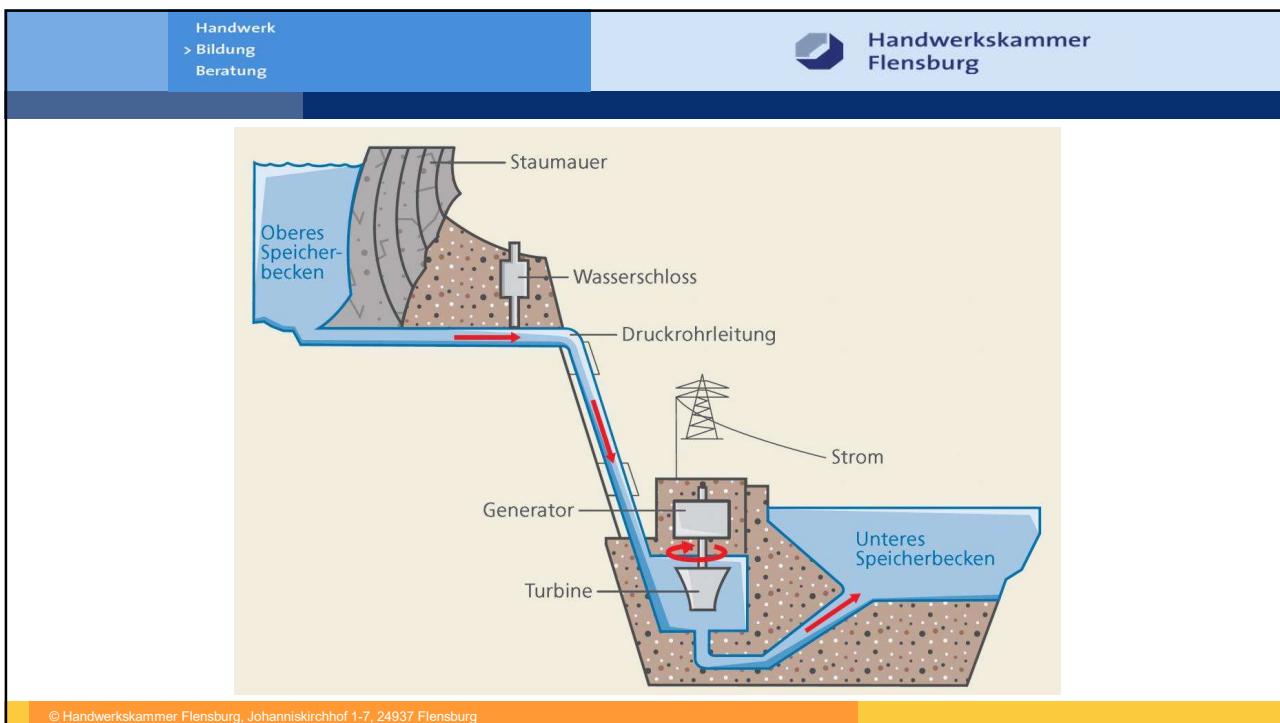
 Handwerkskammer
Flensburg

Francis- Turbine

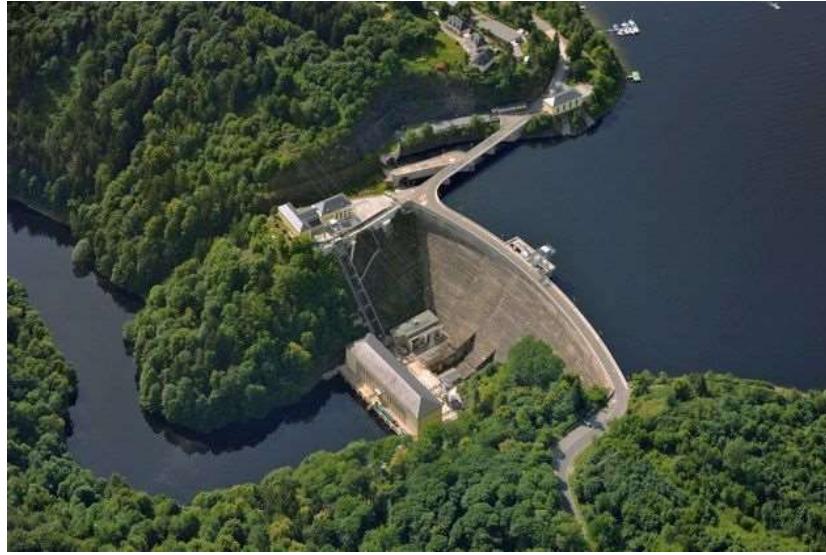
Anders wie bei der Peltonturbine besitzt die Francisturbine keine Düsen.
Das Wasser wird über die Leitschaufeln im optimalen Winkel zum Turbinenrad geleitet.

© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg



Handwerk
> Bildung
Beratung

 Handwerkskammer
Flensburg



© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg

Handwerk
> Bildung
Beratung

 Handwerkskammer
Flensburg

Mit Kaplan-Turbinen wird die "Grundlast" gedeckt.



