

# Wasserräder

## Maßkonfektion für Ihren Mühlenstandort

Die Wasserräder mit der größten Leistungsfähigkeit, die so genannten „überschlächtigen“ Wasserräder sind seit dem Mittelalter bekannt und werden von oben mit Wasser beaufschlagt.

Das Einsatzgebiet überschlächtiger Wasserräder liegt bei Gefällen von 2,5 m bis 10 m und Wassermengen bis zu 2 m<sup>3</sup>/s. Typischerweise trifft man im Einsatz auf Gefälle von 3 bis 6 m und Wassermengen von 0,1 bis 0,5 m<sup>3</sup>/s. Ehemalige Mühlenstandorte besitzen in der Regel Potentiale zwischen 2 und 10 kW.

Die Leistung einer Wasserkraftanlage bemisst sich aus dem Wasserdargebot und der Fallhöhe sowie dem Abflussverhalten des Gewässers, woraus sich das hydraulische Potential und die am jeweiligen Standort generierbare elektrische Leistung (kW) ermitteln lässt. Überschlächlich erfolgt die Berechnung der Leistung eines überschlächtigen Wasserrades mit folgender Formel:

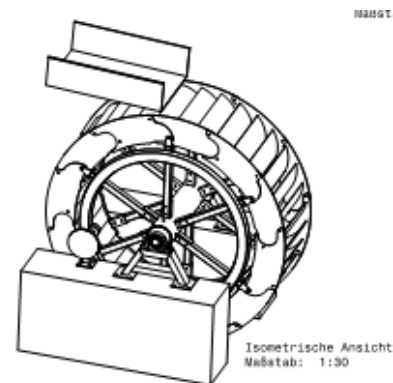
$$P_{el.} = \rho \cdot g \cdot h \cdot \dot{V} \cdot \eta_{ges}$$

wobei hier  $P_{el}$  die elektrische Leistung [W],  $\rho$  die Dichte des Wassers [kg/m<sup>3</sup>],  $g$  die Fallbeschleunigung [m/s<sup>2</sup>],  $h$  die Fallhöhe bzw. der Raddurchmesser [m],  $\dot{V}$  der Volumenstrom des Wassers [m<sup>3</sup>/s], und  $\eta_{ges}$  den Gesamtwirkungsgrad von ca. 0,7 darstellen.

**VORZÜGE** Wasserräder laufen bei stark schwankenden Wassermengen im Gegensatz zu Turbinen auch ohne Wasserstands- und Durchflussregelung im Teillastbereich ohne nennenswerte Einbußen beim Wirkungsgrad. Auch sind sie zumeist

unempfindlich gegenüber Gewässer-  
verunreinigungen. Überschläch-  
tliche Wasserräder kommen daher ohne  
Rechen aus. Die biologische  
Durchgängigkeit der Gewässer bleibt  
in der Regel gewahrt. Aufgrund  
seiner niedrigen Drehzahl ist eine  
Verletzungsgefahr für Fische  
ausgeschlossen,

**TECHNOLOGIE** Damit diese  
Vorzüge des Wasserrades zum  
Tragen kommen, galt es das Konzept  
des Wasserrades in die Moderne zu  
übersetzen, um Wasserräder gezielt  
für die wirtschaftliche Strom-  
erzeugung auszurüsten.



Die prinzipbedingt niedrigen  
Drehzahlen der Wasserräder von  
typischerweise 5-12 U/min  
(Umfangsgeschwindigkeiten von ca.  
1,5m/s) müssen auf das Generator  
übliche Drehzahlniveau von 750 –  
1500 U/min übersetzt werden. Dies  
erfordert ein Übersetzungsverhältnis  
von etwa 1:100.

Die geringe Drehzahl macht Getriebe  
erforderlich, welche extrem hohen  
Eingangsdrehmomenten dauerhaft  
standhalten (z.B. 2000 - 5000 Nm bei  
 $D_{Rad} = 3m$ ). Moderne Planeten-  
getriebe erfüllen diese Aufgabe bei  
Wirkungsgraden von über 90%.

**COMEBACK** Der Übergang  
weg von fossilen Brennstoffen  
hin zu erneuerbaren Energien  
verhilft auch den Wasserrädern  
zu einer Renaissance. Im  
Gegensatz zur Wind- oder  
Solarenergie erlaubt die  
Wasserkraft die Erzeugung  
grundlastfähigen Stroms,  
welcher verlässlich zur  
Verfügung steht.

