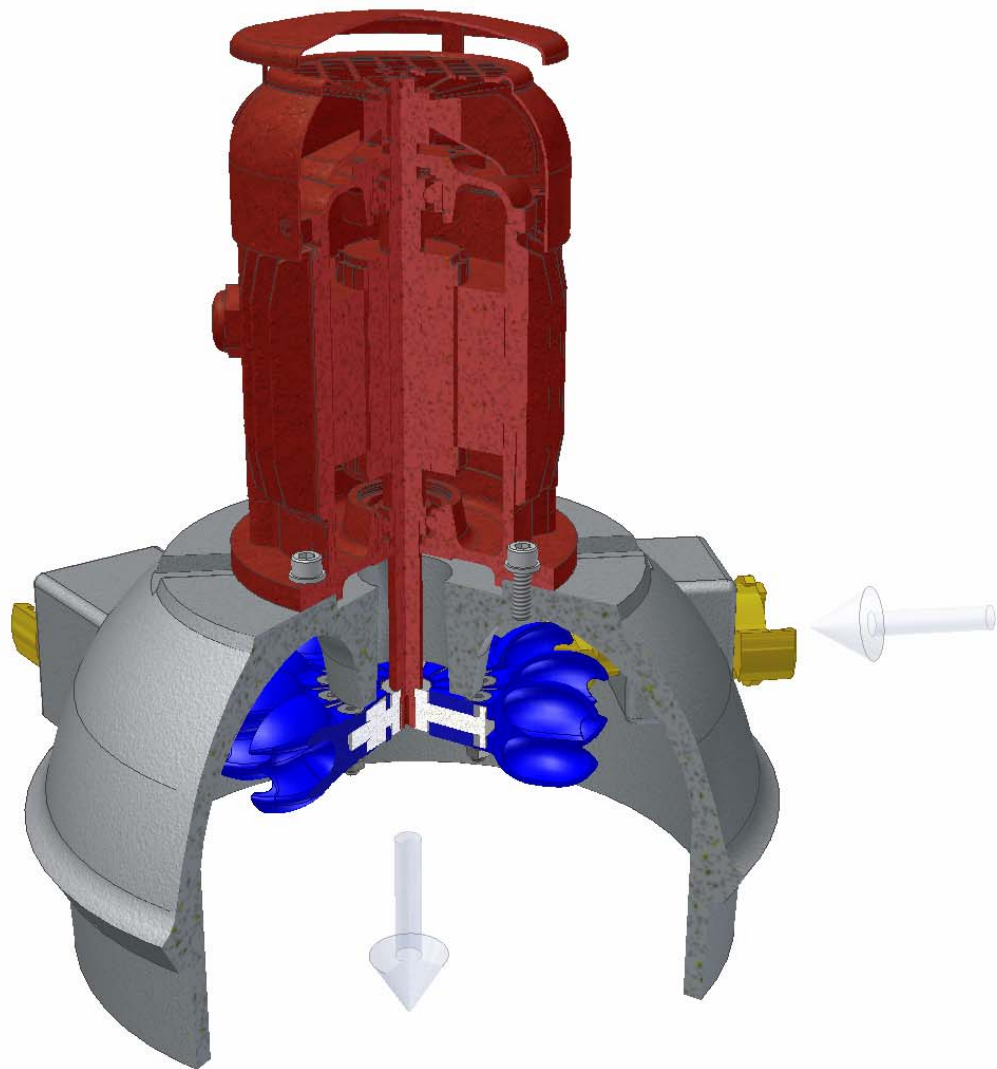




# LINGENHÖLE TECHNOLOGIE

*Vorarlberger Wärmebehandlungszentrum  
Mechanische Komponenten  
Wasserkraftwerke - Turbinenbau*

## Technische Dokumentation tragbare Wasserturbinen KT100/KT340/KT1100 (100-1100Watt)



**Dezentrale, umweltfreundliche Energieerzeugung**

## Tragbare Wasserturbinen (Peltonturbine)

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 24Volt eingesetzt.

Dadurch halten sich die Verluste in den Leitungen in Grenzen. Es kann jedoch auch ein Batteriesystem mit 12V 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 230V 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
- Entwicklungsländer
- Regionen ohne öffentliches Versorgungsnetz

### Typenübersicht

KT 100 Leistung: 15 bis max. 100 Watt  
KT 340 Leistung: 100 bis max. 340 Watt  
KT 1100 Leistung: 150 bis max. 1100 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
- hoher Wirkungsgrad
- preiswert



## **Aufbau**

Die tragbaren Kleinwasserturbinen zeichnen sich durch einen besonders einfachen Aufbau aus. Im wesentlichen besteht die Turbine aus einem bürstenlosen Synchrongenerator mit Permanentenerregung 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 Permanentenerregung, ist bürstenlos und hat lebensdauer geschmierte 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 ist eine Anpassung an verschiedene Wassermengen möglich. Mithilfe einer händischen Düsenadelverstellung (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)

An Stelle eines Ladereglers kann auch ein geeigneter Netzwechselrichter verwendet werden, um die erzeugte Energie direkt in das vorhandene Netz zu speisen. Dazu sind aber die Bedingungen des örtlichen EVU einzuhalten, zudem ist Generatorspannung an den Wechselrichter anzupassen. Eine weitere Möglichkeit ist der Einsatz eines Asynchron Energiesparmotors anstelle des Permanentenerregten Generators. Diese Variante ist preiswerter jedoch der Wirkungsgrad geringer. Wichtig: Der Asynchrongenerator ist nicht für den Einsatz in Inseln Systemen geeignet!

