

07.03. Sog-Zylinder-Motor

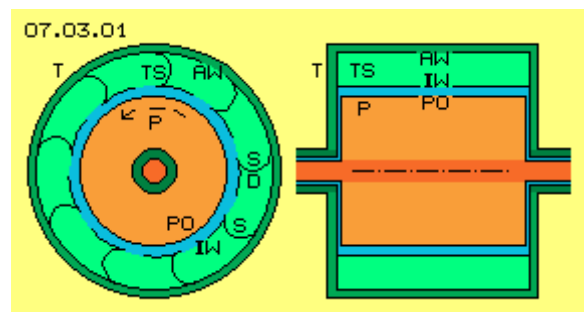
Zielsetzung und Grundlagen

Die Ausführungen dieses Kapitels 07.03. basieren auf Effekten, die in früheren Kapiteln ausführlich beschrieben sind, so dass Details gegebenenfalls dort nachzulesen sind. Mit dem vorigen Kapitel 07.01. 'Keller-Windrad' wurde ein luft-betriebener Motor dargestellt, der für die Energie-Versorgung eines Hauses tauglich ist. Diese Maschine ist aber zu voluminös und nicht leistungsfähig genug, um als Antrieb für Fahrzeuge dienen zu können. Zielsetzung dieses Kapitels nun ist, ein autonom arbeitendes 'Windrad' so kompakt und leistungsfähig zu konzipieren, das es auch als Motor von Fahrzeugen dienen kann.

Möglicherweise gab es Maschinen mit nur einem drehenden Bauelement (Schauberger, Mazenauer, Clem), deren Steuerung allerdings problematisch sein könnte. Wenn generell zwei drehende Elemente eingesetzt werden, ist die Maschine nicht direkt selbst-beschleunigend und damit einfacher zu steuern. Die beiden Bauelemente sind einerseits eine Pumpe (hier immer als P und rot markiert) zur Erzeugung von Strömung und eine Turbine (hier immer als T und grün markiert) zur Generierung mechanischen Drehmoments (hier immer linksdrehend unterstellt).

Als Pumpe können diverse Typen eingesetzt werden, allerdings wird Strömung am effektivsten durch Nutzung von Sog erzeugt und/oder Strömung wird besonders effektiv beschleunigt durch Anwendung von (Laval-) Düsen. Diverse Versionen solcher Pumpen wurden in vorstehenden Kapiteln beschrieben. Hier wird zunächst nur eine höchst einfache Pumpe eingesetzt, die Strömung lediglich durch Haftreibung an einer Zylinder-Oberfläche erzeugt.

In Bild 07.03.01 ist diese zylinderförmige Pumpe P mit ihrer äußeren Oberfläche PO links im Querschnitt und rechts im Längsschnitt schematisch dargestellt. Der Antrieb der Pumpe erfolgt über ihre Welle (dunkelrot), die innerhalb der Hohlwelle (dunkelgrün) der Turbine gelagert ist. Diese Hohlwelle ist im Gehäuse gelagert (das hier nicht eingezeichnet ist) und über diese Hohlwelle wird das Drehmoment der Turbine abgeführt.



Die Turbine T ist im Prinzip ein Hohl-Zylinder mit seitlichen Scheiben (grün), welcher die Pumpe komplett umfasst. Innen an der äußeren Wand AW des Turbinen-Zylinders sind die Turbinenschaufeln TS angebracht, deren Bereich hier hellgrün markiert ist. Diese Schaufeln reichen von der linken bis zur rechten Scheibe der Turbine und sind auch in diesen fest verankert.

In dieser Turbine wird Drehmoment nicht über Umlenkung bzw. Verzögerung einer Strömung erreicht wie bei normalen Turbinen, sondern ausschließlich per Sog-Wirkung. Entsprechend dazu sind hier die Turbinenschaufeln 'falsch herum' eingebaut und zeigen mit der konkaven Seite im Drehsinn nach vorn.

