

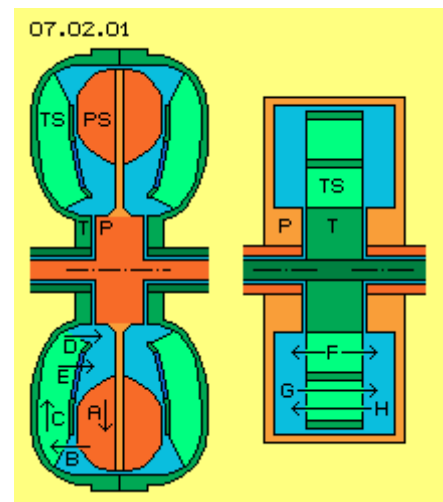
07.02. Mäander-Rad

Zielsetzung und Lösungsansatz

Mit dem 'Windrad im Keller' des vorigen Kapitels ist eine Lösung zur Energie-Versorgung durch eine stationäre Maschine gegeben. Windräder können Energie nur produzieren bei entsprechend großem Bauvolumen, wenngleich diese Maschine im Keller installiert werden kann. Kleinere und leistungsfähigere Motoren kann man nur bauen, wenn anstelle von Luft ein dichteres Arbeitsmedium verwendet wird, z.B. Wasser mit seiner rund 800 mal größeren Dichte oder auch ein Öl.

Bei drehender Bewegung von Luft sind Fliehkräfte praktisch ohne Bedeutung. Im Gegensatz dazu treten bei rotierender Flüssigkeit starke Fliehkräfte auf, die bei der Organisation von Bewegungsprozessen zu berücksichtigen sind.

Zielsetzung dieses Kapitels ist die Konzeption eines leistungsfähigen Motors geringen Bauvolumens, der mit Wasser zu betreiben ist. Die Leistung soll ausschließlich per Sogwirkung erreicht werden, also nur die kinetische Energie der normalen molekularen Bewegung soll genutzt werden, ähnlich wie beim 'Keller-Windrad'. Dessen prinzipieller Bewegungsablauf ist links in Bild 07.02.01 noch einmal skizziert



Die Pumpe P (rot) fördert die Luft nach außen (A), sie wechselt über in den Einlass (B) der Turbine, fließt in dieser einwärts (C), ganz innen wieder in den Bereich (D) der Pumpe bzw. etwas früher durch die Schlitze (E) entlang der Turbinen-Sogseiten.

Mit Wasser kann dieser Kreislauf nicht ausgeführt werden, weil schnell rotierendes Wasser nicht gegen seine Fliehkraft nach innen zu saugen ist. Rechts in diesem Bild ist eine Möglichkeit zur Vermeidung der nachteiligen Wirkung der Fliehkräfte aufgezeigt. Hier ist (zunächst) die Pumpe P (rot) als umfassendes Bau-Element skizziert, innerhalb dessen die Turbine T (grün) installiert ist.

Im Prinzip muss das Wasser immer auf gleichem Radius innerhalb der Turbinen-Schaufeln TS (hellgrün) bleiben. Das Wasser darf dort nur von links nach rechts bzw. umgekehrt fließen, wie durch Doppelpfeil F markiert ist. Diese Hin- und Zurück-Bewegung kann auch als kontinuierlicher Kreislauf organisiert werden, dann allerdings auf nahe zusammen liegenden Radien, wie durch Pfeile G und H markiert ist. Eventuell kann dieser Bewegungsprozess auch mehrfach auf unterschiedlichen Bereichen angelegt sein.

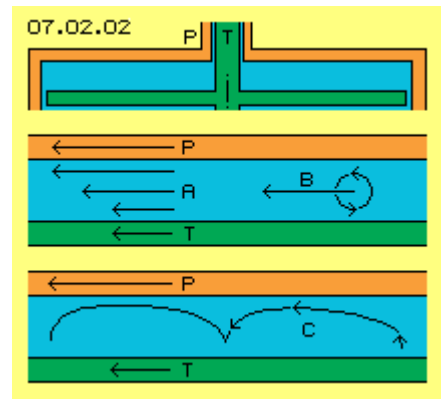
Mitnahme-Effekt

Dieser Motor soll ausschließlich auf der Anwendung von Sog basieren, also darf die Pumpe keine Schaufeln zur Ausübung von Druck aufweisen. In Bild 07.02.02 ist oben schematisch und als Ausschnitt das einfachste Prinzip skizziert: als Pumpe P (rot) dient eine rotierende plane Scheibe, an deren Oberfläche Wasser (blau) mit-gezogen und mittelbar auch eine Turbine T (grün) in Drehbewegung versetzt wird.

Diese Konstruktion stellt die einfachste Bauweise einer hydrostatischen Kupplung dar. Beim Anfahren des Systems muss Kraft aufgewandt werden, um alle Massen auf die gewünschte

Drehzahl zu beschleunigen. Im laufenden Betrieb ist Kraft erforderlich zur Überwindung von Reibungsverlusten. Die Turbine dreht mit etwa 98 % der Pumpen-Drehzahl.

