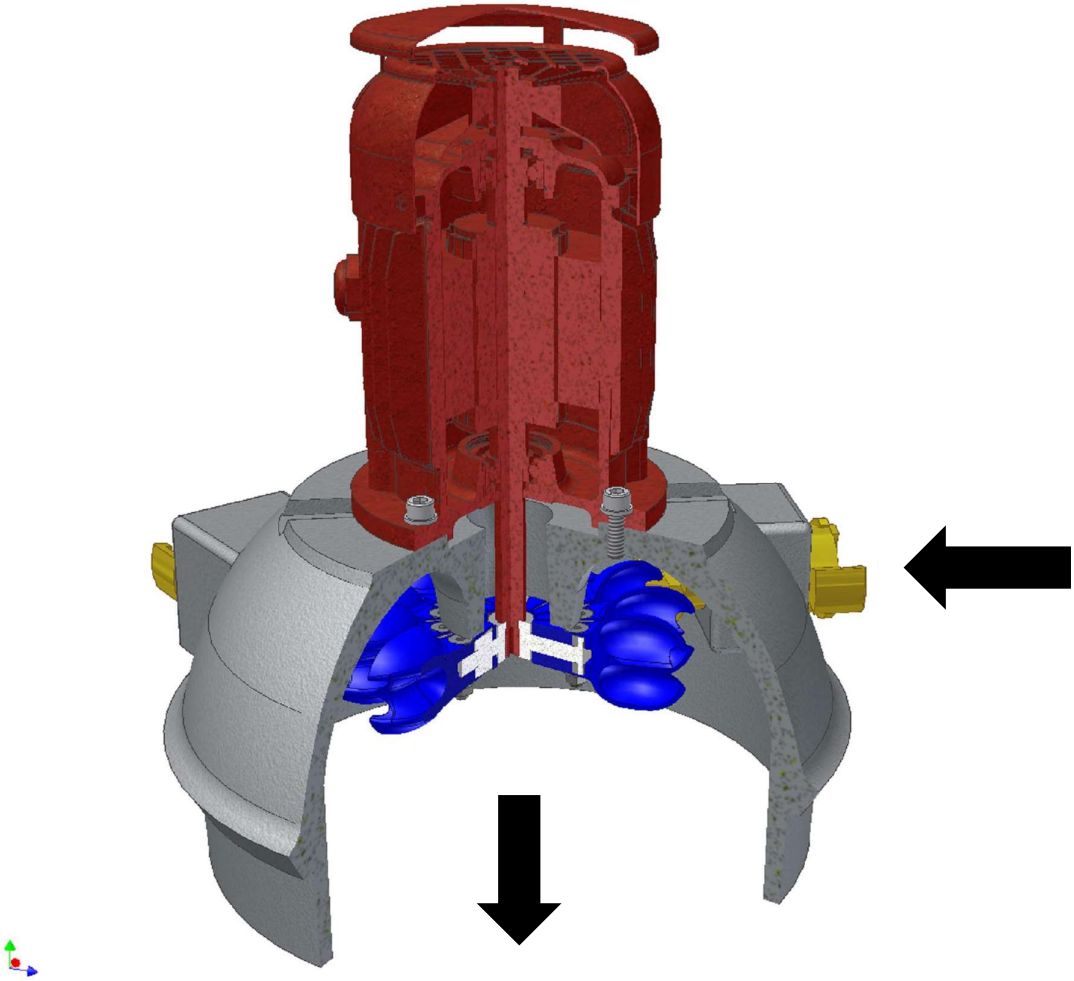
LINGENHÖLE TECHNOLOGIE

Vorarlberger Wärmebehandlungszentrum
Mechanische Komponenten
Wasserkraftwerke - Turbinenbau

www.lingenhoele.at

Technische Dokumentation für tragbare Wasserturbinen KT100/KT340/KT1000 (100-1000Watt)



© LINGENHÖLE Technologie GmbH

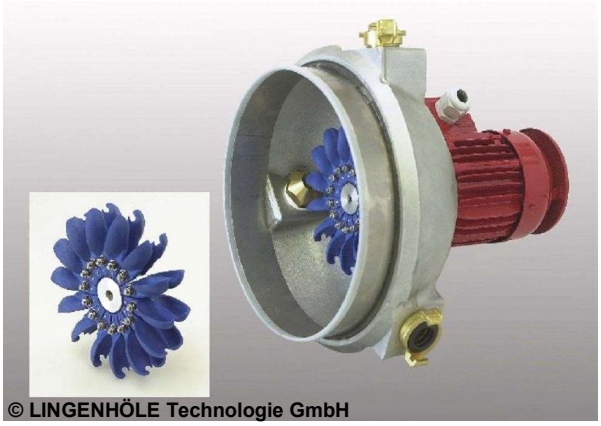
Dezentrale, umweltfreundliche Energieerzeugung