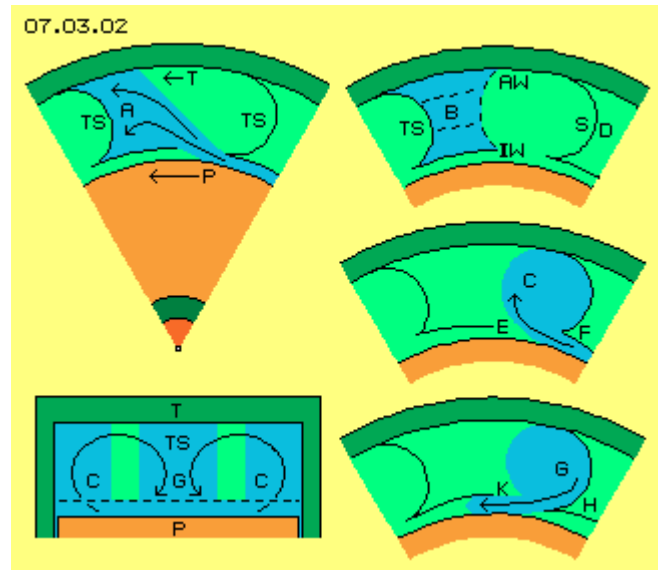
Jede Turbinenschaufel hat eine Sog-Seite S (im Drehsinn vorn) und eine Druck-Seite D (im Drehsinn hinten). Zwischen jeweils zwei Schaufeln wird ein Kanal gebildet. Hier ist der Abstand zwischen den Schaufeln relativ weit. Jeweils von der inneren Kante eines Schaufelblattes reicht eine Fläche nach hinten, welche hier 'Innen-Wand' IW genannt wird.

Mit dieser Innenwand wird Strömung von der Druckseite abgehalten, die Luft steht in dieser 'Sackgasse' bzw. dreht dort mit der Turbine um die Systemachse. Auf den Druckseiten lastet praktisch der normale atmosphärische bzw. statische Druck. Im Gegensatz dazu existiert entlang der Sogseiten eine Relativ-Strömung und es lastet damit nur reduzierter statischer Druck auf den Sogseiten. Ausschließlich aus dieser Differenz statischen Drucks wird bei dieser Turbine das Drehmoment erzeugt (das höher ist als der Aufwand für den Antrieb der Pumpe).

Im ganzen Raum zwischen den Oberflächen der Pumpe und der Turbine befindet sich Luft (Teilbereiche davon sind blau markiert). Zwischen der Pumpen-Oberfläche PO und der Innenwand IW ist ein Abstand gegeben, so dass sich dort eine ringförmige Luft-Schicht befindet (in diesem Bild blau markiert).

Keine Strömung an Druckseiten

Bild 07.03.02 zeigt obigen Querschnitt in größerem Maßstab, jedoch nur einen Sektor oder Ausschnitt davon. Die prinzipiellen Bewegungsabläufe sind darin skizziert. Generell dreht die Pumpe etwa doppelt so schnell wie die Turbine, wie durch Pfeile P und T markiert ist. Auch die Luft dreht damit unterschiedlich schnell im Raum und an den diversen Oberflächen ergeben sich daraus unterschiedliche Relativ-Geschwindigkeiten.



Die Luft an der Pumpenoberfläche wird durch Haftreibung mitgerissen.

Luftschichten weiter außerhalb sind langsamer, an der Innenwand der Turbine aber noch immer schneller als die Turbine. Ein Teil dieser schnellen Luft drängt in die Turbine hinein und fließt in dieser vorwärts, wie oben links als blauer Bereich und durch Pfeile A gekennzeichnet ist. Es kommt dort allerdings kein wirklicher Fluss zustande, weil die Begrenzungen der seitlichen Turbinen-Scheiben, der Turbinen-Druckseite sowie Außen- und Innenwand eine 'Sackgasse' bilden. Es steht dort praktisch nur der normale atmosphärische Druck plus permanenter Staudruck aus dieser 'behinderten Strömung' an.