Wenn Last an die Turbine angelegt wird, sinkt die Drehzahl der Pumpe ab und der Antrieb erfordert praktisch so viel mehr Kraft wie an der Turbine als Abtrieb abgenommen wird. Mit diesem System von Pumpe und Turbine wird (zunächst) also keine zusätzliche Energie generiert (und stellt insofern nur eine simple hydrostatische Kupplung dar). Diese Konzeption soll hier lediglich dazu dienen, eine Relativ-Geschwindigkeit im Wasser zwischen Pumpe und Turbine zu generieren, wobei nur der generelle Aufwand zur Kompensation von Reibung anfällt (ein paar hundert Watt, während der übrige Kraftaufwand zum Antrieb der Pumpe zu nahezu hundert Prozent als Abtrieb an der Turbine wieder verfügbar ist).



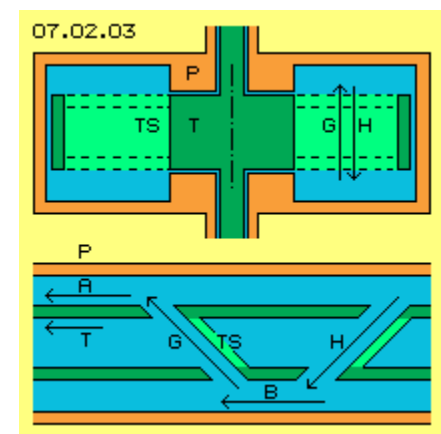
Im mittleren Abschnitt des Bildes ist eine Sicht von außen auf die Scheibe der Pumpe P (rot) und Turbine T (grün) dargestellt. Beide Scheiben bewegen sich hier von rechts nach links mit unterschiedlicher Geschwindigkeit. Das Wasser dazwischen wird in diversen Strömungsschichten abgestufte Geschwindigkeiten A aufweisen.

Die Bewegung ist aber nicht kontinuierlich und gleich geschichtet. Es wird vielmehr eine kreisende Bewegung B aufkommen, wobei der Kreismittelpunkt mit durchschnittlicher Geschwindigkeit vorwärts wandert. Im Raum ergibt sich dabei ein Bewegungsmuster wie im unteren Abschnitt des Bildes bei C skizziert ist. Das Wasser wälzt sich vorwärts, wobei es in sich drehend ist, etwa wie ein Wassertropfen an einer Scheibe herunter-gleitet.

Dieses Bewegungsmuster ist auch z.B. vergleichbar zu einem Ketten-Fahrzeug: vorn werden Ketten-Glieder abgelegt auf dem Boden (hier der Turbinen-Oberfläche) und hinten werden die Ketten-Glieder sukzessiv wieder von dieser Oberfläche abgezogen. Diese beiden Bewegungs-Komponenten, einerseits hin zur Turbine und andererseits wieder weg von deren Oberfläche, sind in diesem Mäander-Turbinen-Rad von Bedeutung.

Mäander-Bewegung

Bild 07.02.03 zeigt oben nochmals vorigen prinzipiellen Aufbau. Die Pumpe P (rot) umfasst die Turbine T (grün), wobei die Turbinen-Welle innerhalb der Pumpen-Hohlwelle gelagert ist. Die Turbine ist keine einfache geschlossene Scheibe, sondern weist Öffnungen auf, durch welche das Wasser (blau) von einer Seite der Turbine zur anderen und auch zurück fließen kann (siehe Pfeile G und H).



In diesem Bild 07.02.03 unten ist ein Ausschnitt dargestellt mit dem Querschnitt durch die Maschine (einer Mantel-Abwicklung im Bereich voriger Pfeile G und H).

Oben und unten sind beide Pumpen-Scheiben und entlang diesen bewegt sich das Wasser etwa mit der Geschwindigkeit der Pumpe (siehe Pfeile A und B). Die Turbine dreht langsamer, beispielsweise nur halb so schnell (siehe Pfeil T).

Mittig zwischen beiden Pumpen-Scheiben befindet sich die Turbine, welche im Prinzip ebenfalls aus zwei Scheiben besteht (dunkelgrün), die aber durch Schlitze unterbrochen sind. Die Schlitze sind gegeneinander versetzt und jeweils die hinteren Kanten der Schlitze

sind durch eine diagonal stehende Querwand verbunden, welche die eigentliche Turbinen-Schaufel TS (hellgrün) darstellt.

Damit ergibt sich ein diagonaler Durchlass G von unten nach oben und nachfolgend ein diagonaler Durchlass H von oben nach unten. Beide 'Kanäle' sind vom Einlass zum Auslass diagonal jeweils vorwärts im Drehsinn angelegt. Beide Kanäle sind jeweils nur auf ihrer (im Drehsinn) hinteren Seite durch eine Wand begrenzt. Von dieser Diagonalwand nach rückwärts schließen sich jeweils die seitlichen Flächen der Turbinen an, jeweils bis zur Öffnung vor der nächsten Diagonal-Wand.

