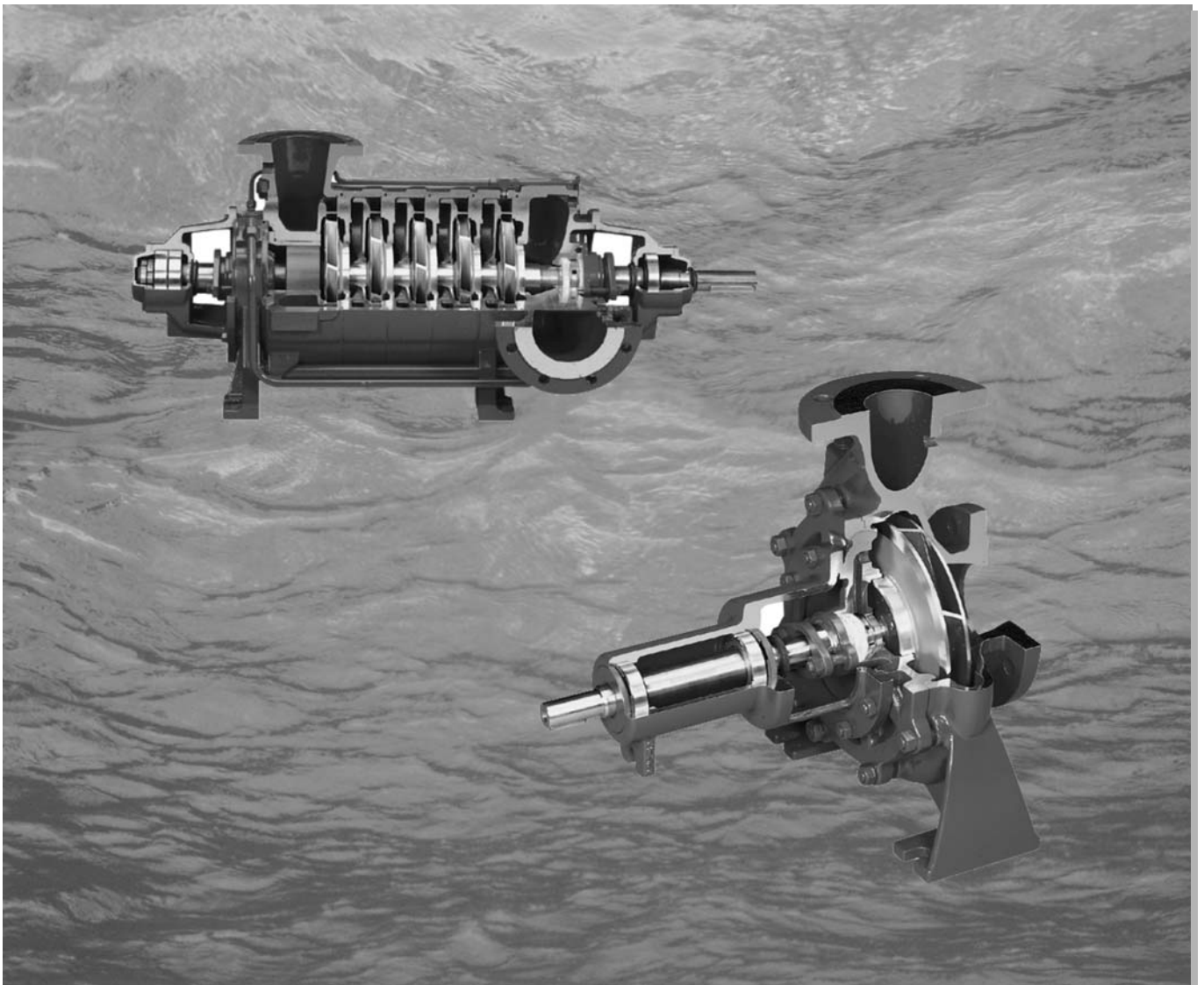


Turbinenpumpen

Baureihe • Series • Série **Turbinen**



DEUTSCH

ENGLISH

FRANÇAIS

Einsatz von rückwärtslaufenden Turbinenpumpen und Betriebserfahrungen

Grundsätzliches

Turbinenpumpen - auch bekannt unter anderen Namen wie Pumpenturbinen oder Rekuperationsturbinen - sind Kreiselpumpen in ihrer umgekehrten Funktion als Turbinen.

Kreiselpumpen und Turbinen sind beides Turbomaschinen, die den gleichen Gesetzmäßigkeiten - dabei vor allem der Euler-Gleichung - folgen. Trotzdem ging die Entwicklung technisch und wirtschaftlich in verschiedene Richtungen.

Turbinen entwickelten sich hin zu größeren Einheiten in Einzel- oder Kleinserienfertigung mit großem technischem Aufwand, vor allem hinsichtlich Regelung und hoher Wirtschaftlichkeit. Kreiselpumpen entwickelten sich zu den gebräuchlichsten Arbeitsmaschinen nach den Elektromotoren. Dadurch ergaben sich Serienfertigung und Normung mit günstigen Preisen bei guter Wirtschaftlichkeit.

Die Verbindung von Turbinen und Pumpen war besonderen Einsatzfällen vorbehalten, wie z.B. Pumpspeicherwerken. Erst das wachsende Energiebewußtsein nach der Ölkrise führte dazu, Kreiselpumpen in Umkehrung ihrer Funktion als Turbinen einzusetzen.

Nutzung von Restenergien

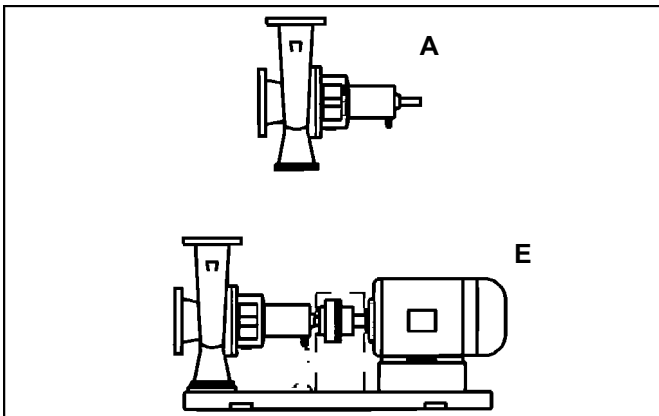
Durch ökologische und ökonomische Erkenntnisse wurde die Suche nach Alternativ-Energien intensiviert. Dabei wurde man sich zunehmend bewußt, daß in strömenden Medien erhebliche Restenergien vorhanden sind, die genutzt werden können. In vielen Fällen besteht diese Möglichkeit bei:

- Wassertransportsystemen,
- Rücklauf von Kühlwasser,
- Kühlung von Bergwerken,
- chemischen und petrochemischen Anlagen,
- Öl-Pipeline-Systemen,
- Ölversorgungssystemen.

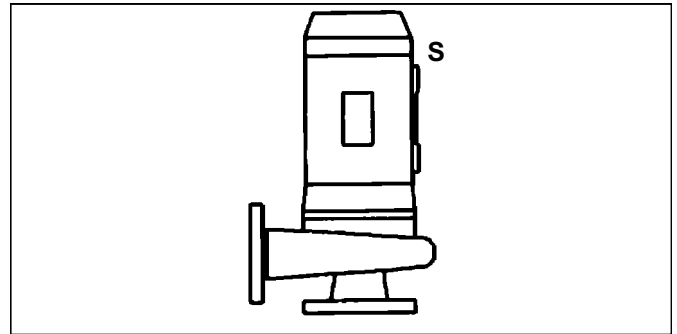
Pumpen im Turbinenbetrieb kommen also dort zum Einsatz, wo Drücke von strömenden Medien abgebaut werden können. Im folgenden soll der Einsatz bei Energie-Rückgewinnungsanlagen in der Trinkwasserversorgung betrachtet werden.

