

SRW Mitterfelner

Fasanenweg 2 - 85661 Forstinning - Tel: 08121 41321 - email: info@srw-hydro.de

Nachdruck aus:

Wasserkraft & Energie
Nr. 1/2004
Verlag Moritz Schäfer
Paulinenstraße 43
32756 Detmold

Riemenantriebe in Wasserkraftwerken

O. Mitterfelner, Forstinning



Riemenantriebe in Wasserkraftwerken

Riemenantriebe wurden bei Beginn der Industrialisierung eingesetzt, um von einer zentralen Antriebsquelle, z. B. Wasserrad oder Dampfmaschine, die Kraft auf mehrere kleine Maschinen zu übertragen. Als kostengünstige Kleinmotore entwickelt wurden, wurden diese Antriebe über Transmissionswellen und Lederriemen von dezentralen Antrieben abgelöst. In Mühlen mit vielen kleinen angetriebenen Maschinen werden auch heute noch die strapazierfähigen Lederriemen verwendet (Abb. 1).

Moderne mehrlagige Flachriemen sind jedoch mit den früheren Vollederriemen nicht vergleichbar. Insbesondere aufgrund der Spannkraft, welche bereits bei sehr geringen Riemendehnungen erzielt werden, leisten moderne Flachriemen ein Mehrfaches im Vergleich zu den damaligen Lederriemen

Deshalb werden heute in zahlreichen Kleinstwasserkraftwerken wieder vermehrt moderne synthetische Flachriemen zur Übertragung der Kraft zwischen Turbine und Generator eingesetzt. Da Kaplan, Francis und Durchströmturbinen (Ossberger, Cink, und andere) relativ langsam laufen, z. B. 200 Umdrehungen pro Minute, muss die Drehzahl über ein Getriebe, oder ein Riemenvorgelege an die Drehzahl des Generators angepasst werden.



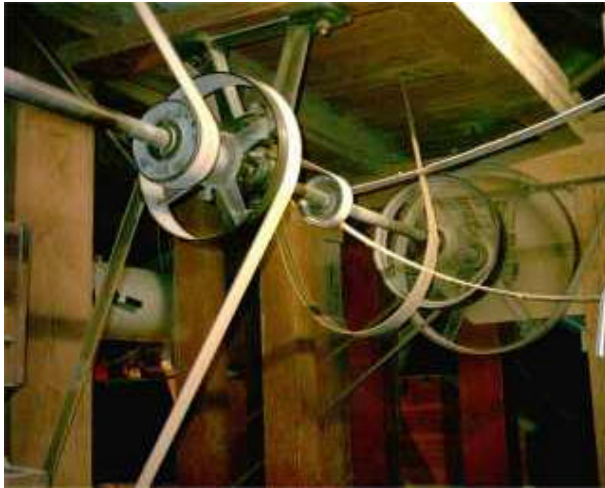


Abb.1: Riemenantrieb in der Wolfmühle, Forstinning

(om)

Theoretisch sind folgende Drehzahlen bei einem 50 Hz Generator möglich:

Polzahl	Drehzahl
2	3000
4	1500
6	1000
8	750

Generatoren mit 750 U/Min oder weniger sind aber aufwendiger und damit teurer. Die Abmessungen des Rotors ist ungefähr proportional zur Größe des Drehmomentes, das heißt, ein Generator mit gleicher Leistung, aber halber Drehzahl, ist etwa doppelt so groß. Deshalb werden in der Regel Generatoren mit 1000 oder 1500 U/min eingesetzt. - Bei schnell laufenden Turbinen kann man die Turbine und den Generator ohne Drehzahlübersetzung auch direkt ankoppeln.

Vergleicht man Treibriemen mit mechanischen Getrieben, so ergeben sich folgende Plus- und Minus-Punkte:

- + relativ freie Anordnung von Generator; nur die Achsen müssen parallel sein.
- Platzbedarf größer gegenüber Getriebe.
- Etwas empfindlich gegen Umwelteinflüsse, Öl, UV-Strahlung.
- + Elastische Kupplung und Überlastschutz durch durchrutschen.
- + Kühlung nicht notwendig.
- + Kein Schmiermittel und keine Dichtungen erforderlich.
- Leistung nach oben beschränkt, ca. 600kw (bis 1.500 kW).
- Riemen-Lebensdauer eingeschränkt, ca. 10 Jahre (bis 15 Jahre).
- + Freies Wellenende für Verstellmechanismus bei Kaplan-Turbinen vorhanden.
- + Montage eines Endlosriemens an der Turbine auch vor Ort möglich.