Tragbare Wasserturbinen (Peltonturbinen)

Kleinstwasserturbinen werden zur Stromerzeugung in Regionen ohne öffentlichem Versorgungsnetz eingesetzt (Inselanwendung).
Diese Kleinwasserkraftwerke arbeiten vorzugsweise über Batteriepuffer, so dass sich auch kleine Energiemengen über die Zeit akkumulieren. Diese Betriebsart erlaubt die kurzzeitige Entnahme von Leistungen, die ein Mehrfaches der Wasserkraft-Dauerleistung betragen. Vorzugsweise werden diese Kleinstturbinen mit einer Batteriespannung von 24 Volt eingesetzt.
Dadurch halten sich die Verluste in den Leitungen in Grenzen. Es kann jedoch auch ein Batteriesystem mit 12 Volt eingesetzt werden. Hier darf jedoch, der maximal zulässige Ladestrom nicht überschritten werden. Dies ist nur bei kleineren Leistungen zu empfehlen, da ansonsten große Leitungsquerschnitte gebraucht werden. Die Umwandlung in 230 Volt Wechselstrom erfolgt über einen Wechselrichter. Bei kleinen Anlagen mit wenigen Watt Nutzleistung sollte die Beleuchtung direkt aus der Batterie betrieben werden, damit der Leerlaufverbrauch des Wechselrichters nicht schon vorab einen beträchtlichen Teil der gewonnenen Energie vernichtet.
Hydraulische Mindestvoraussetzung siehe Leistungsdiagramm.

Anwendungsgebiete

- Energieversorgung für Alpen
- Berghütten und Jagdhütten
- Wochenendhäuser, Ferienhäuser
- Datenmessstationen
- Hochbehälter
- Entwicklungsländer
- Regionen ohne öffentliches Versorgungsnetz



Typenübersicht

KT 100	Leistung: 15 bis max.	100 Watt
KT 340	Leistung: 100 bis max.	340 Watt
KT 1000	Leistung: 150 bis max.	1000 Watt
	(auch größere Leistungsbereiche auf Anfrage)	

Vorteile

- Stromerzeugung zu jeder Tageszeit, 24h
- einfacher, robuster Aufbau
- wartungsarm
- trinkwassergeeignet
- leicht anpassbar
- sehr gut mit Photovoltaik kombinierbar
- geringes Gewicht
- preiswert

Aufbau

Die tragbaren Kleinwasserturbinen zeichnen sich durch einen besonders einfachen Aufbau aus. Im Wesentlichen besteht die Turbine aus einem bürstenlosen Synchrongenerator mit Permanenterregung und Dreiphasenwicklung.
Der Generator wird von einem auf der gleichen Welle sitzenden Peltonlaufrad angetrieben.
Das Laufrad besteht aus einer Aluminiumnabe und abriebfesten Kunststoffschaufeln (Polyamid mit 30% Glasfaseranteil).
Der Synchrongenerator besitzt eine Permanenterregung, ist bürstenlos und hat lebensdauergeschmierte Lager.
Dadurch ist der Generator sehr wartungsarm und besitzt einen hohen Wirkungsgrad.
Das Aluminiumgehäuse ist mit einem Zentrierbund versehen, sodass es ohne zusätzliche Befestigung auf eine Kunststoffmuffe bzw. ein Betonrohr gestellt werden kann.

Durch die flexible Düsenanzahl (1-3 Stück) ist eine Anpassung an verschiedene Wassermengen möglich. Mithilfe einer händischen Düsennadelverstellung (optional) kann die Wassermenge bei geringerem Wasserdargebot begrenzt werden.

Ein Laderegler mit „Maximum Powerpoint Funktion“ ermöglicht den optimalen Arbeitspunkt der Turbine. Dadurch wird die ideale Drehzahl des Generators, in Bezug auf die Nettofallhöhe, realisiert.

Diese Turbinen decken durch die Anpassung an die unterschiedlichen Fallhöhen und Wassermengen ein weites Spektrum ab (nähere Infos siehe Datenblatt Turbinentype).

Das weit größere Anwendungsfeld sind dezentrale Energieversorgungen für Alpen, Berghütten, Jagdhütten, Wochenendhäuser und Datenmessstationen sowie Entwicklungsländer.
Leistungen von einigen Watt liefert die Turbine bereits bei 3 Meter Fallhöhe.

Projektierung

Druckrohrleitung

Bei der Projektierung der Anlage sollte bei Neuverlegung der Druckrohrleitung der Leitungsquerschnitt so dimensioniert werden,
dass maximal 10% Druckverlust bei der Maximalwassermenge auftreten.

Wichtig ist, dass dem Wasser innerhalb der Leitung ein wirbelfreier Lauf ermöglicht wird. Enge Radien und verengte Querschnitte sind zu vermeiden.

