



GENESYS 600, Eine neue Generation hocheffizienter Windenergieanlagen

Friedrich Klinger, Fachbereich Maschinenbau

Zusammenfassung

Die Forschungsgruppe Windenergie an der HTW des Saarlandes hat eine speziell für die Windbedingungen im Inland optimierte Großwindkraftanlage entwickelt. Die Nennleistung beträgt 600 kW bei einer Windgeschwindigkeit von 11,5 m/s, wobei der hohe Gesamtwirkungsgrad von 95 % bereits bei Teillast erreicht wird. Die getriebelose Maschine ist charakterisiert durch einen permanentmagneterregten Vielpol synchronen Generator und durch neuentwickelte Blattverstell- und Kühlsysteme. Betriebserfahrungen mit dem Prototypen im Windpark Saar in Freisen rechtfertigen hohe Erwartungen für die anlaufende Serienproduktion.

1. Einführung

Der Windenergieboom in Deutschland hat zu der Situation geführt, dass in Küstengebieten der für Windfarmen zur Verfügung stehende Raum mittelfristig knapp werden wird. Deshalb richtet sich das Augenmerk der Investoren und Windparkplaner mehr und mehr auf das Binnenland. Konventionelle Windturbinen, die eigentlich primär für Küstengebiete ausgelegt wurden, werden an das geringere Binnenlandwindangebot durch Ausrüstung mit höheren Türmen und größeren Rotordurchmessern angepasst. Dennoch ist offensichtlich geworden, dass ein Bedarf für eine speziell für das Binnenland ausgelegte und optimierte Windenergieanlage vorhanden ist. Die Forschungsgruppe Windenergie hat sich unter der Regie von Professor Dr.-Ing. Friedrich Klinger mit diesem Thema beschäftigt. Resultat ist eine Windturbine mit einer Nennleistung von 600 kW, die GenesYs 600, die im Auftrag der GenesYs mbH entwickelt wurde.

2. Die GENESYS 600

Primärziel bei Arbeitsbeginn war die Erreichung eines hohen Gesamtwirkungsgrades, der bereits im Teillastbereich vorliegen sollte. Weiterhin sollte die Anlage zwecks Reduktion von Servicekosten wartungsarm ausgelegt werden. Drittens sollte eine exzellente Netzverträglichkeit der Anlage gesichert sein und schließlich sollte die Anlage durch den Auftraggeber zu einem konkurrenzfähigen Preis verkauft werden können. Folglich war die Generaltendenz in der Entwicklung die Minimierung von Energieverlusten in der Maschine. Die GenesYs 600 ist eine getriebelose Windenergieanlage mit permanentmagneterregtem Vielpol synchronen Generator. Somit entfällt eine verlustbehaftete Fremderregung des Generators, während das Fehlen eines Getriebes neben einer Wirkungsgraderhöhung auch eine Reduktion der Wartungskosten mit sich bringt. Der Synchrongenerator erlaubt drehzahlvariablen Betrieb, was eine bessere Anpassung an das inhomogenere, böenbehaftete Windangebot im Binnenland bedeutet. Der erzeugte Wechselstrom wird über einen Frequenzumrichter an die gewünschten Netzbedingungen angepasst. Komplettiert wird die Anlage schließlich durch ein neuentwickeltes Blattverstellsystem, das erlaubt, die Blätter in die jeweils optimale energetische Position einzustellen.