- + Wirkungsgrad gleich gut wie bei einem Getriebe, ca. 98%.
- + Lederbeschichtete Riemen sind in solchen Anwendungen oft leiser als ein Getriebe.
- + meist kostengünstiger.

Leser, die an weiteren technischen Details interessiert sind, können diese in dem Beitrag "Der Flachriemen" von Dipl.-Ing. K.. Hamerak in „Wasserkraft & Energie“ 4/1999 nachlesen. In den folgenden Zeilen soll auf die praktische Anwendung in Wasserkraftwerken Bezug genommen werden.

Technische Daten

Wenn man einen neuen Treibriemen als Ersatz benötigt, so braucht der Hersteller folgende Angaben:

- Breite des Riemens; das kann man einfach am alten Riemen messen.
- Breite der schmalen Scheibe
- Scheibendurchmesser der kleineren Riemenscheibe; das ist meist der Generator.
- Drehzahl der kleineren Scheibe, siehe Typenschild am Generator.
- Die maximale Leistung, siehe Typenschild am Generator
- Die Länge des Riemens: Dazu misst man mit einem Maßband die Gesamt-Länge um beide Riemenscheiben herum. Wichtig ist, dass man dieses bei vollständig entspannten Riemen macht, damit man nach auflegen des neuen Riemens die Möglichkeit zum Spannen hat.
- Zusätzlich benötigt der Hersteller noch Angaben zum Einsatz, also hier Generator.

Bei einem Sägewerk ist die Situation für den Riemen schwieriger, hier treten Stöße auf, und bei der Auslegung des Riemens ist die Verschmutzung durch z. B. Sägespäne zu berücksichtigen.

Ein wesentlicher Punkt noch: Soll der Riemen "endlos" geliefert werden, oder muss er vor Ort "eingefädelt" werden, und kann erst dann verschweißt werden. Bei der Anlage auf Bild 2 ist beispielsweise der Rahmen hinten auf 1cm dicke herausnehmbare Distanzplatten gestellt, so dass man den Endlos-Riemen hier einführen kann. Das erspart die Anfahrtkosten für den Monteur, und die Arbeitszeit vor Ort.



Abb.2: Moderner Flachriemen an einer Kaplan-Turbine

Hier ein konkretes Beispiel:

- Generator: 50kW, 1000 U/min,
250 mm Scheibendurchmesser,
200 mm Scheibenbreite
- Turbine: 1300 mm Scheibendurchmesser
- Länge des Riemens: 10,72 Meter
- Breite des Riemens: 160 mm

Aus diesen Angaben ermittelt der Hersteller den geeigneten Riemen, und auch die benötigte Vorspannung (z. B: 1,9%) mit dem benötigten Spannweg, hier ca. 48 mm.

Weitere Kenngrößen, wie Umschlingungswinkel, Trumkräfte, Umfangskraft etc. werden in der Regel ebenfalls berechnet. Der Durchmesser der kleinen Scheibe ist übrigens auch für Lebensdauer des Riemens verantwortlich, je kleiner die Scheibe, desto höher die Biegebeanspruchung. Die Kosten für einen solchen Riemen liegen bei ca. 800 - 850 Euro; die Lieferzeit ist 3 -5 Tage.

Man kann sich jetzt leicht selbst ausrechnen, wann sich die Anschaffung eines Ersatzriemens lohnt. In der Regel reißt ein Riemen aber nicht plötzlich, sondern er macht durch ungewöhnliche, rhythmische Geräusche auf einen Fehler aufmerksam. Dann ist es höchste Zeit, Ersatz zu bestellen.

Herstellung

Auf Basis der oben genannten Daten wird beim Lieferanten über EDV der geeignete Riemen berechnet. Der Riemen wird dann in der Werkstatt anhand eines Arbeitszettels gefertigt. Zuerst wird er von der Rolle auf Maß abgelängt, im 60° Winkel (Abb. 3).



