

Voith Turbo

VOITH

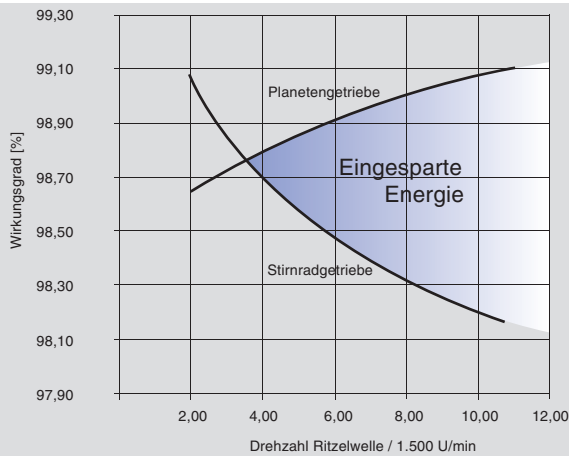
Bedeutende Vorteile durch Planetengetriebe in der Energieerzeugung



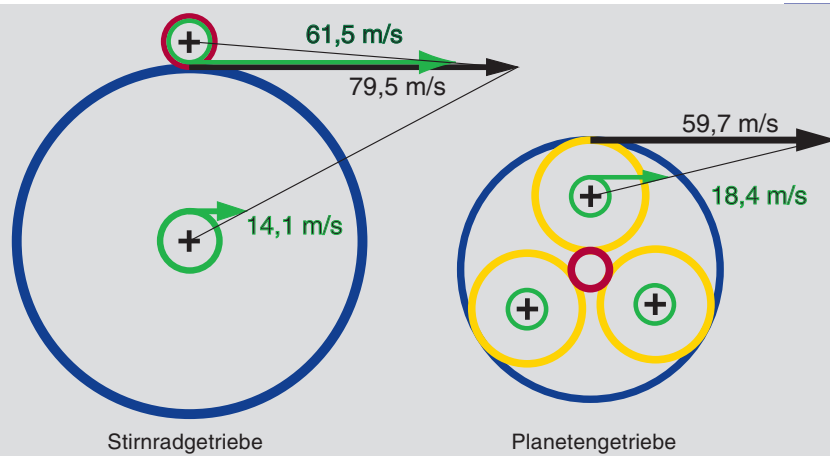
Voith Turbo BHS Getriebe, 04/2004, von Stefan Burkart

Vergleich zwischen Planeten- und Stirnradgetrieben in durch Gas-, Dampf- und Expansionsturbinen angetriebenen Generatorsträngen

Grafik 1:
Wirkungsgradvergleich zwischen einem Planetengetriebe und einem Stirnradgetriebe von Voith Turbo BHS



Grafik 2:
Vergleich der Umfangsgeschwindigkeit an Lagern und Verzahnung
Beispiel: Dampfturbine – Generator, $P = 5.900 \text{ kW}$ @ $10.680/1.500 \text{ U/min}$



Getriebe werden bei Leistungen bis ca. 110 MW oder Turbinendrehzahlen von rund 60.000 U/min dazu benutzt, die Turbinendrehzahl auf die des Generators zu reduzieren. Normalerweise werden Stirnradgetriebe in diesen Anwendungen eingesetzt. Jedoch verwenden einige ‚Packager‘ und Generatorenhersteller Planetengetriebe für Gas- und Dampfturbinearrangements. Die Mehrzahl der Planetengetriebehersteller ist in Europa beheimatet, was möglicherweise erklärt, dass im US-Energieerzeugungsmarkt Planetengetriebe seltener eingesetzt werden. Viele Ingenieure scheinen sich nicht der Vorteile von Planetengetrieben bewusst zu sein und fühlen sich angesichts des komplexeren Aufbaus sowie der aufwändigeren Inspektion unbehaglich diese einzusetzen. Der bekannte Standard der API 613 deckt nur die Auslegung und den Bau von Stirnradgetrieben ab, was es fast unmöglich macht, Planetengetriebe in der API-Welt einzusetzen. Die Absicht der API 613 ist es, ein Getriebe mit ausreichendem Sicherheitszuschlag zu erzeugen. Dies kann aber genauso mit Planetengetrieben erreicht werden, indem