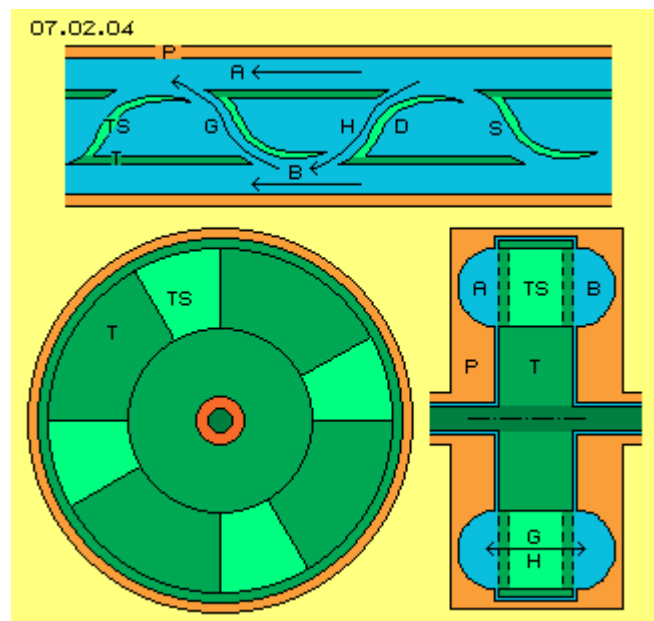
Rundum sind mehrere solcher 'Turbinen-Schaufeln mit angehängten Seitenflächen' angeordnet, jeweils in abwechselnde Richtung weisend. Das Wasser wird durch diese Kanäle gesaugt durch die schnelleren Strömungen A und B entlang der Pumpen-Oberflächen. Das Wasser wandert mäander-förmig durch die Turbine vorwärts, abwechselnd auf den Bahnen G und H.

Druck- und Sogwand

In Bild 07.02.04 oben ist voriger Schnitt noch einmal dargestellt. Die Turbinen-Schaufeln TS (hellgrün) sind nun etwas strömungsgünstiger gestaltet. An deren äußeren Kanten schließen sich jeweils die seitlichen Wände der Turbine T (dunkelgrün) an. Ihre Öffnungen jeweils vor den geschwungenen Schaufelblättern bilden praktisch düsenförmige Ein- und Auslass-Schlitze.

Die Pumpe P (rot) dreht schneller als die Turbine und entsprechend ist auch die Strömung A zwischen Pumpe und Turbine schneller als die Turbine. Wie bei einer Wasserstrahl-Pumpe wird damit Wasser aus diesem seitlichen Zufluss heraus 'gezogen'. Jede schnellere Strömung wirkt wie Sog auf seitliche langsamere Strömungen. Das Wasser der Strömung G folgt der Strömung A widerstandslos, aus eigenem Antrieb. Die Strömung A wird damit keinesfalls verzögert, ohne Krafteinsatz ergibt sich größerer Massedurchsatz - wie bekannt von jeder Wasserstrahl-Pumpe (oder hier in früheren Kapiteln mehrfach beschrieben).

Dieser Sog setzt sich rückwärts fort bis zum Einlass auf der anderen Seite. Dort zieht die schnelle Strömung B das Wasser aus dem Durchlass H aus der Turbine heraus, praktisch als Nachschub für vorige Strömung G. Wie oben angedeutet weisen die Bewegungsmuster der Strömungen A und B eine Bewegungskomponente weg von der Turbinen-Seitenwand auf (was der Sogwirkung dieser 'Wasserstrahl-Pumpe' entspricht) und andererseits hin zur Turbinen-Seitenwand (was dem Fluss in den Einlass der diagonalen Kanäle entspricht).



Jedes normal Schaufelblatt einer Turbine hat eine Druck- und eine Sogseite bzw. zwischen beiden werden Kanäle gebildet. Die Öffnungen in den seitlichen Wänden dieser Turbine sind jeweils (im Drehsinn) vor einer Turbinen-Schaukel angebracht, d.h. die Strömungen G und H verlaufen jeweils vor einer Sogseite S (im Drehsinn die Vorderseite der Turbinen-Schaukel). Die zugehörige Druckseite D wird durch die Rückseite der Turbinen-Schaukel gebildet, welche im Drehsinn davor angeordnet ist.

Diese Druckseite ist weit von der entsprechenden Sogseite entfernt und seitlich begrenzt einerseits durch die nach rückwärts weisende Turbinen-Schaufel und andererseits durch die noch weiter zurück reichende seitliche Turbinen-Wand. An dieser Druckseite D ist praktisch keine Strömung gegeben, das dortige Wasser dreht mit der Turbine um die Systemachse, d.h. dort liegt der normale statische Druck an (bzw. die Wasserpartikel schlagen auf diese Wand permanent mit gegebener Heftigkeit und Häufigkeit, Details siehe voriges Kapitel und viele andere davor).