Die Luft wird per Haftreibung an der Pumpe beschleunigt und wird andererseits an den Oberflächen der Turbine verzögert oder übt vorigen Staudruck aus. Das daraus resultierende Drehmoment ist aber um etwa fünf bis zehn Prozent geringer als der für den Antrieb der Pumpe erforderliche Kraftaufwand. Diese Kombination von Pumpe und Turbine erfordert zunächst also Energie-Einsatz zur Überwindung diverser Reibungsverluste.

Für ein positives Drehmoment ist entscheidend, dass an den Druckseiten hoher statischer Druck anliegt. In diesem Bereich B (im Ausschnitt oben rechts im Bild blau markiert) sollte darum möglichst keine Strömung gegeben sein. Dies wird erreicht, wenn diese 'Sackgasse' ausreichend lang ist. Die Druckseite sollte möglichst rau oder z.B. mit porösem Material abgedeckt sein. Es könnten dort auch Gitter oder Lochbleche eingefügt sein (siehe gestrichelte Linien). Diese sollten aber im Drehsinn immer nur längs-gerichtet sein, um nicht wiederum (Gegen-) Druckseiten darzustellen.

Strömung an Sogseiten

In diesem Bild mittig-rechts ist die gewünschte Strömung C zur Sogseite blau hervorgehoben. Von der Pumpe her bewegt sich die Luft schneller vorwärts als die Turbine dreht. Diese Luft wird nach außen gelenkt, wenn die Hinterkante E der Innenwand etwas weiter

nach innen reicht. Zugleich endet die Kante F der Turbinenschaufel etwas weiter außen, so dass sich eine Öffnung zur Turbine hin bildet. Es wird damit eine Schicht schneller Luftströmung 'abgeschabt' und auswärts in die Turbine gelenkt.

Diese Luft dreht walzenförmig innerhalb der Rundung der Turbinenschaufel und es ergibt sich schon damit Strömung entlang der Sogseite und entsprechend ist der statische Druck auf dieser Oberfläche reduziert. Ein wirklicher Durchsatz mit erhöhter Geschwindigkeit ergibt sich aber erst, wenn Luft aus der Turbine auch wieder abfließen kann, wie rechts-unten im Bild blau hervorgehoben ist als Strömung G.

Dieser Abfluss wird begünstigt, wenn die Kante H der Turbinenschaufel etwas näher zur Pumpenoberfläche reicht und zugleich sich die Hinterkante K der Innenwand weiter außen befindet. Es wird damit eine relativ weite Abfluss-Öffnung gebildet. Zugleich wird damit eine Düse zwischen der Pumpenoberfläche und der Innenwand gebildet, beginnend mit dem relativ großen Abstand an der Hinterkante der Innenwand bis vorn zur relativen Engstelle bei der Vorderkante der Turbinenschaufel.

In dieser Düse treten sehr hohe Geschwindigkeiten auf und die Luft wird dort sogar schneller als die Pumpe vorwärts drehen. Wie bekannt von jeder Wasserstrahl-Pumpe wird Luft aus dem seitlichen Zufluss (der Luftwalze entlang der Turbinen-Sogseite) 'mitgerissen'. Dabei tritt keine Verzögerung ein, vielmehr fliegen die Luft-Partikel aus der Turbine 'aus eigenem Antrieb' in die benachbarte schnelle Bewegung hinein. Ohne Energie-Einsatz ergibt sich dabei erhöhter Massedurchsatz in einer sehr geordneten Strömung (alle Details hierzu sind vielmals in früheren Kapiteln beschrieben).

Der Abstand zwischen Pumpenoberfläche und dieser Innenwand darf nicht zu schmal sein, weil sonst 'unglaublich' starke Sogkräfte aufkommen. Diese Innenwand muss ausreichend stabil gebaut und gut in den Turbinen-Seiten verankert sein, sonst wird sie nach innen zur Pumpe hin gerissen (wie die Erfahrung aus bei diversen Experimenten zeigt).