ein entsprechender Sicherheitsfaktor gewählt wird. Darüber hinaus werden Planetengetriebe nach bestens bewährten Konstruktionen gebaut und bieten höchste Zuverlässigkeitsgrade. Einige Hersteller haben sich sogar auf diese Getriebeart spezialisiert. Auslegungsnormen nach ISO (vormals DIN) und AGMA sind dafür vorhanden. Trotzdem sind heutzutage die meisten Turbinenarrangements mit Stirnradgetrieben bestückt, selbst dann, wenn Planetengetriebe die bessere Wahl sind. Einige Punkte sollten daher in Betracht gezogen werden. Eingangs- und Ausgangswelle von Planetengetrieben sind coaxial ausgerichtet, was kompakte Stranganordnungen erlaubt. Durch die Kraftübertragung mittels drei oder mehr Planetenrädern, brauchen Planetengetriebe weniger Platz und sind leichter im Vergleich zu Stirnradgetrieben. Verschiedenste Getriebeausführungen existieren bei den größeren Herstellern, die alle eine ausgeglichene Lastverteilung zwischen den Planeten garantieren. Das bestens bekannte Stoeckicht-Prinzip kennzeichnet sowohl ein „schwim-

mendes“ Sonnen- als auch Hohlrads. Keines dieser Zahnräder benötigt eine Lagerung, beide können sich innerhalb der Zahneingriffe mit den Planeten frei einstellen. Das Sonnenrad ist über eine Kupplung direkt mit der Turbinenwelle verbunden. Das Hohlrads ist mit der langsamen Getriebewelle über die Hohlradsgehäuse verbunden. Dieses Design garantiert eine perfekte Lastverteilung. Die fehlenden Lager auf der schnellen Getriebeseite, die typischerweise den Hauptanteil an den hohen Leistungsverlusten in Stirnradgetrieben tragen, erklären den hohen Wirkungsgrad dieses Typs von Planetengetrieben. Die kurze Sonnenradwelle mit einem kleinen Überhangmoment zeigt ein exzellentes rotordynamisches Verhalten und erlaubt Geschwindigkeiten von mehr als 60.000 U/min, weit unter der ersten kritischen Drehzahl. Der Wirkungsgrad von Planetengetrieben nach dem Stoeckicht-Prinzip erhöht sich leicht mit größeren Übersetzungsverhältnissen. Im Gegensatz dazu weisen Stirnradgetriebe die besten Wirkungsgrade bei kleinen Übersetzungsverhältnissen auf. Dagegen fällt ihr Wirkungsgrad bei höheren Übersetzungs-

Tabelle 1: Vergleichsstudie

Stirnradgetriebe mit horizontalem Achsversatz vs. Planetengetriebe mit integrierter Kupplung auf schneller und langsamer Seite

Beispiel: Turbine auf Generator – Nennleistung = 17 MW, Drehzahl Turbine = 9.700 U/min, Auslegung gemäß AGMA min. Servicefaktor = 1,3

	2-poliger Generator (3.000 U/min)		4-poliger Generator (1.500 U/min)		
	Stirnradgetriebe	Planetengetriebe	Stirnradgetriebe	Planetengetriebe	
Preis Getriebe + Kupplung(en)	0 (-)*	-	--(-)*	--	Höheres Übersetzungsverhältnis führt zu einem größeren und teureren Getriebe
Preis Generator	0	0	++++	++++	Große Preisdifferenz zwischen 2- und 4-poligem Generator
Gesamtgewicht und Abmessungen	0 (+)*	+	--(-)*	-	Platzerfordernis für den Grundrahmen (koaxial: +; 4-Pol-Generator: --)
Gesamter Energieverlust	0	0	--	++	Kosteneinsparung; jede kWh mit € 1.500 bewertet
Gesamter Ölverbrauch	0	-	-	0	Größe des Schmieröl-Systems
Gesamte Vorteile	0 (0)*	-	--(-)*	+++	