Bauformen

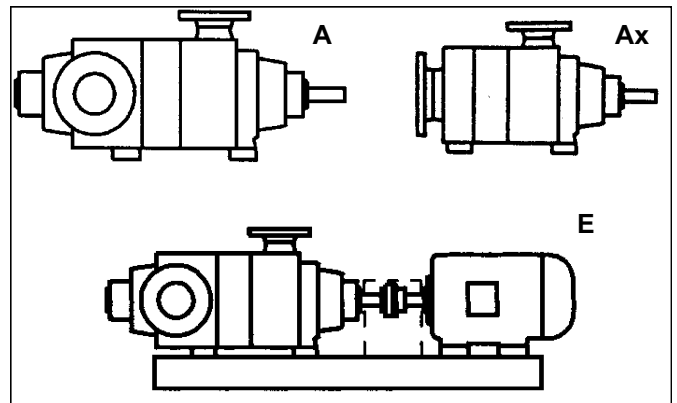
Einstufige Pumpen in horizontaler Bauform



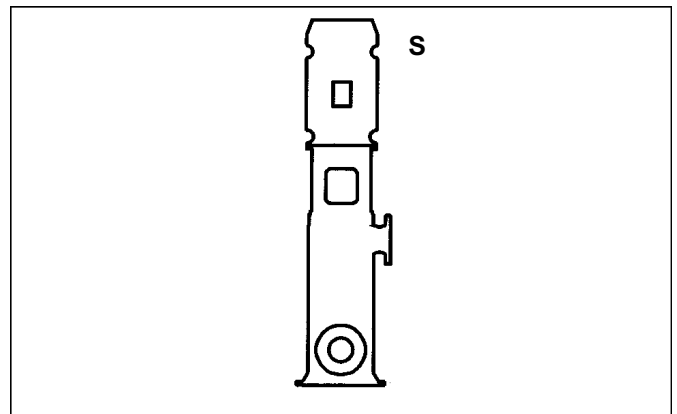
Einstufige Pumpen in vertikaler Bauform



Mehrstufige Pumpen in horizontaler Bauweise



Mehrstufige Pumpen in vertikaler Bauweise

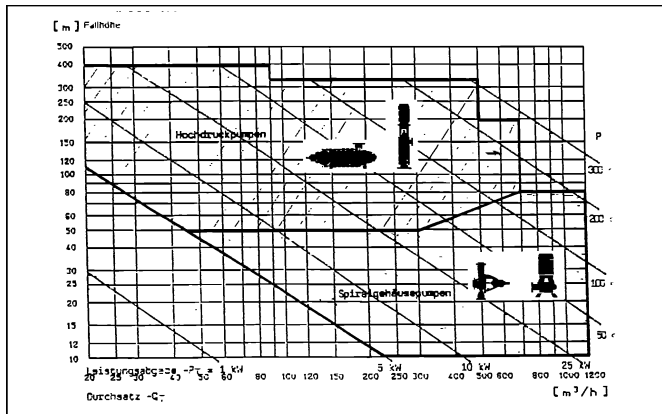


Welche Pumpen kommen in Frage?

Je nach Fallhöhe und Durchsatzmenge kommen dabei einstufige und mehrstufige Pumpen zum Einsatz, in horizontaler und stehender Bauweise. Gegenüber der horizontalen Bauweise, bei der Turbine und Generator auf einer Fundamentplatte über eine Kupplung verbunden sind, hat die stehende Bauweise den Vorteil, daß man wesentlich weniger Platz benötigt (siehe Bauformen).

Aus dem Kennlinienfeld wird der ungefähre Rahmen ersichtlich, in dem diese Pumpen eingesetzt werden können. Einstufige Spiralgehäuse-Pumpen sind in der Fallhöhe auf 50 - 80 m begrenzt, die Durchsatzmengen reichen hier bis 1200 m³/h. Die mehrstufigen Hochdruckpumpen schließen sich nach oben an,

bis zu Fallhöhen von 300 bis 400 m, bei Durchsatzmengen bis zu 700 m³/h. Dabei liegen die Leistungsabgaben an der Turbinenwelle bei max. 300 kW.



Kennlinienfeld: Übersichtsdiagramm für einstufige und mehrstufige Pumpen für den Einsatz als Turbine.

Vergleich Pumpe - Turbine

Die folgende Gegenüberstellung - Bild 1 - zeigt den Zusammenhang zwischen dem Betrieb als Pumpe und als Turbine

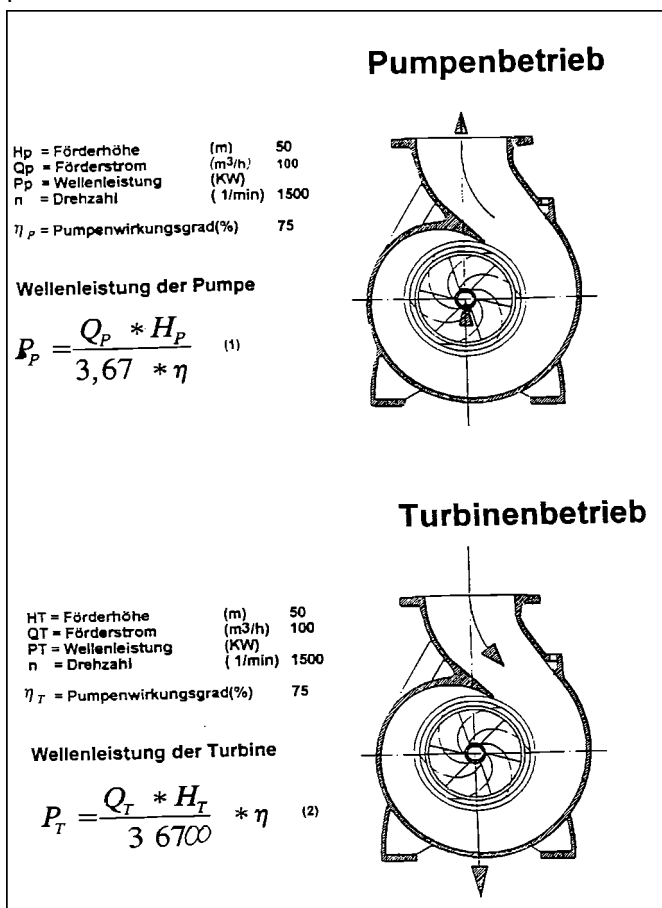


Bild 1: Zusammenhang zwischen Turbinen- und Pumpenbetrieb

Bei der Pumpe tritt das Medium axial ein und nach Zuführung von Energie radial wieder aus. Die Ermittlung der erforderlichen Wellenleistung erfolgt nach der angegebenen Formel und nach den im Beispiel angegebenen Zahlen.

Im Turbinenbetrieb dreht sich das Ganze um. Das Medium tritt radial in die Turbine ein und nach Entzug von Energie axial wieder aus, wobei sich die Drehrichtung umkehrt. Die Ermittlung der nutzbaren Wellenleistung erfolgt nach der angegebenen Formel.

Dabei ist zu beachten, daß dies die mechanische Turbinenleistung an der Welle ist. Die Leistungsabgabe des Generators an das Netz vermindert sich noch um den Wirkungsgrad des Generators.

Vergleich der Kennlinien

Recht aufschlußreich ist der Vergleich der Kennlinien für eine bestimmte Maschine, die einmal als Pumpe und einmal als Turbine betrieben wird - Bild 2.