Entlang der Sogseite S ist Strömung gegeben und mit entsprechend geringerer Häufigkeit und flacherem Winkel schlagen die Wasserpartikel gegen diese Oberfläche. An den Sogseiten liegt damit nur reduzierter statischer Druck an. Das Drehmoment dieser Turbine ergibt sich ausschließlich aus dieser Differenz statischer Drücke (abgesehen von obigem Mitnahme-Effekt). Es findet dabei keine Verzögerung der Strömungen statt.

In Bild 07.02.04 ist unten links ein Querschnitt skizziert mit dem Blick auf die seitliche Turbinenwand T (dunkelgrün) und den dazwischen sichtbaren Teilen der Turbinen-Schaufel TS (hellgrün). Unten rechts in diesem Bild ist ein entsprechender Längsschnitt schematisch skizziert.

Versteckte Druckseite

Einen ähnlichen Bewegungsprozess habe ich mit Kapitel 05.09. 'Staudruck-Motor' beschrieben, basierend auf den 'phänomenalen' Fähigkeiten der Forellen. In deren Kiemen findet eine vergleichbare Querströmung statt, allerdings mit Auslass beidseits am Rumpf. Eine relativ schnelle Strömung existiert entlang glatter Sogseiten, während auf der Druckseite die Strömung behindert ist durch büschelförmige Strukturen. Die Differenz statischen Drucks ermöglicht den Forellen, bewegungslos in starker Strömung ortsfest zu stehen. Bei diesem Mäander-Rad ist dieses Prinzip extrem angewandt, indem die Druckseiten praktisch komplett vor Strömung geschützt sind.

Diese Konzeption eines Tragflächen-Profiles mit 'versteckter Druckseite' habe ich ebenfalls vor einem Jahr in Kapitel 05.06. 'Sog-Wind-Rad' beschrieben. An normalen Tragflächen ist immer auch Strömung an der Unterseite gegeben, aber dennoch generieren Tragflächen etwa zehn mal mehr Auftriebskraft als sie Vortriebskraft erfordert. Die hier eingesetzten 'Tragflächen-Profile' weisen praktisch keine Strömung an den Unter- bzw. Druckseiten auf und sind entsprechend leistungsfähiger. Das genannte Sog-Wind-Rad ist nicht nur sehr einfach, sondern auch kleiner zu bauen und dennoch leistungsfähiger als in diesem Kapitel ausgeführt wurde.

Bei normalen Turbinen-Schaufeln ist die Strömung an den Druckseiten von Priorität, weil durch Umlenkung und Verzögerung das mechanische Drehmoment erzeugt wird. Dort wird also die kinetische Energie der Strömung in mechanische Bewegungsenergie umgesetzt. Es wird damit nur eine Energieform in eine andere transformiert. Hier bei diesen Turbinen-Schaufeln bleibt die kinetische Energie der Strömung unverändert erhalten, sie wird nur mittelbar genutzt durch den Neben-Effekt ihres geringeren seitlichen (statischen) Drucks. Ausschließlich darauf beruht die Möglichkeit, einen wirklichen Nutzen-Überschuss zu erreichen.

Wirbel-Girlande

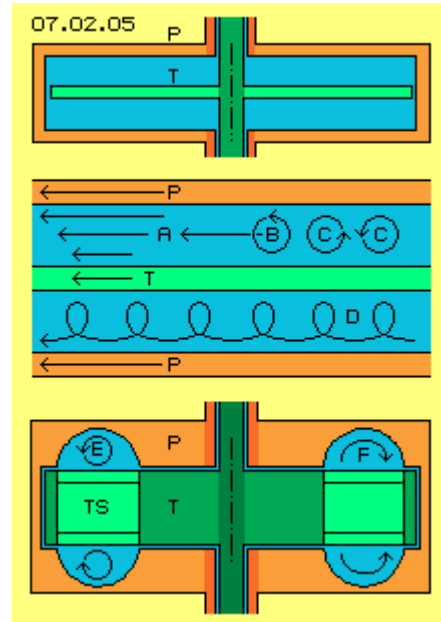
Mit Bild 07.02.05 soll die Bewegung des Wassers zwischen Pumpe und Turbine etwas detaillierter betrachtet werden. Oben im Bild ist das einfache Modell noch einmal skizziert mit scheibenförmigen Oberflächen einer Pumpe P (rot) beidseits einer hier ebenfalls scheibenförmigen Turbine T (grün).