*in Klammern: Stirnradgetriebe mit Torsionswelle und vertikaler Wellenanordnung

0 = kein bedeutender finanzieller Vorteil / Nachteil +/- = finanzieller Vor- / Nachteil von 10.000 bis 25.000 Eur

++/-- = finanzieller Vor- / Nachteil von 25.000 bis 50.000 Eur

verhältnissen beträchtlich ab. Um einen optimalen Wirkungsgrad zu erzielen, sollten Planetengetriebe daher bei höheren Übersetzungsverhältnissen eingesetzt werden (s. Grafik 1). Die Ausführung als Planetengetriebe bewirkt auch eine geringere Umfangsgeschwindigkeit an der Verzahnung und den Lagern (s. Grafik 2).

Diese Faktoren haben einen Einfluss auf deren höhere Betriebszuverlässigkeit.

Wirtschaftlicher Vergleich von Turbinenarrangements – eine Gegenüberstellung

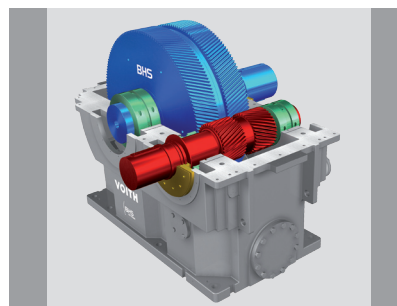
Neben technischen Aspekten wie Wirkungsgrad, Zuverlässigkeit, Platzerfordernis etc., sollte die wirtschaftliche Seite einer Entscheidung zwischen zwei grundsätzlichen Lösungen betrachtet werden. Hier sind sowohl die Investitions- als auch die Betriebskosten zu berücksichtigen. In der Gegenüberstellung (s. Tabelle 1) wird die

Lösung eines Stirnradgetriebes und eines zweipoligen Generators als Maßstab benutzt. Abhängig von der Anwendung, des Landes der Installation und den Kundenerfordernissen können die Vor- und Nachteile anders gewichtet werden.

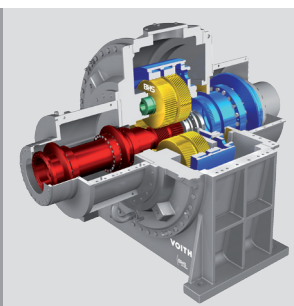
Die Studie zeigt klar, dass ein alleiniger Vergleich von Stirnradgetrieben mit Planetengetrieben nicht angemessen ist. Vielmehr ist der Generator ebenfalls in die Gegenüberstellung aufzunehmen. Im angeführten Beispiel werden die geringsten Gesamtkosten (Investment + Betrieb) bei einem Planetengetriebe und einem vierpoligen Generator

erzielt. Indem Planetengetriebe vorgeschrieben sind, ist es möglich, verlustarme, preisgünstige und kompakte Turbinenarrangements zu konstruieren.

Bei der Voith Turbo BHS Getriebe GmbH werden diese und andere Planetengetriebeleistungen angeboten. Neben Planeten- und Stirnradgetrieben werden auch Kupplungen, Rotordrehvorrichtungen und Integralgetriebe hergestellt. Alle diese Produkte sind hauptsächlich in Industrien der Energieerzeugung, Petrochemie, Chemie sowie im Öl- und Gasbereich im Einsatz.



Voith Turbo BHS
Stirnradgetriebe, HD-Serie



Voith Turbo BHS
Planetengetriebe, RT-Serie, Typ RTPK
mit integrierten Doppel-Membrankupplungen auf beiden Seiten

Voith Turbo BHS Getriebe GmbH

Hans-Böckler-Str. 7
87527 Sonthofen
Germany

Tel. +49 8321/802-0
Fax +49 8321/802-689

info.bhs@voith.com
www.bhs-getriebe.de

VOITH
Engineered reliability.