Diagonale Umwälzung

Obige Kanten E bzw. K und F bzw. H können natürlich nicht weiter innen und zugleich weiter außen sein an einem Ort, sondern nur an verschiedenen Positionen in axialer Richtung. Der betreffende Teil eines Längsschnitts ist in vorigem Bild links-unten skizziert. Die normale bzw. durchschnittliche Lage dieser Kanten ist als gestrichelte Linie eingezeichnet.

Diese Kanten müssen nur wenige Millimeter mehr nach außen bzw. innen reichen, um vorige Öffnungen für den Zufluss C oder den Abfluss G zu begünstigen. Die Kanten verlaufen also in geschwungener Linie, um hier z.B. beidseits außen bei den Turbinenscheiben den Zufluss zur Turbine und einen gemeinsamen Abfluss mittig aus den Turbinenschaufeln zu ergeben. Diese Bereiche des Zu- und Abflusses könnten dezidiert angelegt werden oder mit graduelltem Übergang, um der Luft Spielraum für optimale Bewegungsmuster zu geben.

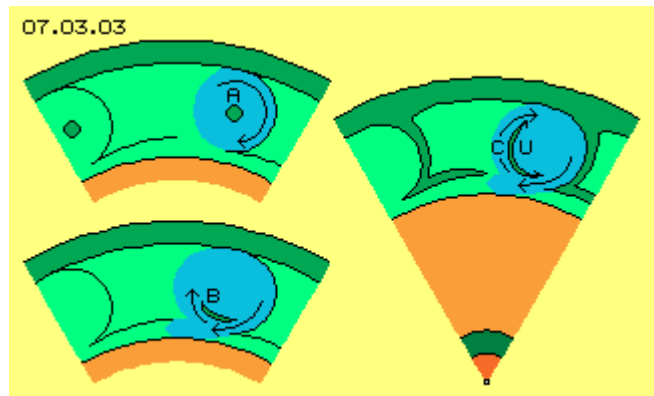
In jedem Fall ergibt sich dabei eine diagonale Strömung, wobei die obige walzenförmige Bewegung innerhalb der Schaufel-Rundung überlagert wird durch seitliche Strömungen. Damit wird noch einmal die relative Geschwindigkeit entlang der Sogseiten erhöht, zum andern wird damit die Gefahr des totalen 'Fest-Saugens' zwischen Pumpenoberfläche und Innenwand reduziert. Alle Luft ist in dieser Diagonal-Walze so eingebunden, dass die Luft in der 'Sackgasse' zur Druckseite hin kaum tangiert ist.

Optimierte Umwälzung

Diese diagonal-drehende Luftwalze darf sich aber nicht nur im Bereich des Zu- und Abflusses ausbilden, sondern muss bis zur Außenwand reichen, um Wirkung entlang der gesamten Sogseite zu erreichen. In analoger Darstellung sind in Bild 07.03.03 Maßnahmen zur Optimierung skizziert.

Damit dieser Luftwirbel ein dezidiertes Zentrum hat, könnte beispielsweise ein rundes Rohr A von der linken zur rechten Turbinenseite installiert werden, so dass die Strömung im blau markierten Bereich auch außerhalb dieses Rohres gegeben ist.

Wirkungsvoller dürfte eine gekrümmte Leitschaufel B im Bereich des Zu- und Abflusses sein. Einerseits wird damit zur Turbinenschaufel hin eine zusätzliche Düse gebildet und damit der Abfluss aus der Turbinenschaufel begünstigt. Der Sog der in dieser Düse beschleunigten Strömung wirkt zurück, so dass entlang der gesamten Sogseite Luft 'nachgezogen' wird (wobei diese Luft-Partikel wiederum aus eigenem Antrieb der schnellen Strömung folgen). Andererseits folgt die Luft auch der Biegung am vorderen Ende dieser Leitschaufel und der Zufluss wird damit mehr auswärts gelenkt.