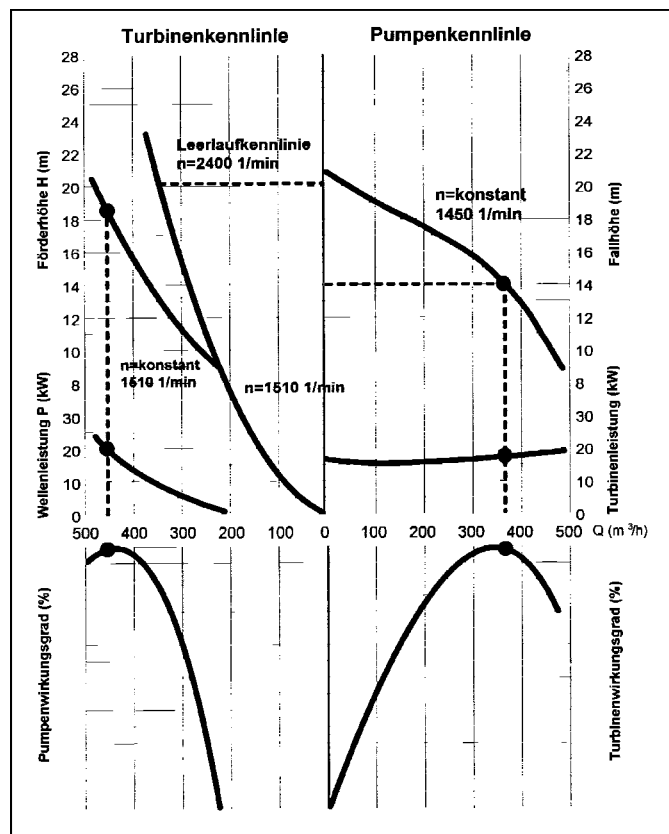


Bild 2: Vergleich von Turbinen- und Pumpenkennlinie

Von der Mittellinie als Nullpunkt ausgehend, wird die Pumpenkennlinie nach rechts dargestellt und der Betriebspunkt liegt bei einer Fördermenge von 360 m³/h und einer Förderhöhe von 14 m im Wirkungsgradoptimum 80 %. Die Wellenleistung beträgt - berechnet nach der vorhergehenden Formel - 17,2 kW.

Die Turbinenkennlinie wird nach links dargestellt, um zu zeigen, daß sich durch die Umkehrung negative Werte für die Durchsatzmenge ergeben. Die Leerlaufkennlinie verläuft vom Nullpunkt ausgehend als Parabel und endet mit der Durchgangsdrehzahl von 2400 min⁻¹. An dem zugehörigen Punkt der Leerlaufkennlinie zweigt die Betriebskennlinie ab, für die Drehstromdrehzahl 1510 min⁻¹. Der Betriebspunkt des besten Wirkungsgrades hat sich dabei erheblich auf 425 m³/h gesteigert, die Fallhöhe ebenfalls auf knapp 19 m erhöht. Die dabei abzugebende Turbinenleistung beträgt 18,4 kW.

Dieser Vergleich zeigt, daß bei einer gleichen Maschine Durchsatzmenge und Fallhöhe der Turbine gegenüber Fördermenge und Förderhöhe der Pumpe erheblich ansteigen. Dies ist da-

durch bedingt, daß zwischen Turbine und Pumpe Unterschiede in den hydraulischen Verlusten oder Schaufelverlusten bestehen. Diese Minderleistung bei den Pumpen oder Mehrleistung bei den Turbinen hängt von verschiedenen Faktoren ab und ist je nach Laufradform und spezifischer Drehzahl unterschiedlich. Als grober Anhaltspunkt kann von folgenden Umrechnungsfaktoren ausgegangen werden:

$$Q_T = Q_P \times 1,25 \quad (3)$$

$$H_T = H_P \times 1,35 \quad (4)$$

Turbinenkennlinien

Wie bereits oben gezeigt, weicht das Kennlinienverhalten der Turbine erheblich von dem der Pumpe ab und bedarf einer Erläuterung - Bild 3.

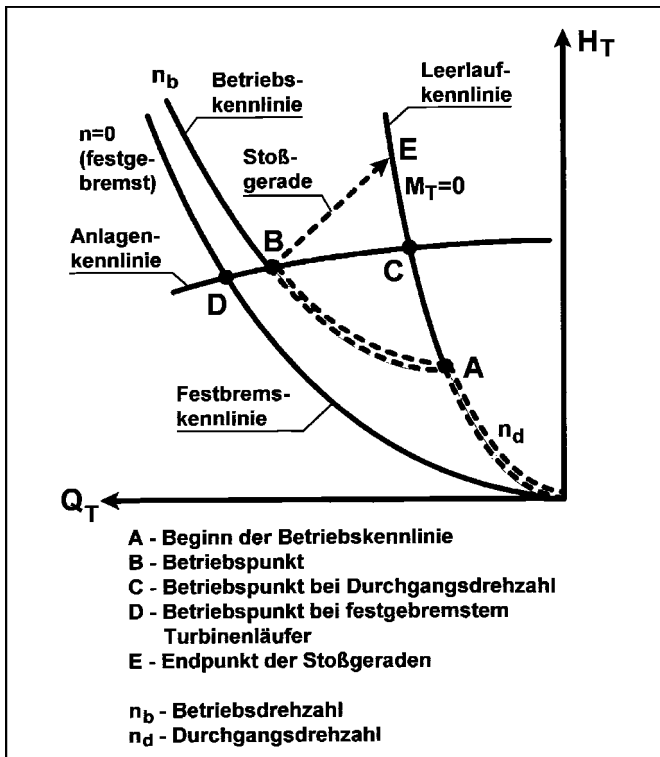


Bild 3: Turbinenkennlinie

Die Leerlaufkennlinie 1 zeigt das Hochlaufverhalten der Turbine im Leerlauf. Durch die vorhandene Fallhöhe, dargestellt durch die Anlagenkennlinie, wird die Turbine immer mehr beschleunigt bis sie in Punkt C die Durchgangsdrehzahl erreicht und die Fallhöhe aufgezehrt ist. Jeder Punkt auf der steigenden Leerlaufkennlinie entspricht also einer bestimmten Drehzahl. Bei der gewünschten Generator-Drehzahl, im allgemeinen 1.500 min^{-1} , zweigt im Punkt A die Betriebskennlinie 2 ab. Die Turbine arbeitet im Betriebspunkt B, als Schnittpunkt mit der Anlagenkennlinie.

Weniger praktische Bedeutung hat die Festbrems-Kennlinie 3. Sie stellt die Widerstandskurve der festgebremsten Turbine dar und zeigt im Punkt D im Schnitt mit der Anlagenkennlinie, welche Durchsatzmenge über die festgebremste Turbine abgeführt werden kann.

Die Anlagenkennlinie entspricht im Nullpunkt der geodätischen Fallhöhe und fällt mit zunehmender Durchsatzmenge ab, vermindert um die auftretenden Rohrreibungsverluste in der Zulaufleitung.

Bei Generatorbetrieb, als der gebräuchlichsten Betriebsweise in Wasserversorgungsanlagen, wird die Turbine im Betriebspunkt B von der Netzfrequenz des Generators mit konstanter Drehzahl geführt. Bei Netzausfall beschleunigt sich die Turbine sehr rasch und der Betriebspunkt B verschiebt sich entlang der Anlagenkennlinie zur Durchgangsdrehzahl Punkt C. Durch die dabei stattfindende rasche Änderung der Durchsatzmenge kann es dabei zu Druckstößen kommen. Durch diese Zufuhr zusätzlicher Energie kann sich die Turbine auf der Leerlaufkennlinie über die Durchgangsdrehzahl hinaus kurzzeitig zum Punkt E beschleunigen, wie im Diagramm durch die sogenannte Stoßgerade dargestellt.

Betriebskennlinien bei verschiedenen Drehzahlen

Um die Zuordnung der Betriebskennlinien zur Leerlaufkennlinie deutlicher zu machen, sind in Bild 4 verschiedene Drehstromdrehzahlen dargestellt. Jede dieser Kurven zweigt in dem zugehörigen Drehzahlpunkt der Leerlaufkennlinie ab. Die häufigste und angestrebte Drehzahl bei Turbinenpumpen ist 1500 min^{-1} und entspricht einem 4-poligen Generator bei einem Netz von 50 Hz. Bei einem Netz mit 60 Hz ergibt sich eine Betriebskennlinie mit 1800 min^{-1} . Bei bestimmten Betriebsverhältnissen, d.h. großen Durchsatzmengen und kleinen Fallhöhen, ergibt sich eine Betriebsdrehzahl von 1000 min^{-1} , entsprechend einem 6-poligen Generator.