Um Beschädigungen der Leitung zu vermeiden, sollte sie im Boden verlegt werden. Auch empfiehlt sich die Verwendung von Materialien mit möglichst glatter Oberfläche
(z.B. Kunststoffleitungen), damit die Reibung an den Wänden möglichst wenige Verluste verursachen.

Die Fliessgeschwindigkeit in der Druckrohrleitung sollte langsam sein, um Reibungsverluste klein zu halten (Richtwert ca. 1m/s).

Berechnung Reibungsverlust:

z.B. Q=2l/s v=1m/s =10dm/s

Q=v*A → A= Quadratwurzel [(2/10)*4/Pi] =0,5dm → Innendurchmesser mindestens 50mm

Wir sind Ihnen gerne bei der Leitungsdimensionierung behilflich! Hierfür benötigen wir folgende Parameter:
maximale Wassermenge, Rohrleitungslänge, Material der Druckrohrleitung.

Bitte beachten Sie, dass die Druckrohrleitung min. auf den 1,5fachen Druck ausgelegt ist.
Bis zur Druckstufe PN16/PN25 gibt es druckfeste Kunststoffleitungen z.B. PE80 bzw. PE100. Diese Leitungen sind bei kleineren Dimensionen in Rollenware erhältlich, das vereinfacht die Leitungsverlegung erheblich.

Leistungsberechnung

Für die Berechnung der erzielbaren Leistung werden die Nettofallhöhe und die Wassermenge benötigt.

$P=Hn*Q*\eta*10$

Bruttofallhöhe..... Höhendifferenz Oberwasserstand zu Unterwasserstand
Nettofallhöhe..... Bruttofallhöhe- Reibungsverlust- Freihang
Freihang..... Höhe Unterwasserstand bis zum Düseneinlauf

g ..... Fallbeschleunigung 9,81 **[m/s]**
Q..... Volumenstrom **[l/s]**
Hn..... Nettofallhöhe **[m]**
η ..... Gesamtwirkungsgrad [ohne Einheit] z.B. 60%=0,6
v..... Strahlgeschwindigkeit **[m/s]**
P ..... Leistung **[Watt/kw]**

Überschlagsrechnung:

Leistung [Watt]= Nettofallhöhe [m] x Volumenstrom [l/s] x Wirkungsgradfaktor x10

z.B.: Hn=20m Q=1l/s Gesamtwirkungsgrad:60%=0,6

P=20 x 1x 0,6 x 10=120Watt

Wirkungsgrad

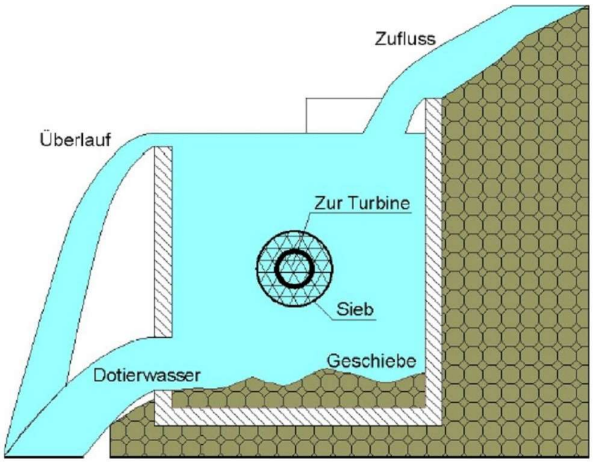
Der Gesamtwirkungsgrad bei den Kleinstwasserkraftwerken (z.B. 100-1000Watt) liegt bei max. 65%. Hier sind die Verluste bis zur Batterie berücksichtigt.
Bei ungünstigen Verhältnissen der Wassermenge zur Fallhöhe z.B. Q=0,3l/s bei Hn=50m sinkt der Wirkungsgrad auf ca. 35%.
Weitere Verluste durch Wechselrichter und Leitungen müssen gegebenenfalls berücksichtigt werden.
Eine Energiebilanz ist unbedingt erforderlich!

Wasserfassung

Oftmals wird die Peltonturbine bei Quellwasser eingesetzt. Dabei ist unter Umständen sogar die Leitung zur zukünftigen Turbine schon gezogen. In solch einem Fall, muss nicht auf die Restwassermenge geachtet werden.
Wichtig: Die Druckleitung muss auf Druckbeständigkeit, sowie auf richtige Dimensionierung geprüft werden.