Wie erwähnt wird das dazwischen befindliche Wasser in diversen Schichten A unterschiedlich schnell drehen, wobei vorwärts-wandernde, kreisende Bewegungen B

aufkommen. Rundum wird dieses Bewegungsmuster auftreten und dabei begegnen und behindern sich gegenseitig diese Kreisbewegungen C. Damit wird die Vermittlung der Geschwindigkeits-Differenzen behindert und es tritt der Effekt des 'Fest-Saugens' auf. Zumindest phasenweise kommt es zu ungeordneten Turbulenzen, die ebenfalls hohe 'Reibungsverluste' darstellen.

Geordnete Strömungen und kontinuierlicher Übergang zwischen den unterschiedlich schnellen Strömungen wird es nur geben bei girlanden-förmigem Bewegungsmuster. Die Drehbewegung quer zwischen den Oberflächen (wie im Querschnitt bei B) wird dabei überlagert durch Drehbewegung in radialer Ebene, wie im Längsschnitt bei E skizziert ist.

Die kombinierten Drehungen stellen ein reibungsarmes 'Wälz-Lager' dar, indem eine Wasser-Walze zwischen den Oberflächen dreht und zugleich vorwärts wandert, synchron rundum. Dieses Bewegungsmuster ergibt sich aus Strömungen, die fortgesetzt in diagonale Richtungen laufen. Wenn diese Bewegungsform kombiniert wird mit den ebenfalls diagonalen Strömungen durch die Turbinen-Kanäle, ergibt sich eine optimale Umwälzung F im gesamten System.

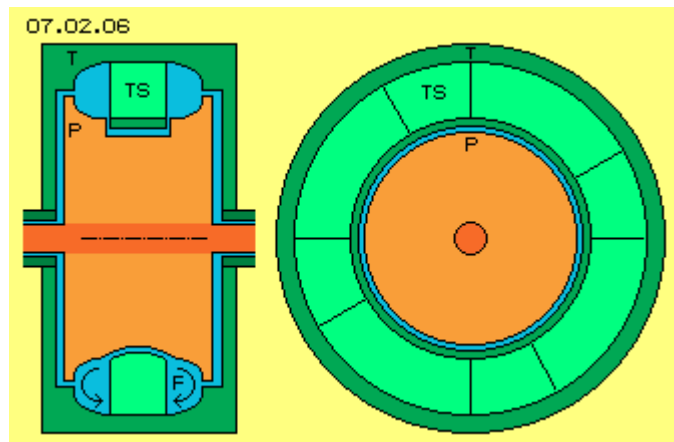


Fliehkraft-Umwälzung

Mit dieser Umwälzung F ergibt sich nun außen eine bevorzugte Strömung zur Turbine bzw. in die Turbine hinein, während der Abfluss aus der Turbine weiter innen statt findet. Die Bewegung von links nach rechts und umgekehrt findet damit nicht mehr auf gleichem Radius statt und damit sind nun wieder die Fliehkräfte zu beachten. In Bild 07.02.06 ist dargestellt, dass darum eine andere Anordnung von Pumpe und Turbine zweckdienlich ist, umgekehrt bzw. im Gegensatz zu den vorigen Darstellungen.

Die langsamer drehende Turbine T (grün) muss nun außen sein, damit auch die langsam drehende Bewegung mit entsprechend geringeren Fliehkräften. Wie oben angesprochen, drängt und 'hängt' die Masse an den Oberflächen mit längstem Radius. Wenn nun die Pumpe P (rot) innen angeordnet ist, wird an deren Oberfläche das Wasser beschleunigt und drängt aufgrund seiner größeren Fliehkraft nun nach außen.

Einerseits wird damit das Wasser außen in die Turbine hinein gedrängt, andererseits zieht die schnellere Strömung damit Wasser aus den langsamer drehenden Turbinen-Kanälen innen-seitlich ab. Die Umwälzung im gesamten System wird durch diese unterschiedlichen Fliehkräfte unterstützt. Die Pumpe sollte nach außen nur bis zur Mitte der Turbinen-Schaufeln reichen, während die Außenseite komplett durch die Turbine gebildet wird.



Die Turbine stellt praktisch einen Zylinder mit seitlichen Scheiben dar, der die Pumpe einschließt. Von diesem Turbinen-Zylinder reichen die Turbinenschaufeln nach innen. Im

Längsschnitt unten ist angedeutet, dass die innere Fläche der Turbinen-Schaufeln auch runde Kontur aufweisen und auch die Pumpe entsprechend geformt sein könnte.

Diese Innenseite der Turbine könnte auch Öffnungen aufweisen, allerdings nur ein Schlitz jeweils direkt vor der Sogseite und nur auf deren Auslass-Seite. Die Pumpe würde damit nicht nur seitlich, sondern auch bereits innen beim Auslass der Turbinen-Kanäle Wasser absaugen. Damit würde das Wasser innerhalb der Turbine verstärkt nach innen gesaugt.