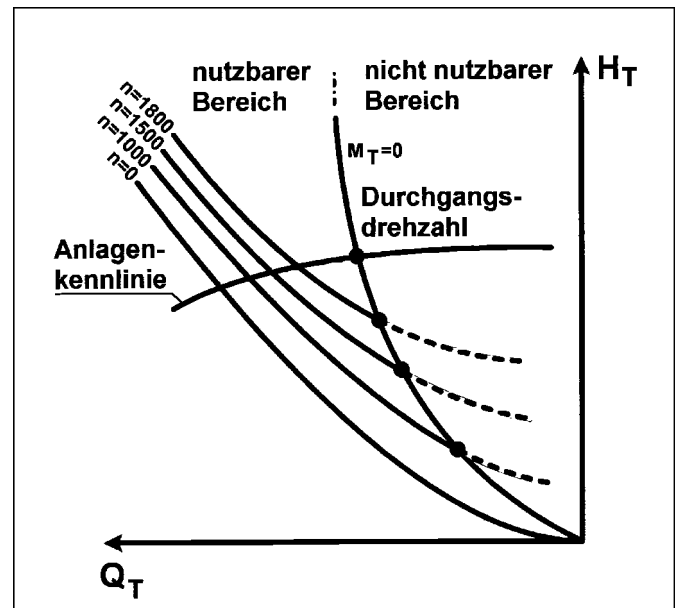


Bild 4: Betriebskennlinien für verschiedene Drehzahlen

Vor- und Nachteile der rückwärtslaufenden Turbinenpumpen

Der Einsatz von rückwärtslaufenden Turbinenpumpen soll die technisch hochentwickelten Turbinen nicht ersetzen, sondern im Rahmen des oben gezeigten Leistungsrasters ergänzen.

Die Vorteile sind:

- Großes, fein abgestuftes Leistungsraster,
- preisgünstige Serienprodukte,
- kurze Lieferzeiten,
- große Werkstoffauswahl und Zubehör,
- geringer Steuerungsaufwand.

Dem stehen die Nachteile gegenüber:

- Wirkungsgrad der Pumpe entsprechend, jedoch gegenüber der herkömmlichen Turbine geringer,

- kein verstellbarer Leitapparat,
- größere Verluste bei Mengenregelung,
- geringere Regelanpassungen.

Leistungsraster von Pumpen und Turbinen

Bild 5 zeigt das Leistungsraster von einstufigen Normpumpen, Drehzahl 1450 min⁻¹. Die Leistungsbereiche der einzelnen Pumpentypen sind so ineinander verzahnt, daß sich ein geschlossenes, fein abgestuftes Leistungsraster ergibt.

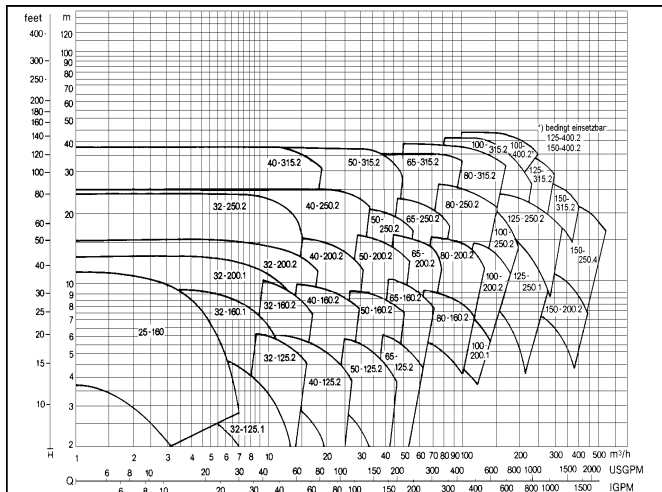


Bild 5: Leistungsraster einstufiger Normpumpen nach DIN 24255

Diese feine Abstufung erfährt bei Betrieb der Pumpen als Turbinen eine gewisse Einschränkung. Dies soll im folgenden Beispiel erläutert werden.

Bild 6 zeigt einen Teil des Leistungsrasters mit 4 Kennfeldern von 4 Maschinen. Durch die Anpassung des Laufraddurchmessers ist innerhalb eines Leistungsrasters jeder beliebige Betriebspunkt erreichbar.

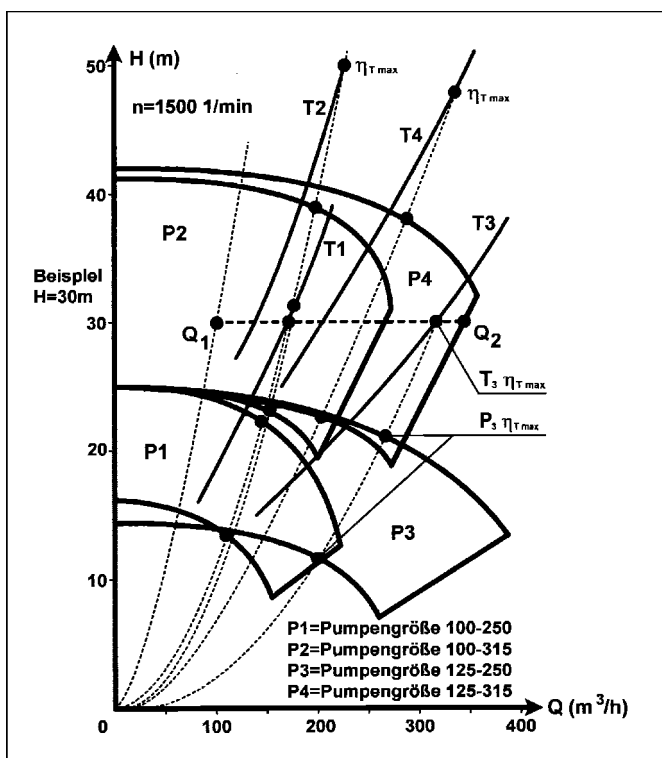


Bild 6: Kennfelder von Pumpenkennlinien und Turbinen

Im Turbinenbetrieb ist der volle Laufraddurchmesser für das Betriebsverhalten maßgeblich, eine Variation des Laufraddurchmessers ergibt praktisch keine Änderung. Aus dem breiten Kennfeld der Pumpe wird also eine schmale Turbinenkennlinie. Diese Rasterung ist ebenfalls eng, aber nicht so lückenlos wie im Pumpbetrieb. Es kann also nicht jeder Turbinenbetriebspunkt ganz genau erreicht werden.

Ein Beispiel soll dies verdeutlichen: Bei einer Förderhöhe von 30 m wird zwischen einer Fördermenge von 100 und 350 m³/h jede beliebige Fördermenge genau erreicht. Beim Turbinenbetrieb mit einer Fallhöhe von 30 m ergeben sich bei 4 Turbinen-Betriebskennlinien T 1 bis T 4 verschiedene Durchsatzmengen zwischen 140 und 320 m³/h. Die Kurven T 2 und T 4 kommen wegen des relativ schlechten Wirkungsgrades nur bedingt in Frage. Sehr gut geeignet sind nur 2 Turbinen, nämlich die Kurven T 1 und T 3 mit Durchsatzmengen von 175 und 320 m³/h, beide im Bereich des besten Turbinenwirkungsgrades.

Steuerung und Regelung

Da nach den obigen Ausführungen eine Anpassung über den Laufraddurchmesser nicht gegeben ist und üblicherweise die Regeleinrichtungen einer konventionellen Turbine nicht vorhanden sind, ergeben sich folgende Möglichkeiten:

- Anpassung der Behälterbewirtschaftung im Rahmen der Versorgungsbedingungen: Wenn möglich, wird die Füllzeit des Behälters etwas verkürzt, wenn die Durchsatzmenge der Turbine etwas größer gewählt werden muß.
- Bypass-Regelung: Die Durchsatzmenge der Turbine wird kleiner gewählt, die für die Behälterbewirtschaftung erforderliche Zusatzmenge über eine Bypass-Leitung geführt.
- Drossel-Regelung: Bei zu großer Durchsatzmenge der Turbine wird die Fallhöhe gedrosselt und dadurch die Durchsatzmenge reduziert, was allerdings die Wirtschaftlichkeit vermindert.
- Aufteilung der Durchsatzmenge auf mehrere Turbinen: Bei stark schwankenden Durchsatzmengen kann es günstiger sein, mehrere Turbinen parallel einzubauen.