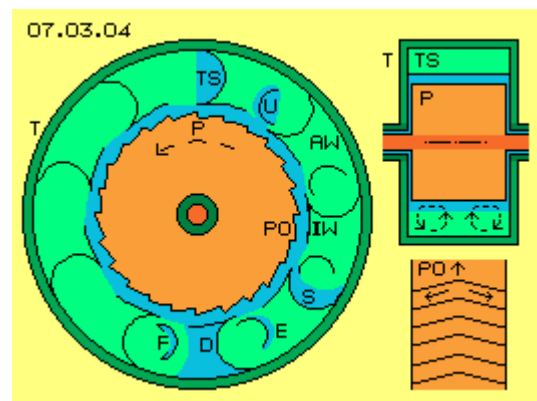
In diesem Bild rechts ist der Querschnitt eines Sektors und die Kontur der Schaufel plus Innenwand stärker gezeichnet. Voriges Leitblech B ist hier nach außen weiter geführt, so dass damit eine 'Umwälz-Schaufel' U gegeben ist. Die Strömung C fließt entlang der gekrümmten Vorderseite ganz nach außen und damit auch an der ganzen Sogseite der Turbinenschaufel wieder nach innen.

Es wird sich zwischen der Turbinenschaufel und dieser Umwälzschaufel ein Wirbelkern ausbilden. Wenn dieser am Anfang und Ende der Umwälzschaufel von deren Rückseite abgehalten wird und/oder diese Rückseite sehr rau ist, ergibt sich direkt an dieser Oberfläche relativ langsame Strömung. Die Umwälzschaufel hat damit eine vordere Sogseite und hintere Druckseite und wird zum positiven Drehmoment beitragen.

Sog-Pumpe

Die Pumpe trägt bislang nichts zum positiven Drehmoment bei. Sie beschleunigt nur per Anhaftung die Luft bzw. hält deren Rotation aufrecht. Ein positiver Beschleunigungseffekt kommt nur zustande, wenn Partikel von sich aus schneller im Raum voran kommen. Dies ist nur per Sog möglich bzw. wenn eine Pumpe relative Leere herstellt, z.B. durch eine permanent zurückweichende Wand. In Bild 07.03.04 ist schematisch dargestellt, wie der Effekt bei dieser einfachen, zylinder-förmigen Pumpe beispielsweise zu erzielen ist.

Links ist in größerem Maßstab ein Querschnitt dargestellt und darin sind die bislang diskutierten Elemente jeweils blau hervorgehoben: die Turbinenschaufel TS mit konkaver Krümmung vorn, die Umwälzschaufel U mit konvexer Krümmung vorn, die Außenwand AW und Innenwand IW, die Sogseite S vorn an der Turbinenschaufel und analog dazu eine Sogseite E an der Umwälzschaufel, entgegengesetzt die Druckseite D der Turbinenschaufel und auch die Hinterseite F der Umwälzschaufel mit relativ hohem statischen Druck.



Neu in dieser Darstellung ist die Oberfläche PO der Pumpe, welche nun zahnförmige Struktur aufweist. Jeweils im Drehsinn vorn ist eine Wand nahezu in radialer Richtung,

während die nach hinten gerichtete Seite dieser Einkerbung flach verlaufend ist in tangentialer Richtung. Die jeweiligen Einkerbungen müssen nur wenige Millimeter tief sein.

Die steile Vorderwand weicht vor der Luft permanent zurück, produziert also fortgesetzt eine relative Leere, die ständig aufgefüllt wird durch nachströmende Luft. Diese Partikel müssen nicht per Haftreibung mitgerissen werden, sondern fliegen aufgrund ihrer normalen Molekularbewegung einfach nur etwas längere Distanzen bis zur nächsten Kollision hinter dieser Wand her (und treiben diese sogar durch ihr Auftreffen noch voran).