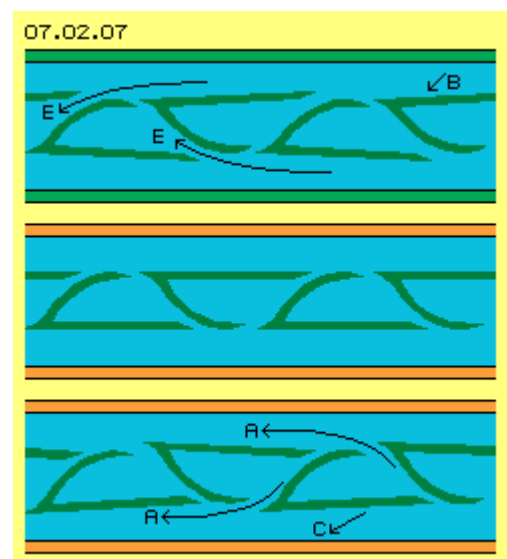
Im Längs- und auch Querschnitt dieses Bildes sind die Turbinen-Schaufeln mit relativ geringer Höhe eingezeichnet. Die Querströmungen verlaufen damit noch immer auf relativ ähnlichem Radius, so dass die Differenzen der Fliehkräfte innerhalb der Turbine relativ gering sind. Die Fliehkräfte der schnelleren Strömungen entlang der Pumpenoberflächen sind dagegen wesentlich größer und ergeben damit die gewünschte Durch-Mischung, nun allerdings in Form geordneter Umwälzung.

Die Pumpe beschleunigt per Haftreibung das Wasser und umgekehrt wird das Wasser durch Haftreibung an der Turbine wieder verzögert. Die Beschleunigung erfordert Kraftaufwand zum Antrieb der Pumpe. Die Verzögerung durch die Turbine ergibt nahezu gleiches Drehmoment zurück in das System. Die durchschnittliche Strömungs-Geschwindigkeit insgesamt und damit auch die kinetische Bewegungsenergie im System ist nahezu konstant.

Gewendelte Wände

Die Turbinen-Schaufeln sollten nun angepasst werden an diesen Kreislauf mit bevorzugtem Zufluss außen und Abfluss innen. Im Prinzip könnten jeweils außen nur der Einlass und auf der anderen Seite innen nur der Auslass angelegt sein, die Kanäle also auch in radialer Richtung diagonal verlaufen. Im Prinzip aber sollte einem Fluid möglichst freier Bewegungsspielraum gegeben werden. In Bild 07.02.07 ist darum eine graduelle Lösung skizziert.

In der Bildmitte sind die Turbinen-Schaufeln in normaler Stellung dargestellt, also mit gerader Ausrichtung der seitlichen Wände. Oben ist ein Querschnitt an größerem Radius und unten an kleinerem Radius skizziert. Alle Turbinen-Schaufeln sind hier gleich groß gezeichnet, während sie real außen etwas länger gestreckt und innen etwas kürzer sind.



Oben im Bild ist der Querschnitt an großem Radius skizziert, wo vorwiegend der Zufluss zum Einlass E der Turbinen-Kanäle erfolgt. Die gesamte Turbinen-Schaufel inklusiv der seitlichen Wand ist hier um etwa 3 Grad gedreht, so dass der Einlass etwas weiter nach links bzw. rechts öffnet.

Das Wasser wurde beschleunigt durch die Pumpe und fließt auch hier außen schneller als die Turbine, hier also von rechts nach links entlang der Turbinen-Seiten. In jeden Einlass hinein 'verschwindet' Wasser. Die Strömung B hin zur Turbine kann auch jeweils hinter dieser Öffnung bestehen bleiben, weil die anschließende seitliche Wand diagonal angestellt ist. Damit ist diese walzenförmig drehende Vorwärts-Strömung in diesem Bereich gewährleistet.

Unten im Bild ist der Querschnitt an kürzerem Radius skizziert, wo vorwiegend der Abfluss A aus den Turbinen-Kanälen erfolgt. Dort fließt diese walzenförmig drehende Vorwärts-

Strömung C weg von der Turbine. Einerseits wird damit Wasser jeweils aus dem Auslass heraus 'gesaugt', andererseits kann diese Strömung auch in den Bereichen zwischen diesen Öffnungen weiter existieren, indem die seitlichen Wände auswärts-vorwärts (im Drehsinn) weisen.

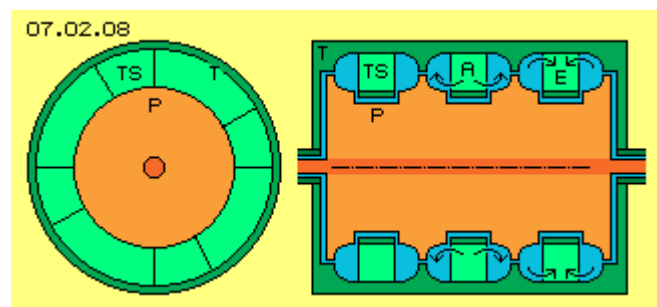
Die Grundstruktur der Turbinen-Schaufeln ist also nur am mittleren Radius gegeben, während außerhalb und innerhalb die komplette Schaufeln bzw. zumindest die seitlichen Wände verdreht sind. Außen sind sie so gedreht, dass der Einlass weiter nach links bzw. rechts ausgreift, innen sind sie gegenläufig gedreht, so dass der Auslass weiter nach links bzw. rechts hinaus reicht.