**BAU** Auch bei der Material- und Fertigungstechnik hat die Neuzeit Einzug gehalten. Edelstahl und Aluminium sowie eine CNC-gesteuerte Blechbearbeitung ersetzen die Arbeit des Zimmermanns.



Teure Einzelanfertigungen zur Anpassung an die geografischen Verhältnisse des jeweiligen Standortes sind nicht mehr erforderlich. Im Sinne der Maßkonfektion erlaubt unser Baukastensystem, basierend auf einer überschaubaren Anzahl standardisierter Elemente (Welle; Lagerung; Nabe; Speichen; den Radkranz ausbildende, integrale Zellelemente zur Aufnahme des Wassers) die individuelle Serienfertigung moderner, kosten-günstiger Wasserräder zur wirtschaftlichen Erzeugung elektrischen Stroms.

**BETRIEB** Dazu trägt auch der unbemannte Betrieb mittels Fernwartung und -steuerung bei. Zustandsabfragen und Eingriffe in betriebliche Abläufe wie z.B. das Stoppen des Rades lassen sich bequem von zu Hause aus via Mobiltelefon oder PC und Internet erledigen.

Für praktisch alle Fließgewässer in Deutschland

und Europa liegen bei den hydrologischen Instituten verlässliche Jahres – Abfluss –Reihen in Dekaden-Zyklen vor. Die Einspeisung in das öffentliche Stromnetz und deren Vergütung ist gemäß EEG gesetzlich für 20 Jahre garantiert. Mit der letzten EEG-Novelle wurde die Einspeisevergütung für Kleinwasserkraftwerke bis 500kW im Jahre 2009 auf 12,67 Cent/kWh erhöht. Auf dieser Basis lassen sich fundierte Investitionsentscheidungen treffen.

### WIRTSCHAFTLICHKEIT

Unterstellt man eine Verfügbarkeit von 85%, was einer jährlichen Betriebsdauer von 44 Wochen oder 7446 Stunden entspricht, so lassen sich bei 10kW Dauerleistung rund 75 MWh Strom erzeugen. Dies entspricht einem Bruttoertrag von 9434 Euro jährlich. Davon sind etwa 1500 Euro für Wartung und Betrieb abzuziehen.

Diese Form der nachhaltigen Energieerzeugung ist nicht nur für Inhaber alter Wasserrechte und Mühlenstandorte von Interesse, sondern auch für Investoren. Eine beispielhaft vom Land NRW durchgeführte Potentialstudie soll diesen den Weg weisen. Allein in Deutschland lassen sich etwa 20.000 ungenutzte ehemalige Mühlenstandorte, welche mit Turbinentechnik nicht wirtschaftlich zu erschließen sind, reaktivieren.

Meist sind der alte Mühlgraben und der Mühlenteich noch vorhanden und auch das Wehr lässt sich mit einem überschaubaren Aufwand wieder Instand setzen. Genehmigungsverfahren gestalten sich relativ einfach, soweit der alte Rechtszustand (Betrieb eines Wasserrades) angestrebt wird.

### INVESTITIONEN

Die Investitionskosten für den Maschinensatz (Wasserrad, Lagerung, Getriebe, Generator, Schaltschrank mit Einspeise- und Steuertechnik) eines überschlächtigen Wasserrades aus unserem Hause liegen in Abhängigkeit von der Leistung zwischen 3.000 und 10.000 Euro je installiertem Kilowatt, wobei eine 10kW Anlage mit 5000 Euro/kW zu Buche schlägt. Bei Halbierung der Leistung auf 5kW steigen die Kosten um ca. 50% auf rund 7500 Euro je installiertem kW und sinken bei einer Verdopplung der Leistung auf 20kW um rund 30% auf etwa 3500 Euro/kW. Diese Kostendegression wird in der nachfolgenden Abbildung noch einmal veranschaulicht. Hinzu kommen Investitionen für wasserbauliche Maßnahmen vor Ort zur Wasserfassung, Fundamentierung, und Zulauf welche je nach Umfang überschlächtig mit 50-100% der Kosten für den Maschinensatz anzusetzen sind. Eine Amortisationszeit von ca. 10 – 12,5 Jahren scheint damit für eine Anlage mit 10kW Leistung realistisch.