Über den 'Zähnen' bewegt sich die Luft etwas langsamer als die Pumpe, so dass sie nach rückwärts über diese Einkerbungen hinweg gleitet. Innerhalb der Einkerbungen ergeben sich damit walzenförmige Strömungen, die praktisch 'stationär' mit der Pumpe im Raum drehen. In diesem Bild unten-rechts ist eine Sicht auf den Zylindermantel PO skizziert und die Kanten der Einkerbungen sind darauf pfeilförmig angeordnet. Diese Strömungswalzen werden damit schräg 'gebürstet', so dass sie innerhalb der Einkerbung insgesamt diagonal wandern, hier jeweils nach rechts und links.

Diese Maßnahme unterstützt obige diagonale Umwälzung innerhalb der Turbinenschaufeln (siehe Pfeile rechts-oben im Längsschnitt), weil damit Luft aus dem mittigen Bereich des Abflusses zur Seite geführt wird in die Bereiche des Zuflusses. Diese einfachen Einkerbungen leisten damit einen positiven Beitrag zur Umwälzung der Luft innerhalb der Turbinenschaufeln und damit zum Drehmoment.

Andererseits wird damit die Gefahr des 'Festsaugens' zwischen Pumpenoberfläche und Innenwand nochmals reduziert. Diese Pumpe mit strukturierter Oberfläche erfordert wesentlich weniger Antriebskraft. Allerdings sollten diese Einkerbungen nicht zu tief sein, besonders im Bereich des Abflusses, damit dort die Strömung möglichst laminar aus den Turbinenschaufeln 'abgesaugt' wird.

Es gibt also verschiedene Maßnahmen zur Optimierung der Umwälzbewegung innerhalb der Turbinenschaufeln wie auch zur Beschleunigung und Lenkung der Strömung durch die Pumpenoberfläche. Welche Kombination insgesamt für welche Anwendung das jeweilige Optimum ergibt könnte zwar theoretisch berechnet werden, wird aber letztlich nur durch Experimente zu bestimmen sein.

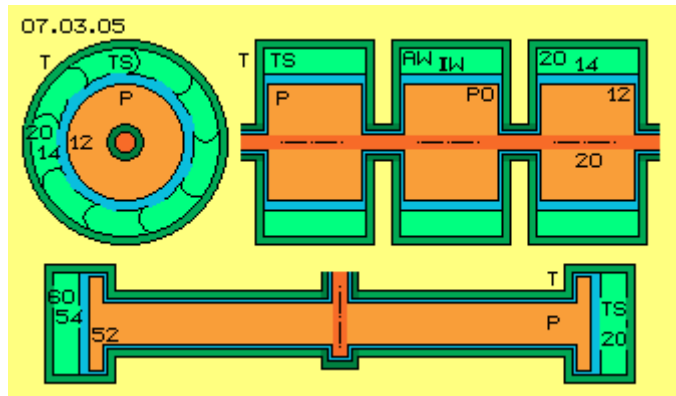
In jedem Fall sollte aber auch die Gestaltung der Oberfläche der Turbinenschaufel mit einbezogen werden. Diese wird z.B. nicht geradlinig von einer Turbinenseite zur anderen verlaufen, sondern letztlich auch in axialer Richtung gekrümmt sein. Die Luft fließt in der Rundung der Turbinenschaufeln nicht nur walzenförmig, sondern auch diagonal vom Bereich des seitlichen Zuflusses zum mittigen Abfluss und entsprechend muss die gesamte Schaufel letztlich geformt sein.

Lang oder breit gebaut

Eine andere Frage betrifft die generelle Formgebung der Maschine insgesamt. Bei Anwendung dieses Motors zum Antrieb von Fahrzeugen wäre natürlich eine möglichst kompakte und schnell drehende Einheit vorteilhaft, wie beispielsweise in Bild 07.03.05 oben-links im Querschnitt schematisch dargestellt ist. Wenn mehr Leistung verlangt ist, kann man diesen Motor länger bauen, z.B. drei solche Module auf einer Achse installieren, wie oben-rechts im Längsschnitt dargestellt ist.