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 2-3 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 wenig Verluste verursachen.

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

z.B.  $Q=2\text{l/s}$ ;  $v=1\text{m/s}=10\text{dm/s}$

$Q=v \cdot A \rightarrow A = \text{Quadratwurzel} [(2/10) \cdot 4/\text{Pi}] = 0,5\text{dm} \rightarrow \underline{\text{Innendurchmesser mindestens 50mm}}$

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 wird die Nettofallhöhe und die Wassermenge benötigt.

Bruttofallhöhe.... Höhendifferenz Oberwasserstand zu Unterwasserstand

Nettofallhöhe.....Bruttofallhöhe- Reibungsverlust- Freihang

Freihang..... Höhe Unterwasserstand bis zum Düseneinlauf

$$P = g \cdot Q \cdot \rho \cdot H_n \cdot \eta$$

$g$ .....Fallbeschleunigung 9,81 [m/s<sup>2</sup>]

$Q$ .....Volumenstrom [m<sup>3</sup>/s]

$\rho$ .....Dichte [kg/m<sup>3</sup>] =1000kg/m<sup>3</sup>

$H_n$ .....Nettofallhöhe [m] =Bruttofallhöhe-Reibungsverlust-Freihang

$\eta$ .....Gesamt-Wirkungsgrad [ohne Einheit] z.B. 60%=0,6

### Überschlagsrechnung

Leitung [Watt]= Nettofallhöhe [m] x Wassermenge [l/s] x Wirkungsgradfaktor x100

z.B.:

$H_n=20\text{m}$  ;  $Q=1\text{l/s}$ ; Gesamtwirkungsgrad:60%

$P=20 \times 1 \times 60\% \times 100=120\text{Watt}$

## Wirkungsgrad

Der Gesamtwirkungsgrad bei den Kleinstwasserkraftwerken (z.B. 100-1000Watt) liegt bei max. 65%

Hier ist der Wirkungsgrad des Generators, der Turbine bereits berücksichtigt.

Bei ungünstigen Verhältnissen der Wassermenge zur Fallhöhe z.B.  $Q=0,3\text{l/s}$  bei  $H_n=50\text{m}$  sinkt der Wirkungsgrad auf ca. 35%. Der Strahldurchmesser wird infolge der Fallhöhe und der kleinen Wassermenge sehr klein, was sich ungünstig auf die Schaufelgeometrie auswirkt. Weitere Verluste durch Laderegler, Gleichrichter, Batterien, Übertragungsverluste, Wechselrichter müssen gegebenenfalls berücksichtigt werden. Eine Energiebilanz ist unbedingt erforderlich!

Kleinwasserkraftwerke größerer Leistung

z.B. 100KW erreichen Gesamt-Wirkungsgrade um die 83%.

In anbetracht der kleinen Leistungen z.B. 100Watt sind die erreichbaren Wirkungsgrade sehr gut.

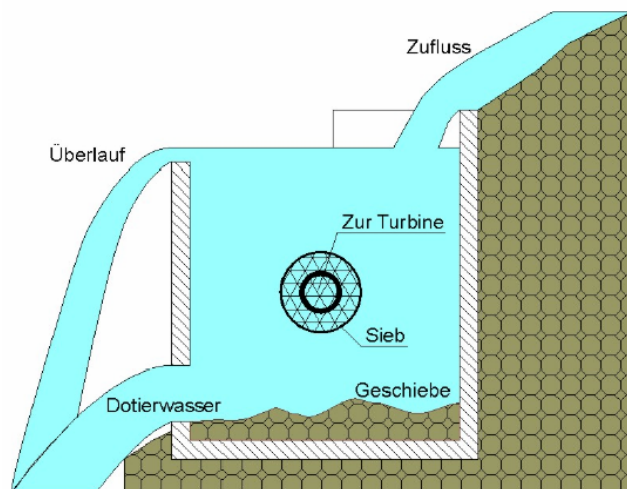
## Wasserfassung

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 sicher gestellt werden. Dieser konstante Wasserablass wird vielfach auch Dotierwasser genannt. Weiters 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 legen die Restwassermenge fest. Die Querschnittsfläche  $A$  könnte wie folgt berechnet werden:

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



A: Querschnittsfläche in  $[\text{mm}^2]$

Q: Volumenstrom in  $[\text{l/s}]$

h: Höhendifferenz zwischen Überlauf und Restwasserloch in  $[\text{m}]$

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.

Weiter muss die Steigung der Gitterstäbe so gewählt werden, dass die Objekte darüber wegrollen oder schieben.

Unterhalb des Rechens muss genügend Raum für das Geschiebe vorhanden sein.

Auch sollte der Rechen vom Behälter demontierbar sein, damit auch das Geschiebe im innern 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 Wasserstandslinie sein, damit das

Geschwemsel (schwimmende Teile wie Holz und Unrat) nicht am Sieb kleben bleibt sonder 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. 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, Auslaufseihier 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 im offenen 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 wadet, 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 Maximalwassermenge 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!