Um einen möglichst wirtschaftlichen Betrieb zu erreichen und Verlustregelungen zu vermeiden, ist eine möglichst genaue Erfassung der Betriebsverhältnisse über einen längeren Zeitraum wichtig. Dabei muß abgewogen werden zwischen der Behälterbewirtschaftung einerseits und der Erzeugung einer möglichst günstigen Turbinenleistung andererseits. Kürzerer Betrieb mit großer Durchsatzmenge kann günstiger sein als kleinere Durchsatzmenge über einen längeren Zeitraum, da die Wirkungsgrade besser werden, je größer die Turbine ist.

Anwendungsformen

Im wesentlichen unterscheidet man folgende Anwendungen:

- Turbine - Generator,
- Turbine - Arbeitsmaschine,
- Turbine - Arbeitsmaschine - Kraftmaschine.

Die gebräuchlichste Form bei der Energierückgewinnung in Wasserversorgungsanlagen ist die Kombination Turbine-Generator. Bei der Abgabe in das öffentliche Stromnetz wird der Generator von der Netzfrequenz mit konstanter Drehzahl geführt. Dabei sind die entsprechenden Vorschriften des EVU zu beachten. Bei der Eigenversorgung muß der Generator zur Abgabe einer konstanten Frequenz gesteuert werden.

Bei der Kombination Turbine-Arbeitsmaschine kann im technischen Rahmen der Arbeitsmaschine die Drehzahl der Turbine frei gewählt werden und hier ist also im allgemeinen eine bes-

sere Anpassung der Turbine an die Gegebenheiten möglich. Häufig werden Kreiselpumpen angetrieben, wobei Turbine und Arbeitsmaschine in einem Leistungsgleichgewicht stehen.

Diese Kombination wird häufig durch eine zusätzliche Kraftmaschine ergänzt, für den Fall, daß die Turbinenleistung nicht ausreicht oder zeitweise nicht zur Verfügung steht. Ist die Kraftmaschine ein Drehstrommotor, so ergibt sich, wie beim Generator, eine konstante Drehstrom-Drehzahl. Bei einer Verbrennungsmaschine wird die Drehzahl über das Leistungsgleichgewicht bestimmt, in einem Rahmen, in dem ein sinnvoller Betrieb der Turbine und der Arbeitsmaschine möglich ist.

Anlagenschema

Bild 7 zeigt ein Anlagenschema mit einer Turbinenpumpe mit Generator in der Bypassleitung zu einem Vorratsbehälter.

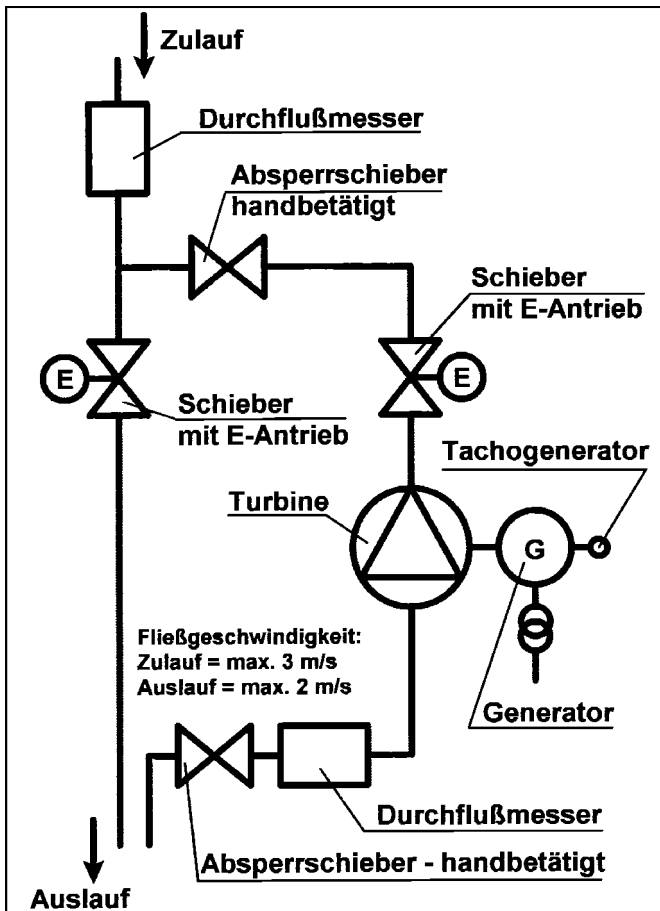


Bild 7: Anlagenschema Turbinenpumpe in Bypassleitung

Von der normalen, evtl. schon vorhandenen Zulaufleitung, wird eine Leitung zur Turbine abgezweigt. Sowohl in die Hauptleitung, als auch in die Abzweigung wird je eine Absperrarmatur mit Elektroantrieb eingebaut, um die Zulaufmenge ganz oder teilweise der Turbine zuzuführen.

Sofern nicht ohnehin vorhanden, sollte zumindest ein Durchflußmesser eingebaut werden. Bei Bypassbetrieb ist ein weiterer Durchflußmesser in der Ablaufleitung der Turbine zu empfehlen.

Die Ablaufleitung sollte getrennt von der Hauptleitung zum Behälter geführt werden, damit auch Bypass-Regelung möglich ist. Bei der Dimensionierung der Rohrleitungen ist darauf zu achten, daß möglichst niedrige Fließgeschwindigkeiten ge-

wählt werden, im Zulauf zur Turbine max. 3 m/ sec, im Auslauf max. 2 m/ sec, damit ein störungsfreier Ablauf und eine volle Ausnutzung der Energie gewährleistet ist.

Zur Drehzahlüberwachung des Generators hat sich die Anordnung einer zusätzlichen Tacho-Maschine auf der Generatorwelle bewährt, es gibt aber auch andere elektronische Überwachungssysteme.

Anlagenregelung

Bei der Regelung einer derartigen Anlage sind die gegebenen Betriebsbedingungen wirtschaftlich zu realisieren. Die Energierückgewinnung darf den normalen Betrieb nicht beeinträchtigen und muß wartungs- und überwachungsfreundlich sein.

Die elementaren Regelorgane in obigem Anlagenschema sind die beiden Absperrarmaturen sowie die Drehzahlüberwachung des Generators.

Bei richtiger und sorgfältiger Anpassung der Öffnungs- und Schließzeiten der Absperrarmaturen wird ein sanftes Anfahren und Abstellen der Turbine gewährleistet.

Sobald sich die Drehzahl des Generators z.B. durch Netzausfall über ein gewisses Maß erhöht, wirkt die Drehzahlüberwachung des Generators auf die Regelung und die Armaturen werden gegenläufig geschlossen bzw. geöffnet, so daß eine Beschleunigung der Turbine auf die Durchgangsdrehzahl vermieden wird. Dadurch wird auch der oben aufgezeigte Gefahr eines Druckstoßes entgegengewirkt bzw. dieser ganz vermieden. Turbine und Generator müssen aber in jedem Falle für die Durchgangsdrehzahl ausgelegt und geeignet sein.

Diese einfache Regelung reicht in vielen Fällen für einen betriebssicheren Betrieb aus. In schwierigeren Fällen kann durch Einsatz eines Schwungrades das Durchgehen der Turbine so verzögert werden, daß die Druckänderungen in einem zulässigen Rahmen bleiben.

Eine weitere Möglichkeit ist das Festbremsen der rotierenden Massen durch eine Scheibenbremse. Auch hier ist die richtige Zuordnung des Bremsmomentes und der Bremszeit wichtig. Da, gemäß Bild 3, die Betriebskennlinie und Festbremskennlinie relativ nahe beieinander liegen, ist auch die Mengenänderung relativ gering und damit auch die Druckstoßgefahr vermindert.