Am inneren Radius öffnet also der Auslass relativ weit. Wie oben angedeutet, könnte diese Öffnung sogar schon an der Innenseite der Turbinen-Schaufeln beginnen. Diese Schaufeln haben also recht komplexe Form, andererseits wird die Formgebung noch wesentlich günstiger zu gestalten sein, beispielsweise mit der inneren Rundung. Hier soll lediglich das Prinzip dieses höchst wirkungsvollen Bewegungsprozesses und der generell hierfür erforderlichen Formen dargestellt sein.

Dreizylinder-Motor

Dieser Motor könnte entsprechend obigem Bild 07.02.06 gebaut werden. Die Turbinen-Schaufeln sollten relativ geringe Höhe aufweisen und auch nicht zu breit sein. Die Maschine sollte möglichst kompakt sein, z.B. mit einem Außendurchmesser von maximal 50 cm, andererseits kann sie durchaus eine Länge bis zu einem Meter aufweisen. Vorteilhaft dürfte darum ein Motor mit mehreren 'Zylindern' sein, wie schematisch in Bild 07.02.08 dargestellt ist. Dieser Motor weist drei Turbinen-Räder auf, es könnten aber auch z.B. drei mal zwei Räder eingesetzt werden oder andere zweckdienliche Kombinationen auf einer gemeinsamen Systemachse.

Die Turbinenschaufeln sind hier zwischen Radius 13 cm und 19 cm angeordnet, sind also nur 6 cm hoch und auch rund 6 cm breit. Der gemeinsame Zylinder der Turbine hat einen Durchmesser von nur etwa 40 cm und eine Länge von rund 60 cm. Jeweils acht Schaufeln obiger Profile sind in einem Zylinder anzuordnen. Die wirksame Fläche dieses Motors sind damit $6 * 6 * 8 * 3 = 864 \text{ cm}^2$ bzw. 0.0864 m^2 . Als wirksamer Hebelarm kann der mittlere Radius von 16 cm bzw. 0.16 m angenommen werden.



Wenn die Pumpe z.B. auf 1200 rpm hoch gefahren wird, dreht die Turbine nach einiger Zeit fast gleich schnell. Auch in diesem Leerlauf-Betrieb treten Reibungsverluste auf und der Antrieb wird etwa 1 kW erfordern. Wenn Last an die Turbine angelegt wird, wird damit auch die Pumpe herunter gebremst. Die Turbine liefert beispielsweise bei 600 rpm 2 kW, andererseits sind zusätzlich 2.5 kW für den Antrieb der Pumpe erforderlich, um deren ursprüngliche Drehzahl zu halten. Der 'Netto-Eigenbedarf' bzw. generelle Verlust diese Maschine dürfte mit 1 kW bis 3 kW zu erwarten sein.

Die Netto-Leistung dieses Motors basiert ausschließlich auf dem Unterschied statischen Drucks an den Sog- und Druckseiten der Turbinen-Schaufeln. Die Schlitze vor den Sogseiten stellen Düsen dar und es werden dort relativ hohe Geschwindigkeiten auftreten. Entlang der Sogseiten wird darum reduzierter statischer Druck anliegen. Natürlich 'saugt' die schnelle Strömung auch Wasser von der Druckwand ab. Diese ist aber weit entfernt und andererseits wird in diese 'Sackgasse' auch vom Einlass her Wasser hinein gedrückt. An

den Druckseiten wird darum praktisch keine Strömung anliegen (mit Sicherheit, wenn z.B. auf der Druckseite poröses Material angebracht wird).

Leistungsdaten

Am mittleren Radius von 16 cm ist der Umfang rund 100 cm. Wenn die Turbine obige 600 rpm dreht, also 10 Umdrehungen je Sekunde gefahren werden, bewegt sich das Wasser im Bereich der Turbine mit 10 m/s im Raum. Wenn die Pumpe obige 1200 rpm dreht, bewegt sich das Wasser nahe der Pumpen-Oberfläche mit 20 m/s im Raum. Die Relativ-Geschwindigkeit zwischen beiden Wasser-Bereichen ist somit 10 m/s.

Es wird nun unterstellt, dass durch obige Umwälzung und Querströmungen das Wasser entlang der Sogseiten mit 5 m/s fließt (während an der Druckseite keine Strömung gegeben ist). Der dynamische Druck einer Strömung ist $P = 0.5 \text{ mal Dichte mal Geschwindigkeit im Quadrat}$. Die Dichte von Wasser ist 1000 kg/m^3 . Daraus ergibt sich ein Strömungsdruck von $P = 0.5 * 1000 * 5^2 = 12500 \text{ kg/ms}^2$. Diesem Strömungsdruck entsprechend ist der seitliche (statische) Druck auf die Sogseiten reduziert (Details siehe vorige Kapitel).