Abb.3: Riemen beim Zuschneiden (Bild Reichenbach GmbH)

Durch diesen Winkel läuft die Verbindung spitz über die Scheiben und schlägt nicht. Anschließend wird er an der Schleifmaschine angeschrägt, um eine große Fläche für die Verschweißung zu erhalten (Abb. 4).



Abb 4: Anschleifen der Klebeflächen (Bild Reichenbach GmbH)

Es entsteht eine sehr große Klebefläche (Abb. 5); man erkennt auch die einzelnen Schichten des Riemen. Hier werden zwei Riemen gleichzeitig vorbereitet.



Bild5: Riemen für das Verschweißen vorbereitet (Bild Reichenbach GmbH)

Die Klebeflächen werden mit speziellem Kleber für die Polyamidschicht und einem anderen Kleber für die Leder-Lauffläche eingestrichen, worauf die beiden Enden in einer Heizpresse bei einer Temperatur von 120°C innerhalb von 15 bis 35 Minuten verschweißt werden (Bild6).



Bild6: Riemen in der Klebe-Press (Bild Reichenbach GmbH)

Abschließend wird die Verbindung gesäubert und der Riemen ist einsatzbereit.

Montage

Bei einigen Riementypen ist bei der Montage die Laufrichtung zu beachten, entsprechend dem Laufrichtungspfeil. Wichtig ist auch, dass die beiden Scheiben genau in einer Flucht liegen. Über eine gespannte Schnur an den Kanten der Riemenscheiben lässt sich dieses nachprüfen. Fluchten die Scheiben nicht richtig, so kann die Einrichtung und Zentrierung des Riemens problematisch sein. Mindestens eine Riemenscheibe muss ballig ausgebildet sein, also in der Mitte etwas dicker als außen, damit der Riemen zur Mitte hin gezogen wird. Laut DIN 111 [1] ist für die kleinere Riemenscheibe in diesem Beispiel eine Balligkeit $h = 1$ mm angegeben. Andere Quellen nennen 0,5 mm für diese Größe. Wird das nicht beachtet, so ist die Zentrierung des Riemens unter Umständen nicht gewährleistet oder die Lebensdauer des Riemens kann sich verkürzen. - Bei der Montage des Riemens ist unbedingt darauf zu achten, dass er nicht mit Gewalt über die scharfe Kante der Riemenscheibe gedrückt wird. Eine Beschädigung könnte die Folge sein.

Ganz wesentlich ist die Riemendehnung: Ein Riemen muss mit einer definierten Vorspannung, z. B. 2%, betrieben werden, damit er die Kraft übertragen kann. Diese Auflegedehnung wird vom Hersteller berechnet, und ist unbedingt einzuhalten. Zu wenig Dehnung führt zu einem erhöhten Verschleiß am Riemen durch durchrutschen, zu viel Vorspannung belastet die Lager unnötig und kann den Riemen überlasten. Das Vorgehen, den Riemen so fest zu spannen, bis er nicht mehr schlägt, ist nicht geeignet! Um eine exakte Einstellung der Vorspannung zu erreichen wird vor der Montage eine Metermarke, aufgebracht, also zwei Striche in exakt 1000mm Abstand. Bei einer erforderlichen Auflegedehnung von 2% wird er Riemen so gespannt, dass die beiden Striche exakt 1020 mm Abstand haben.

Nun sollte man den Riemen von Hand durchdrehen, in beide Richtungen, um zu sehen ob er mittig auf den Scheiben läuft. Erst dann darf man die Anlage anfahren, zuerst noch ohne Last. Ein späteres Nachspannen des Riemens ist übrigens nicht notwendig. - Wenn man einen gebrauchten Riemen abmontiert, und später wieder verwenden möchte, so sollte man (wenn die ursprüngliche 1-Meter Markierung nicht mehr vorhanden ist), eine Markierung in gespanntem Zustand anbringen, z. B. 1020 mm. Nach der erneuten Montage ist der Riemen dann wieder auf diese ursprünglichen 1020 mm zu spannen. - Nach ca. 2-3 Monaten muss die Riemenspannung an Hand der Metermarke zur Sicherheit überprüft werden. Nach maximal 6 Monaten sollte bei Hochleistungsflachriemen mit Lederbeschichtung regelmäßig der Zustand überprüft werden, und mit Sprühpaste oder Riemenspray behandelt werden.