Ausführungsbeispiel

In Bild 7 ist eine ausgeführte Anlage dargestellt mit 2 Turbinenpumpen unterschiedlicher Größe zum Betrieb bei Schwachlast und Vollast. Es handelt sich um horizontale, mehrstufige Maschinen, die bei einer Fallhöhe von 110 bzw. 95 m arbeiten bei Durchsatzmengen von 175 bzw. 300 m³/h.

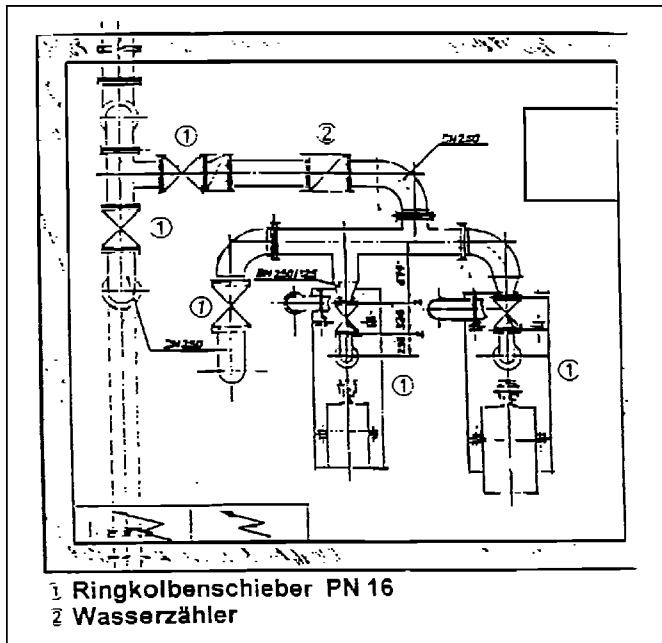


Bild 8: Ausführungsbeispiel mit 2 Turbinenpumpen.

Sämtliche Rohrleitungen sind in Stahl verzinkt ausgeführt. Die Zulaufleitung in DN 250 mündet geradlinig in den unter dem Maschinenhaus liegenden Wasserbehälter. Von dort zweigt die Zulaufleitung zu den Turbinen ab. Die Abzweigleitung wie auch die Hauptzuleitung, sind durch eine Absperrarmatur mit Elektroantrieb zu regulieren. Anschließend ist nach einer entsprechenden Beruhigungsstrecke ein Wasserzähler angeordnet.

Die nachfolgende Verteilerleitung führt einerseits den Förderstrom zu den Turbinen, andererseits ist nochmals eine Bypassleitung angeordnet, die in den darunterliegenden Behälter ausmündet, ebenso wie auch die beiden Ablaufleitungen der Turbinen.

Vor den Turbinen sind ebenfalls Absperrarmaturen mit Elektroantrieb angeordnet, wobei, je nach Schwachlast- oder Vollastbetrieb, die jeweilige Turbine geöffnet oder geschlossen wird.

Für alle Absperrarmaturen wurden wegen der günstigen Schließcharakteristik Ringkolbenschieber gewählt. Die Anlage erzeugt eine Leistungsabgabe von 41 bzw. 62 kW und hat in zwischen 35.000 Betriebsstunden.

Investitionskosten

Für eine derartige Anlage fallen erhebliche Investitionskosten an, die sich rechnen müssen. Da im Normalfall die gewonnene Energie in das Stromnetz des EVU eingespeist wird, sind entsprechende Vereinbarungen mit dem EVU erforderlich. Durch das seit 1991 gültige Einspeisegesetz, sind die EVU's gesetzlich verpflichtet, den einspeisenden Unternehmen einen bestimmten Prozentsatz vom Durchschnittserlös je KW-Stunde zu vergüten aus der Stromabgabe an alle Letztverbraucher, jedoch beschränkt auf Anlagen bis 500 kW Leistung. Diese Vergütung je KW-Stunde kann also je nach dem EVU schwanken, liegt jedoch in der Größenordnung von 13 Pf. pro kWh.

Nach den gemachten Erfahrungen reicht dieser Vergütungssatz aus, daß sich die Investitionen zur Energierückgewinnung lohnen. Es muß jeder einzelne Fall vorher genau durchgerechnet und überlegt werden. Es kommt dabei darauf an, welche Energiemengen gewonnen werden können und welcher technische Aufwand notwendig ist.

Betriebserfahrungen

Die bisher gemachten Erfahrungen mit Turbinenpumpen sind sehr positiv. Die meisten Anlagen liegen in einer Größenordnung unter 100 kW, zum Teil aber auch darüber.

Das betriebliche Verhalten der Turbinenpumpen ist problemlos, ja als gutmütig zu bezeichnen. Die Durchgangsdrehzahlen machen weder hinsichtlich der Turbine noch des Generators Schwierigkeiten.

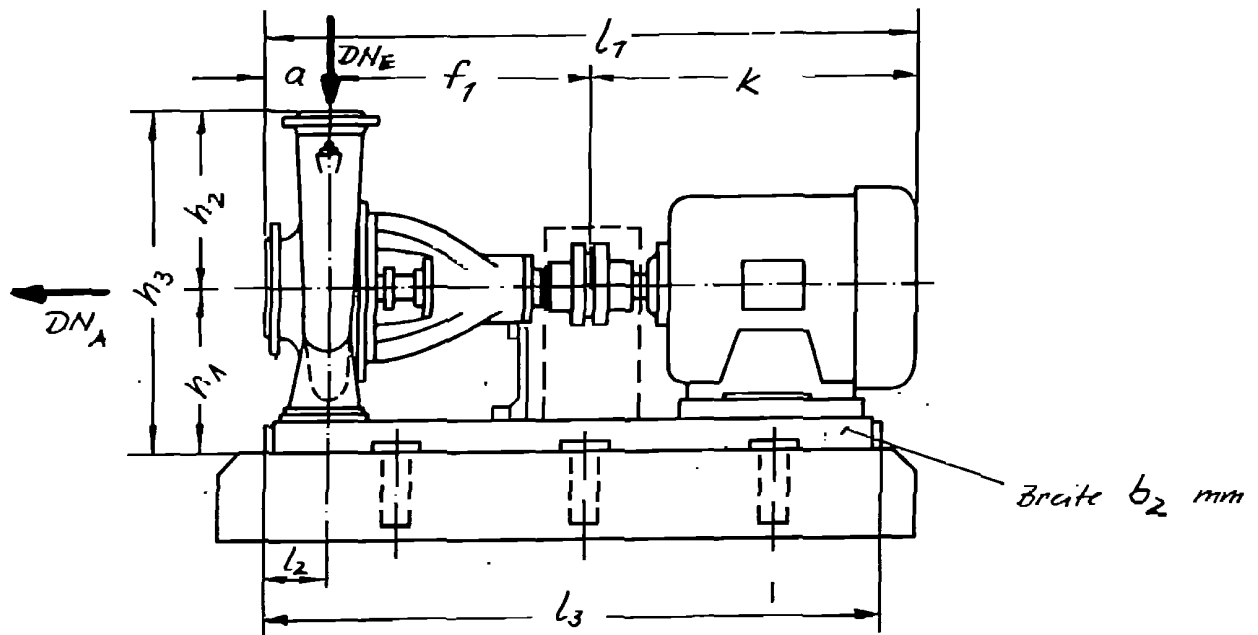
Größeres Augenmerk ist darauf zu richten, daß bei Netzausfall Druckstöße vermieden oder in Grenzen gehalten werden. Zu diesem Zweck sind auch Druckstoßberechnungen zu empfehlen und ggf. müssen die oben aufgezeigten zusätzlichen Maßnahmen ergriffen werden.

Sehr wichtig ist die Abstimmung einer geeigneten Turbinengröße auf die Gegebenheiten und die Behälterbewirtschaftung. Auf eine gute hydraulische Dimensionierung der Rohrleitungen und Armaturen ist zu achten. Dabei dürfen vor allem die Ablaufleitungen von den Turbinen nicht zu klein bemessen werden.