Dieser Motor hat z.B. einen Außendurchmesser von etwa 50 cm, die Innenwand befindet sich bei Radius 20 cm, die Turbinenschaufeln reichen bis Radius 14 cm und sind damit 6 cm hoch, die Pumpe hat einen Radius von etwa 12 cm. Der Abstand zwischen den Turbinenscheiben sollte nicht zu groß sein wegen der auftretenden Kräfte und damit die Strömungen nicht zu stark diagonal verlaufen. Hier ist diese Breite mit 20 cm unterstellt.

Eine Schaufel hat damit eine wirksame Fläche von $6 \cdot 20 = 120 \text{ cm}^2$. Neun Schaufeln lassen sich an diesem Umfang anordnen, bei diesen drei Modulen also 27 bzw. die gesamte wirksame Fläche ist somit $120 \cdot 27 = 3240 \text{ cm}^2$ bzw. 0.324 m^2 . Wenn obige Umwälzschaufeln eingesetzt werden, steht entsprechend mehr wirksame Fläche zur Verfügung, was aber bei nachfolgenden Berechnungen nicht einbezogen wird.



Als wirksamer Hebelarm kann ein mittlerer Radius der Turbine von 0.17 m angenommen werden. Der Außenumfang der Pumpe ist rund 0.75 m . Dieser kompakte Zylinder kann problemlos mit z.B. 6000 rpm gefahren werden. Das sind 100 Umdrehungen je Sekunde bzw. die Oberfläche der Pumpe dreht dann mit 75 m/s im Raum. Die gegenüber liegende Innenwand der Turbine befindet sich am Radius von 0.14 m mit einem Umfang von rund 0.88 m . Wenn die Turbine z.B. mit 2400 rpm dreht, bewegt sich diese Fläche mit rund 35 m/s im Raum.

Mit der Differenz von $75 - 35 = 40 \text{ m/s}$ fließt die Luft in die Turbine ein und mit dieser Geschwindigkeit wird auch die Luftwalze in den Rundungen der Turbinenschaufeln drehen. Möglicherweise wird die Luft durch den Düsen-Effekt sogar noch schneller aus der Turbine abfließen. Diese relative Geschwindigkeit innerhalb der Turbinenschaufeln ist der entscheidende Faktor, weil dieser mit dem Quadrat zur Leistung beiträgt. Alle anderen linearen Faktoren wie Radius, wirksame Flächen und Turbinen-Drehzahl sind unter einander austauschbar. Ein flach gebauter Motor wie in vorigem Bild unten skizziert ist, ergibt bei analogen Daten das gleiche Ergebnis.

Leistungsdaten

Nachfolgend wird die Größenordnung der Leistung obigen kompakten Motors ermittelt. Der dynamische Druck einer Strömung ist $P = 0.5$ mal Dichte mal Geschwindigkeit im Quadrat. Die Dichte der Luft wird mit 1.2 kg/m^3 unterstellt. Bei obiger Relativ-Geschwindigkeit von 40 m/s ergibt sich ein Strömungsdruck von $P = 0.5 \cdot 1.2 \cdot 40^2 = 960 \text{ kg/ms}^2$. 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 0.324 m^2 . Die Kraft ist also $F = 960 \cdot 0.324 = 311 \text{ N}$. Diese Kraft wirkt an einem Hebelarm von durchschnittlich 0.17 m Länge. Das Drehmoment ist damit $M = 311 \cdot 0.17 = 52.9 \text{ Nm}$. Bei obiger Turbinen-Drehzahl von 2400 rpm ergibt sich nach bekannter Formel eine theoretische Leistung von $P = 52.9 \cdot 2400 / 9550 = 13.3 \text{ kW}$. Als Netto-Leistung kann mit etwa 10 kW gerechnet werden. In der folgenden Tabelle sind diese Werte in Spalte 4 aufgelistet.