Keilriemen werden bei Wasserkraftwerken sehr selten eingesetzt. Sie benötigen zwar weniger Platz als ein Flachriemen, dafür sind aber teure Riemenscheiben notwendig, auch ist der Wirkungsgrad schlechter als bei Flachriemen. Zusätzlich sind sie meist lauter, müssen nachgespannt werden, und die Lebensdauer ist geringer.

Sollte es, z. B. wegen geänderter Fallhöhe, wünschenswert sein die Turbinendrehzahl nachträglich zu ändern, so ist dies ohne großen Aufwand durch Austausch der kleineren Riemenscheibe möglich. Eine Umrüstung von Getriebe auf Flachriemen ist - je nach Anwendungsfall - möglich, wenn die entsprechenden technischen Parameter, z. B. die Dimensionierung der Lager, von einer Fachfirma geprüft und berechnet werden.

Pflege

Wenn ein Treibriemen deutlich schlägt, dann sollte man die Anlage abschalten, und den Riemen kontrollieren. Manchmal löst sich an der Klebestelle die Lauffläche, und verursacht das charakteristische "harte" Geräusch. Manchmal hat sich nur die innere Schicht, die Reibschicht, abgelöst, und die Zugschicht und Rückschicht ist unversehrt. Dann kann man sich entscheiden, ob man vorsichtshalber einen neuen Riemen in Auftrag gibt, oder die beschädigte Stelle vor Ort nachkleben lässt. - Einen Reserve-Riemen sollte man zusammengerollt lagern, nicht auf der Kante stehend.

Zur Pflege von lederbeschichteten Riemen bieten die Hersteller ein Riemenspray an, das die Haftung des Riemens leicht erhöht, und den Verschleiß vermindert, aber im wesentlichen als Lederpflegemittel dient. Der Riemen läuft dann auch leiser. Man gibt nur ganz wenig davon im Betrieb auf die Lauffläche, sonst bilden sich sogenannte „Anbackungen“ von Staub und Schmutz, in Verbindung mit dem Riemenspray, was nach einiger Zeit ungewöhnliche Geräusche verursacht. Festes Riemenadhäsionsmittel, oft "Riemenpech" genannt, darf auf modernen Riemen nicht verwendet werden. Es kann zur Beschädigung der Chromleder-Reibschicht führen und dient nicht der Lederpflege. Bei gummibeschichteter Lauffläche ist Riemenpech ohnehin nicht nötig, da die Elastomer-Lauffläche einen relativ hohen Reibwert gegenüber Eisen-Scheiben aufweist. Gelegentlich kann der Riemen mit einem trockenen Tuch abgerieben werden. Fett, Öl und Wasser sind für einen Riemen schädlich, da er deshalb durchrutschen kann, und dadurch Beschädigungen auftreten. Direkte Sonneneinstrahlung (UV-Strahlung) sollte ebenfalls vermieden werden. Der Temperaturbereich eines Riemens ist bei Wasserkraftwerken unkritisch, er liegt bei etwa 0 bis 80 Grad.

Eine "Spezialbehandlung" gegen unrund laufende Riemen, die in Sägewerken gelegentlich erfolgreich praktiziert wird, ist das Einstreichen mit Dieselöl. Es wirkt, aber ob hier nicht doch eine Materialschädigung entsteht, ist nicht sicher. Auf alle Fälle dürfte die Garantie hinfällig sein!

Fazit

Wie man sieht, sind moderne Flachriemen optimal für den Einsatz in Wasserkraftwerken geeignet. Sie dienen zur Drehzahlübersetzung und dämpfen gleichzeitig Stöße und Schwingungen. Dabei sind sie kostengünstig und einfach in der Handhabung. Und wenn einige wenige Voraussetzung beachtet werden, kann man sogar von einer Lebensdauer von 10 Jahren und mehr ausgehen.

Mit freundlicher Unterstützung von:

- [Siegling GmbH / Reichenbach GmbH](#)
- [Habasit GmbH](#)
- [Ammeraal Beltech AG](#)

Literaturangabe

[1] Klein, M. : Einführung in die DIN-Normen – Teubner Verlag Stuttgart

www.srw-hydro.de

Wasserkraft & Energie 1/2004