Bei der Wasserentnahme aus einem offenen Gewässer muss die Restwassermenge sichergestellt werden. Dieser konstante Wasserablass wird vielfach auch Dotierwasser genannt. Weiteres muss verhindert werden, dass größere Partikel in die Leitung gelangen. Der Verfasser schlägt folgende Konstruktion vor:

Das Wasser des Bächleins fließt in einen größeren Behälter, welcher im unteren Teil ein Loch für den Abfluss hat. Die Querschnittsfläche dieser Öffnung und den Höhenunterschied zum Überlauf legt die Restwassermenge fest.
Die Querschnittsfläche A könnte wie folgt berechnet werden:



$$A = 1000 * \frac{Q}{\sqrt{2 * g * h}}$$

A .....Querschnittsfläche in [mm²]
Q .....Volumenstrom in [l/s]
h.....Höhendifferenz zwischen Überlauf und Restwasserloch in [m]
g.....Fallbeschleunigung (Naturkonstante 9.81)

Die Formel ist nur als Anhaltspunkt gedacht und zeigt im Wesentlichen die Beziehungen auf. Sie ist mit Vorsicht zu genießen, denn auch die Strömung hat bei geringer Höhendifferenz einen nicht zu unterschätzenden Einfluss.
Der eigentliche Grund dieser Öffnung ist die Abführung von Geschiebeteilen. Deshalb muss der Abfluss zur Turbine höher sein als das Dotierwasserloch.
Ist mit Geschiebe zu rechnen, welches auch größere Körper aufweist als der Durchmesser des Dotierwasserloches, sollte die Fassung mit einem Rechen gedeckt werden. Der Gitterabstand muss kleiner sein als der Durchmesser des Dotierwasserloches.
Weiteres muss die Steigung der Gitterstäbe so gewählt werden, dass die Objekte darüber weg rollen/schieben können.
Unterhalb des Rechens muss genügend Raum für das Geschiebe vorhanden sein.
Auch sollte der Rechen vom Behälter demontierbar sein, damit auch das Geschiebe im inneren des Behälters im Bedarfsfall entfernt werden kann.

Das Abflussrohr zur Turbine muss, wie schon erwähnt, höher angeordnet sein als das Dotierwasserloch. Es sollte aber unterhalb der Wasserstandlinie sein, damit das Geschwemmsel (schwimmende Teile wie Holz und Unrat) nicht am Sieb kleben bleibt sondern über den Überlauf abfließt.
Weiter ist es ratsam über dem Abfluss ein Gitter anzubringen. Die Maschenweite dieses Siebes richtet sich nach der Düse vor der Turbine aus. Die Maschen müssen so eng sein, dass keine Körper durchschlüpfen können, welche dann die Düse verstopfen.

Der Durchmesser des Abflusses richtet sich nach dem Durchmesser der Druckleitung.
Als Behälter für die Wasserfassung kann man sich, je nach Größe und Gegebenheiten, eine Betonröhre mit Boden oder einen abgeänderten Kunststoffbehälter vorstellen. Es gibt bereits Quellsammelschächte mit Überlauf und Auslaufweiher die für diesen Zweck verwendet werden können. Diese Schächte sind erdverlegbar und dienen als kleiner Zwischenspeicher.

Absperrorgane

Damit die Turbine ausgeschaltet werden kann, sollten Absperrarmaturen vorgesehen werden. Diese sollten in offenem Zustand einen geraden, wirbelfreien Durchfluss ermöglichen.
Hierfür sind Kugelhähne bestens geeignet. Bei mehreren Düsen sollte jede einzelne Düse zu und weggeschaltet werden können. Es ist auch ein elektrischer Kugelhahn mit Federrücklauf in der Zuleitung realisierbar, dieser kann bei voller Batterie die Turbine abstellen. Wird wieder Energie von der Batterie benötigt, dann öffnet der Kugelhahn die Turbinenzuleitung.

Ableitung- Unterwasserführung

Bei der Peltonturbine handelt es sich um eine Freistrahlturbine, d.h. das Wasser verlässt die Turbine drucklos.
Für den optimalen Betrieb ist es bedeutend, dass das Laufrad nicht im Wasser watet, also ein ausreichender Freihang zwischen Laufrad und höchstem Unterwasserstand zur Verfügung steht. Zusätzlich muss der Unterwasserbereich ausreichend belüftet werden. Die Ableitung sollte großzügig dimensioniert werden, dass bei maximaler Wassermenge die Abwasserleitung nicht vollständig gefüllt ist. Damit ist eine Belüftung des Unterwasser- Turbinenraumes gegeben.

Betriebs- und Sicherheitsanleitung

Die Anweisungen in der Betriebs- und Sicherheitsanleitung müssen genau beachtet werden. Diese ist vor der Installation der Anlage zu lesen!

Firma
LINGENHÖLE Technologie GmbH
Runastrasse 110
A- 6805 Feldkirch-Gisingen
UID-Nr. ATU 74786369
Tel./Phone:+43(0)5522/75451
Fax.:+43(0)5522/75451-35
office@lingenhoele.at
www.lingenhoele.at