Wie oben angesprochen, ist die relative Geschwindigkeit der Strömung in den Turbinenschaufeln der wesentliche Faktor. Wenn obige Drehzahlen halbiert werden auf 3000 bzw. 1200 rpm , sinkt die theoretische Leistung auf rund 1.7 kW . Mit dieser Leerlauf-Drehzahl sind in etwa der 'Eigenbedarf' bzw. Reibungsverluste egalisiert (siehe Spalte 3 der Tabelle). Wenn umgekehrt die Drehzahlen um die Hälfte erhöht werden auf 9000 bzw. 3600 rpm , steigt die theoretische Leistung auf rund 44.8 kW (siehe rechte Spalte der Tabelle).

| | | | | |
|---|--------------------|-------------|-------------|-------------|
| Drehzahl - Pumpe / Turbine | rpm | 3000 / 1200 | 6000 / 2400 | 9000 / 3600 |
| V - Pumpe / Turbine | m/s | 37 / 17 | 75 / 35 | 112 / 52 |
| V - Sogseite | m/s | 20 | 40 | 60 |
| P - Strömungs-Druck | kg/ms ² | 240 | 960 | 2160 |
| Druck $F = P \cdot 0.342 \text{ m}^2$ | N | 78 | 311 | 700 |
| Drehmoment $M = F \cdot 0.17 \text{ m}$ | Nm | 13.2 | 52.9 | 119.0 |
| Leistung theoretisch | kW | 1.7 | 13.3 | 44.8 |

Wenn die flache Bauweise (in vorigem Bild unten) gewählt wird, ist dieser Sog-Zylinder-Motor in etwa vergleichbar mit dem oben genannten 'Keller-Windrad' hinsichtlich Bauvolumen und Leistung. Für Fahrzeuge wird aber vermutlich die kompakte Bauweise (in vorigem Bild oben) in Form eines Zylinders von rund 50 cm Durchmesser und etwa 80 cm Länge günstiger sein. Größere Leistung ist durch höhere Drehzahl zu erreichen oder eben durch Einsatz zusätzlicher Module, also größeres Bauvolumen.

Faktor Dichte

Zur Leistung trägt aber auch ein Faktor bei, der kein größeres Bauvolumen erfordert: die Dichte der Luft. Obige Daten wurden mit normaler Dichte von etwa 1.2 kg/m³ der Luft bei atmosphärischem Druck ermittelt. Wenn die Luft in diesem Motor auf 2 bar komprimiert ist, ergibt sich doppelte Leistung. Bei 5 bar reicht obiger Leistungsbereich schon bis zu 200 kW und bei 20 bar ist theoretische Leistung von 1000 kW machbar.

Wenn also dieser kleine Motor mit erhöhtem Druckluft gefahren wird, erreicht er Leistungsbereiche, die bei gleichem Bauvolumen kaum von Verbrennungsmotoren erreicht werden. Gegenüber diesen ist seine Bauweise extrem einfach - und er verbraucht keinen Kraftstoff und produziert keine Umweltverschmutzung.

Zur einfachen Bauweise und problemlosem Betrieb trägt bei, dass dieser Motor mit Luft arbeitet. Auch wenn diese verdichtet wird, bleiben dennoch die Vorteile eines Gases erhalten: die Fliehkräfte spielen praktisch keine Rolle (ganz im Gegensatz z.B. zu wasserbetriebenen Motoren), es gibt weiterhin lokale Bereiche unterschiedlicher Dichte, wodurch Sog-Effekte auftreten und damit letztlich die kinetische Energie normaler molekularer Bewegung für externe Zwecke nutzbar wird.

Per Druckluft kann bei diversen 'Windrädern' der vorigen Kapitel eine Leistungssteigerung erreicht werden. Dieser Sog-Zylinder-Motor stellt bislang jedoch die kompakteste Bauweise dar. Natürlich müssten Motoren mit dem sehr viel dichteren Wasser als Arbeitsmedium vergleichbare Leistung mit noch kleinerem Bauvolumen erreichen können, aber selbst mit dem 'Mäander-Rad' des vorigen Kapitels sind die Fliehkräfte kaum zu bezwingen. Insofern stellt der Druckluft-Betrieb dieses Zylinder-Motors die weitaus einfacher zu realisierenden Variante zur Nutzung Freier Energie für viele Anwendungen dar.