Diese Druckdifferenz lastet auf der wirksamen Fläche aller Schaufeln von 0.0864 m^2 . Die Kraft ist also $F = 12500 * 0.0864 = 1080 \text{ N}$. Diese Kraft wirkt an einem Hebelarm von durchschnittlich 0.16 m Länge. Das Drehmoment ist damit $M = 1080 * 0.16 = 172.8 \text{ Nm}$. Bei obiger Turbinen-Drehzahl von 600 rpm ergibt sich eine Leistung von $P = 172.8 * 600 / 9550 = 10.8 \text{ kW}$. In der folgenden Tabelle sind diese Werte in Spalte 4 aufgelistet.

Drehzahl - Pumpe / Turbine	rpm	720 / 360	1200 / 600	1200 / 600	3600 / 1800
V - Pumpe / Turbine	m/s	12 / 6	20 / 10	20 / 10	60 / 30
V - Sogseite	m/s	3	5	7.5	15
P - Strömungs-Druck	kg/ms ²	4500	12500	28125	112500
Druck $F = P * 0.0864 \text{ m}^2$	N	389	1080	2430	9720
Drehmoment $M = F * 0.16 \text{ m}$	Nm	62	173	389	1555
Leistung theoretisch	kW	2.3	10.8	24.4	293.1

Aufgrund Düsen-Effektes könnte sehr wohl eine höhere Relativ-Geschwindigkeit entlang der Sogseiten gegeben sein. Wenn diese z.B. 7.5 m/s schnell ist, ergibt sich praktisch doppelte Leistung von 24.4 kW (siehe Spalte 5). Wenn die Maschine mit gängigen Drehzahlen vergleichbarer Verbrennungsmotoren zu fahren ist, beispielsweise mit 3600 bzw. 1800 rpm von Pumpe bzw. Turbine und die Relativgeschwindigkeit an den Sogseiten mit 15 m/s unterstellt wird, ergibt sich eine theoretische Leistung von 293.1 kW (siehe Spalte 6). Die Leerlauf-Drehzahl liegt vermutlich im Bereich von $720 / 360 \text{ rpm}$, wo eine Leistung von etwa 2.3 kW anliegt. Damit wäre obiger 'Eigenbedarf' bzw. generelle Verlust von 1 bis 3 kW kompensiert.

Universeller Motor

Vorige theoretische Leistungsberechnung kann natürlich nur Größenordnungen aufzeigen und die real erreichbare Leistung wird davon abweichend sein. Ohne Zweifel aber wird mit diesem Motor mehr Nutzen als erforderlicher Aufwand zu erreichen sein. Durch Variation der Radien und wirksamen Flächen, der Drehzahl und Strömungsgeschwindigkeit entlang der Sogseiten lässt sich theoretisch beliebige Leistung erreichen. Dabei spielt die optimale Formgebung der Turbineschaufeln sowie der anderen benetzten Flächen von Pumpe und Turbine eine entscheidende Rolle. Für 'Bastler' wird der Bau dieser Maschine schwierig sein. Hersteller von Pumpen und Turbinen dagegen verfügen über entsprechende Kapazität zur Optimierung und Produktion dieses Motors.

Im Vergleich zu Verbrennungsmotoren hat diese Maschine eine minimale Anzahl Bauelemente und das Gewichts-/Leistungs-Verhältnis wird sehr günstig sein. Dieser Motor arbeitet ohne Verbrauch konventioneller Kraftstoffe und vollkommen emissionsfrei, so dass weniger Nebenaggregate erforderlich sind. Es wird zweckmäßig sein, das mechanische Drehmoment über einen Generator in elektrischen Strom umzuwandeln. Der Motor kann für viele Zwecke stationär eingesetzt werden, aber dafür gibt es auch andere Lösungen Freier Energie (z.B. das 'Keller-Windrad' oder das einfache 'Sog-Windrad'). Für den Antrieb von Fahrzeugen gibt es bislang aber keine wirklich brauchbare Alternative zu den gängigen Verbrennungsmotoren und gerade dort wird dieser Mäander-Rad-Motor darum bevorzugt einzusetzen sein.

Dazu muss keine neue Technologie entwickelt werden, es müssen lediglich die bekannten Techniken zur Herstellung von Pumpen und Turbinen konsequent auf die Anwendung von Sog umgestellt werden. Die latent vorhandene kinetische Energie der normalen molekularen Bewegung steht zur Nutzung bereit in unbegrenztem Umfang. In einem Jahr schon müssten die ersten Motoren auf Basis dieses 'Mäander-Rads' marktreif sein.

07. Fluid-Maschinen