Schlußbemerkung

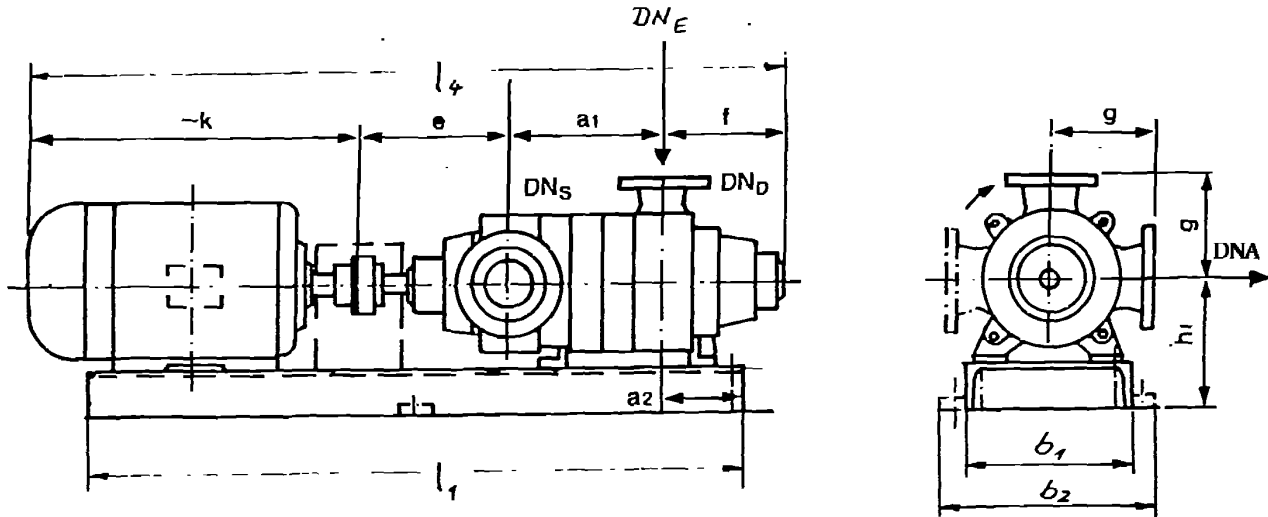
Turbinenpumpen haben inzwischen ihren festen Platz in der Energiegewinnung. Die Erfahrungen sind vorhanden und verfeinern sich mit jeder Anlage. Das betriebliche Verhalten der Maschine ist gut und problemlos. Lassen Sie sich bei Bedarf von den Ingenieuren der Fachfirmen beraten.

Maßzeichnung Turbinenpumpen 1-stufig



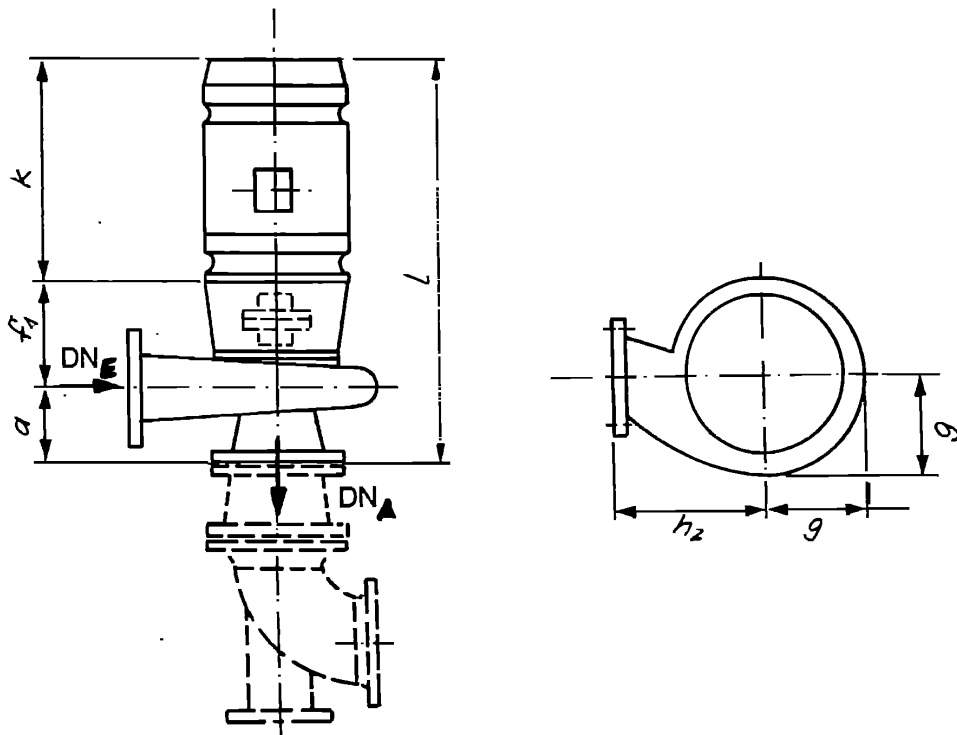
Type	DN_E	DN_A	a	f_1	h_1	h_2	h_3	k	l_1	l_2	l_3	b_2
61 361.3	50	65	100	360	280	225	505	372	832	102	900	350
76 361.3	65	80	100	470	310	250	560	455	1025	120	1100	400
211 361.3	100	125	140	470	335	280	615	591	1201	120	1300	440
236 361.3	125	150	140	470	360	355	715	775	1385	120	1300	400
61 426.3	50	65	125	470	325	280	605	455	1050	102	1000	350
76 426.3	65	80	125	470	335	280	615	591	1186	120	1300	400
91 426.3	80	100	125	470	360	315	675	720	1315	120	1300	400
236 426.3	125	150	140	530	365	355	720	835	1505	125	1420	540
211 511.3	100	125	140	530	365	355	720	835	1505	125	1420	630

Maßzeichnung Turbinenpumpen 1-stufig



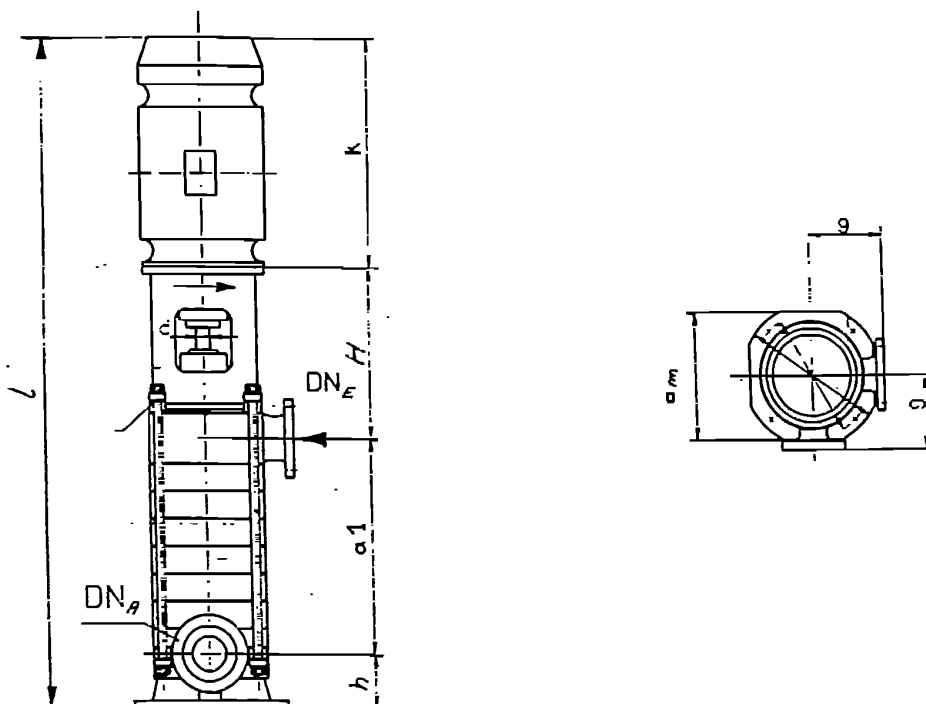
Type	DN _E	DN _A	a ₁	a ₂	e	f	g	h ₁	b ₁	b ₂	l ₁	~K	l ₄
56 166	50	65	370	168	250	180	190	260	350		1367	591	1391
50 215	100	125	375	198	364	293	250	310	400		1600	720	1752
50 234	125	150	360	190	390	327	300	305		580	1620	835	1912
56 177	65	80	500	178	275	195	210	280	350		1500	591	1561
50 216	100	125	452	198	364	293	250	310		530	1620	775	1884
50 235	125	150	450	190	390	327	300	305		580	1820	835	2002
50 264	150	200	424	228	435	376	350	375		700	2020	1005	2240
56 179	65	80	650	178	275	195	210	280	350		1500	591	1711
50 217	100	125	529	198	364	293	250	310		530	1820	775	1961
50 236	125	150	540	190	390	327	300	340		630	2020	930	2187
50 265	150	200	539	228	435	376	350	375		700	2020	1005	2355