Schematische Darstellung einer Kaplan-Turbine

① Laufrad	③ Spiraleinlauf
② Laufraddeckel	④ Saugrohr
⑤ Leitschaufeln	⑥ Spurlager
⑦ Stützschaufeln	⑧ Generator

© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg

Handwerk
> Bildung
Beratung

Handwerkskammer Flensburg

Laufwasserkraftwerk

Aus fließendem Wasser in einem Abflussrohr kann durch ein Laufwasserkraftwerk Strom erzeugt werden. Ein Wasserspiegel bildet eine Art Reservoir, in dem Wasser gesammelt wird. Bei einer Durchflussmenge von zum Beispiel 600 Kubikmetern Wasser pro Sekunde erzielen sie eine Leistung von 1000 kW. Ein großer Fluss kann Laufwasserkraftwerke geben. In Deutschland gibt es in Deutschland, manche sind mehr als 100 Jahre alt. Zusammen speisen sie mehr als 2.000 Megawatt Strom ins Netz ein.

Kaplan- Turbine
Laufwasserkraftwerk

© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg

www.unendlich-viel-energie.de

Handwerk
> Bildung
Beratung

Handwerkskammer Flensburg

Dieses Turbinenrad leistet bei 23 Meter Fallhöhe 107MW.

© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg

Handwerk
> Bildung
Beratung

 Handwerkskammer
Flensburg



© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg

Handwerk
> Bildung
Beratung

 Handwerkskammer
Flensburg

Klingnauerstausee



© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg

Handwerk
> Bildung
Beratung

 Handwerkskammer
Flensburg

Der Itaipustausee liegt an der Grenze Brasilien / Paraguay
Stauseelänge ca. 170Km
Breite ca. 7-13Km



© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg

Handwerk
> Bildung
Beratung

 Handwerkskammer
Flensburg



© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg

Handwerk
> Bildung
Beratung

Handwerkskammer Flensburg

3-Schluchten Staudamm in China
das größte Wasserkraftwerk der Welt
Preis ungefähr **75 Milliarden US-\$**



Für den Bau des Drei-Schluchten-Staudamms mussten **1,4 Millionen Menschen** umgesiedelt werden.
(**Stauseelänge 663km, Speicherraum 39.300.000.000 m³ = 39,3 km³**).
Inzwischen ist die Anlage größter Produzent von Hydroenergie und ersetzt rund **15 Atomreaktoren**.

© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg

Handwerk
> Bildung
Beratung

Handwerkskammer Flensburg

Laufrad einer Francis-Turbine

Die **32 Francis-Turbinen** des chinesischen Staudamms haben zusammen eine Kapazität von **22,5 GW** !



© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg



Obwohl Hydroenergie zu den regenerativen Energien zählt, kritisieren Umweltschützer den Drei-Schluchten-Staudamm. Sein Bau war ein erheblicher Eingriff in das Ökosystem des Jangtse.

Die erste Turbine des Drei-Schluchten-Staudamms wurde **2003 in Betrieb** genommen, seine **volle Kapazität** hat die Anlage **seit 2012**.

China ist der größte Produzent von Treibhausgasen weltweit und verbraucht etwa die Hälfte der weltweit produzierten Kohle.

Laut Xinhua müssten **49 Millionen Tonnen Kohle** verbrannt werden, um die Strommenge zu erhalten, die der Drei-Schluchten-Staudamm 2014 produzierte



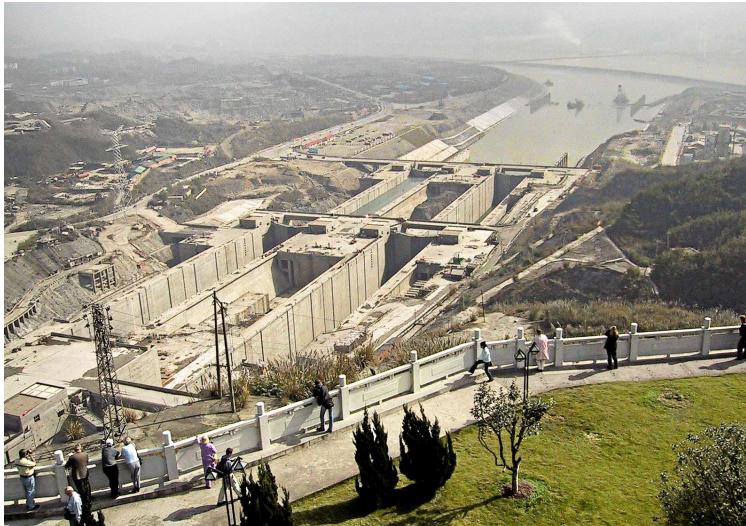
© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg



© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg

Handwerk
> Bildung
Beratung

 Handwerkskammer
Flensburg



Schiffsschleusensystem der Talsperre während der Bauphase (Nov. 2002)

© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg

Handwerk
> Bildung
Beratung

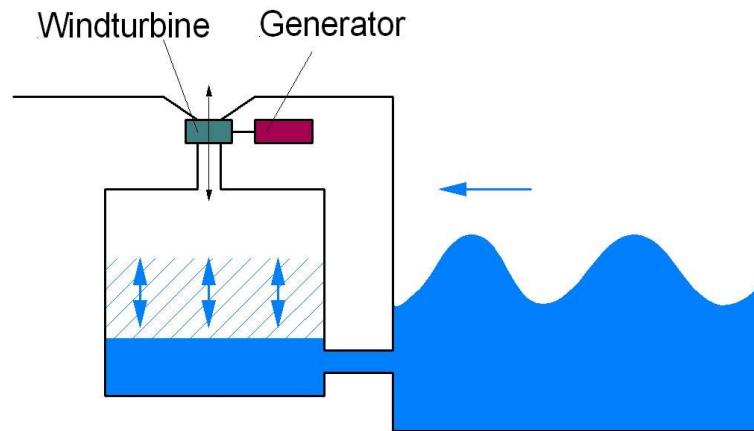
 Handwerkskammer
Flensburg

Wellenkraft




Wellengenerator Powerboy
(Foto: Ocean Power Technologies)

© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg



© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg



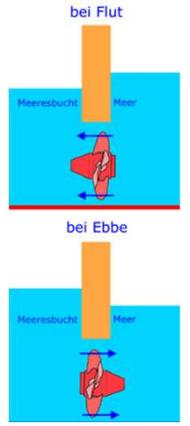
© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg

Handwerk
 > Bildung
 Beratung

 Handwerkskammer
Flensburg

Gezeitenkraftwerk

Staudamm-Bauweise





© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg

Handwerk
 > Bildung
 Beratung

 Handwerkskammer
Flensburg

Das erste und lange Zeit größte Gezeitenkraftwerk, das Gezeitenkraftwerk Rance, wurde ab 1961 an der Atlantikküste in der Mündung der Rance in Frankreich erbaut und 1966 eröffnet.

Der **Tidenhub** beträgt in der Bucht bei St. Malo **normal 12m**, manchmal auch **16 Meter**.

Der Betondamm ist 750 m lang, wodurch ein Staubecken mit einer Oberfläche von 22 km² und einem Nutzinhalt von 184 Mio. m³ entsteht.

Der Damm besitzt **24 Durchlässe**, in denen **jeweils** eine Turbine mit einer Nennleistung von **10 MW** installiert ist. **(Gesamt also 240MW)**

Die gesamte Anlage liefert jährlich rund 600 GWh an elektrischer Energie.

Dieses Kraftwerk arbeitet auch als Pumpspeicherkraftwerk.



© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg

Handwerk
 > Bildung
 Beratung

 Handwerkskammer
Flensburg



© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg

Handwerk
 > Bildung
 Beratung

 Handwerkskammer
Flensburg

Andere Bauformen

Heutzutage werden Gezeitenkraftwerke nach dem obigen Prinzip kaum mehr gebaut, da die **ökologischen Einwirkungen** zu stark sind.

Man setzt auf sogenannte In-Flow-Gezeitenkraftwerke, bei welchen durch im Wasser angebrachte Turbinen Strom erzeugt wird.

Diese können **schraubenförmig** oder **windradähnlich** sein oder andere Formen besitzen.



© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg

Handwerk
> Bildung
Beratung

Handwerkskammer Flensburg

Kugelpumpspeicher unter Wasser

© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg

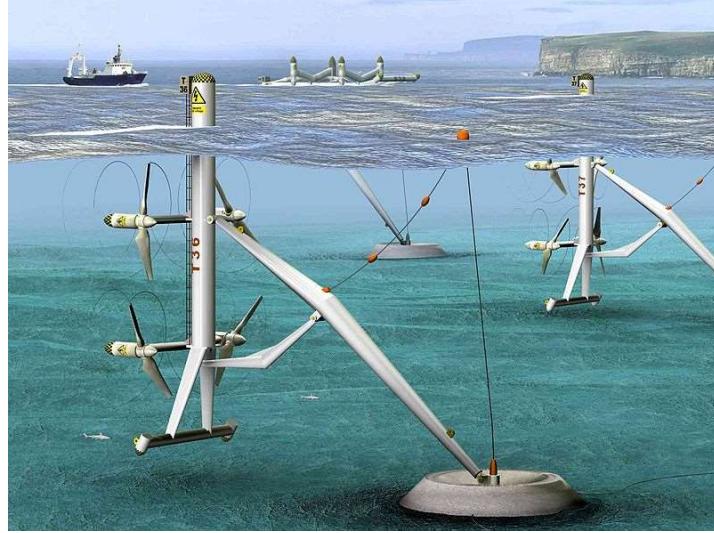
Handwerk
> Bildung
Beratung

Handwerkskammer Flensburg

© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg

Handwerk
> Bildung
Beratung

 Handwerkskammer
Flensburg



•die Dichte des Wassers ist etwa 800-mal größer als die der Luft.

© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg

Handwerk
> Bildung
Beratung

 Handwerkskammer
Flensburg



© Handwerkskammer Flensburg, Johanniskirchhof 1-7, 24937 Flensburg