Maßzeichnung Turbinenpumpen 1-stufig



Type	DNE	DNA	a	f1	g	h2	k	l
61 361.3	50	65	100	195	175	225	312	607
76 361.3	65	80	100	235	185	250	375	710
211 361.3	100	125	140	265	210	280	481	886
236 361.3	125	150	140	265	252	355	665	1070
61 426.3	50	65	125	235	205	280	375	735
76 426.3	65	80	125	265	218	280	481	871
91 426.3	80	100	125	265	227	315	610	1000
236 426.3	125	150	140	318	252	355	695	1153
211 511.3	100	125	140	318	275	355	695	1153

Maßzeichnung Turbinenpumpen 1-stufig



Type	DNE	DNA	a1	g	h	m	H	~K	I
56 166	50	65	370	190	120	350	295	480	1265
50 215	100	125	375	250	155	340	527	610	1667
50 234	125	150	360	300	180	410	591	695	1826
56 177	65	80	500	210	130	350	295	480	1405
50 216	100	125	462	250	155	340	527	665	1799
50 235	125	150	450	300	180	410	591	695	1916
50 264	150	200	424	350	225	460	639	865	2153
56 179	65	80	650	210	130	350	295	480	1555
50 217	100	125	529	250	155	340	527	665	1876
50 236	125	150	540	300	180	410	591	790	2101
50 265	150	200	539	350	225	460	639	865	2268

Beispielhafte Auswahltabelle für Turbinenpumpen Drehzahl $n = 1450 \text{ min}^{-1}$

		Fallhöhe in m				
		30	50	75	100	125
Durchsatzmenge in m^3/h	*1/1	61 361.3 QT = 48 m^3/h PT = 2,6 kW Gen. = 3 kW	61 426.3 QT = 52 m^3/h PT = 4 kW Gen. = 5,5 kW	56 166 QT = 51 m^3/h PT = 7,5 kW Gen. = 11 kW	56 177 QT = 54 m^3/h PT = 10,6 kW Gen. = 11 kW	56 179 QT = 52 m^3/h PT = 12,7 kW Gen. = 15 kW
	1/2	76 361.3 QT = 77 m^3/h PT = 4,3 kW Gen. = 5,5 kW	76 426.3 QT = 117 m^3/h PT = 11,1 kW Gen. = 15 kW	50 215 QT = 98 m^3/h PT = 15,6 kW Gen. = 18,5 kW	50 216 QT = 104 m^3/h PT = 21,9 kW Gen. = 30 kW	50 217 QT = 106 m^3/h PT = 28,3 kW Gen. = 30 kW
	1/3	211 361.3 QT = 160 m^3/h PT = 9,8 kW Gen. = 11 kW	91 426.3 QT = 160 m^3/h PT = 15,2 kW Gen. = 18,5 kW	50 234 QT = 195 m^3/h PT = 30,2 kW Gen. = 37 kW	50 235 QT = 195 m^3/h PT = 41,4 kW Gen. = 45 kW	50 236 QT = 195 m^3/h PT = 50,4 kW Gen. = 55 kW
	1/4	236 361.3 QT = 340 m^3/h PT = 23 kW Gen. = 30 kW	236 426.3 QT = 335 m^3/h PT = 36,9 kW Gen. = 45 kW	211 511.3 QT = 260 m^3/h PT = 40,6 kW Gen. = 45 kW	50 264 QT = 300 m^3/h PT = 62 kW Gen. = 75 kW	50 265 QT = 275 m^3/h PT = 71,1 kW Gen. = 75 kW
		einstufige Turbinen			mehrstufige Turbinen	

DEUTSCH

* Erläuterung:

1/1, 1/2, 1/3 usw.	=	Leitzahl
61 361.3	=	Turbinentyp
Q_T	=	Durchsatzmenge in m^3/h
P_T	=	Leistungsabgabe Turbinenwelle kW
Gen.	=	Generatorenleistung kW

Diese Auswahltabelle gibt nur einen Teil des möglichen Einsatzspektrums unserer Turbinenpumpen wieder. Grundsätzlich sind fast alle Spiralgehäuse- und mehrstufigen Pumpen unseres Lieferprogramms als Turbinen einsetzbar.

Lieferungen von Turbinenpumpen

<i>Kunde</i>	<i>Einbauort</i>	<i>Turbinen- type</i>	Q_T [m ³ /h]	H_T [m]	P_T [kW]
ZV LWV	HB Schönbühl 1	261364	400	24,5	20,6
ZV LWV	HB Fellbach	311351	450	20	18,4
ZV LWV	Schacht Nord	261426	400	49	43,8
ZV LWV	HB Rotenberg	55215	120	100	25
ZV LWV	HB Rotenberg	55215	120	100	25
STW Schwäbisch Gmünd	HB Buch	55263	300	95	61,5
STW Schwäbisch Gmünd	HB Buch	55234	175	110	41
STW Schwäbisch Gmünd	HB Lauchhof	261361	398	26	19
STW Tübingen	HB Herrlesberg	27217	69	140	18,5
ZV LWV	HB Schönbühl 2	261426	400	45	41,2
ZV Kleine Kinzig	HB Hofberg	91426	194	57	22
Fa. Lösch	PW Creglingen	56158	36	140	8,2
ZV Kleine Kinzig	HB Hirschkopf	261426	432	41	39,8
STW Tübingen	HB Sand	50316	576	183,6	223
STW Schorndorf	HB Ottilienberg	50236	180	150	56
STW Freiberg	HB Ochsensträssle	561623	54	234	23
GMD Benningen	HB Ziegeläcker	561624	51	194	19,4
ZV Kleine Kinzig	HB Hausach	56169	54	131	13,6
STW Böblingen	HB Brand	50233	200	60	25
STW Böblingen	HB Brand	50234	180	80	30
STW Tübingen	HB Pfrondorf	56176	72	100	14,1
ZV LWV	HB Breech	311351	450	20	19,5
ZV LWV	HB Breech	311351	450	20	19,5
STW Ludwigsburg	WT Tammerfeld	561526	30,8	210	13,3
ZV Kleine Kinzig	HB Brunnenteich	56169	48	112	10,5
STW Metzingen	HB Forst I	56179	69	150	20,3
Fa. Votteler	HB Waldenburg (STW Böblingen)	50233	230	70	32
Fa. Lechner	HB Rückertsbronn	50262	252	30	15,4
STW Esslingen	HB Burg	50264	270	98	56
ZV Jagstgruppe Crailsheim	HB Kreuzberg	50262	285	36	19,6
STW Göppingen	HB Kolpingweg	50214	127	70	19
STW Göppingen	HB Oberholz	50235	195	108	43
STW Schorndorf	HB Holzberg	50237	136	158	43,3
STW Sigmaringen	HB Hohkreuz	50233	129	50	13,7
Fa. Weller, Blaufelden	NOW Dankoltsweiler	211361.3	216	45	20



**RITZ Pumpenfabrik
GmbH & Co KG**
Postfach 17 80
D-73507 Schwäbisch Gmünd

Tel. (0 71 71) 60 9-0
Fax. (0 71 71) 60 92 87

Technische Änderungen vorbehalten
We reserve the right to make technical changes
Tous droits réservés pour actualisation technique