GENESYS 600, Eine neue Generation hocheffizienter Windenergieanlagen

Friedrich Klinger, Fachbereich Maschinenbau

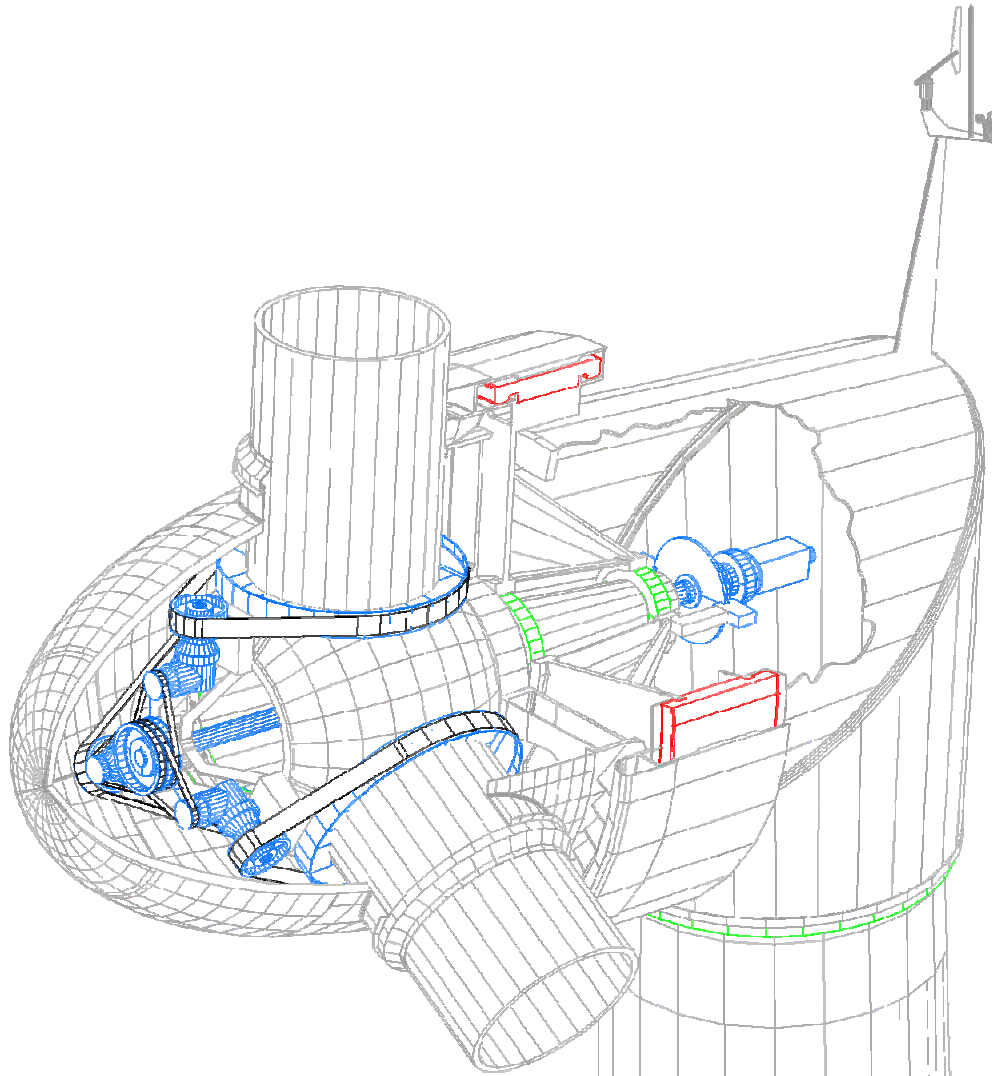


Fig. 1: GenesYs 600

GENESYS 600, Eine neue Generation hocheffizienter Windenergieanlagen

Friedrich Klinger, Fachbereich Maschinenbau

3. Prinzip

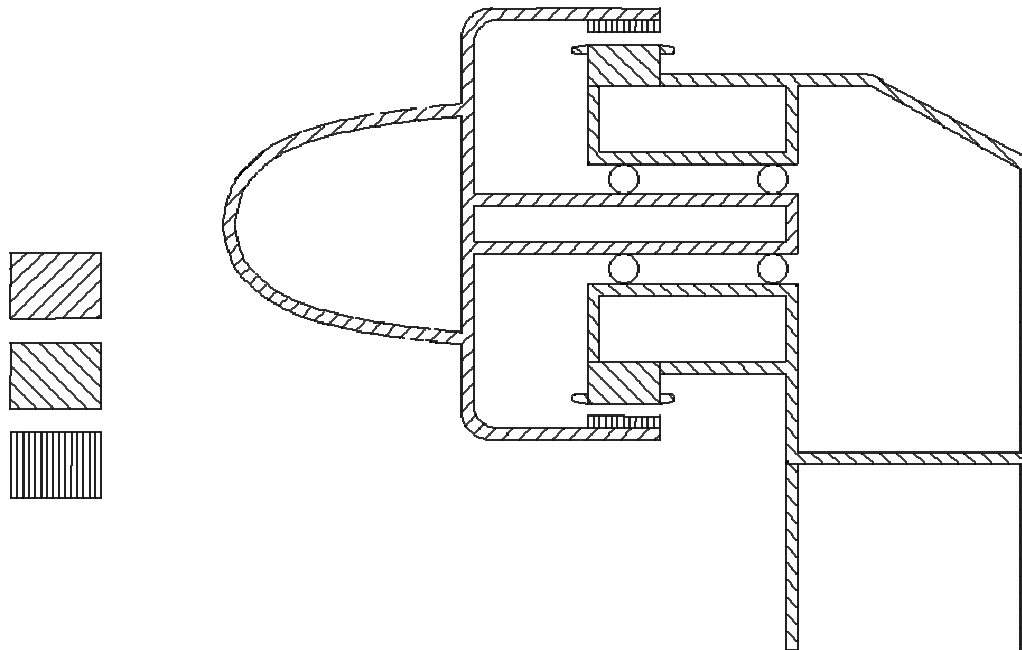


Fig. 2: Prinzipbild GenesYs 600

Hierbei ist zu bemerken, dass das „typische“ Design für Windenergiegeneratoren in dieser Konstruktion umgekehrt wurde. Die rotierenden Teile drehen sich um den Stator, welcher die Dreiphasenwicklung enthält. Die Permanentmagnete sind an der Innenseite des Rotors befestigt; es ist somit keine Leistungselektrik in den rotierenden Teilen notwendig. Auch das Blattverstellungssystem kommt ohne elektrische Verbindungen aus. Somit besteht keine Notwendigkeit für den Einsatz von Schleifringkonstruktionen oder ähnlichem.

GENESYS 600, Eine neue Generation hocheffizienter Windenergieanlagen

Friedrich Klinger, Fachbereich Maschinenbau

4. Patentiertes Blattverstellsystem

Das Blattverstell- und Sicherheitssystem benutzt Zahnriemen, um die Blätter in die gewünschte Position zu drehen und besteht aus einer Zentralwelle, sechs Zahnriemen und drei Winkelgetrieben.

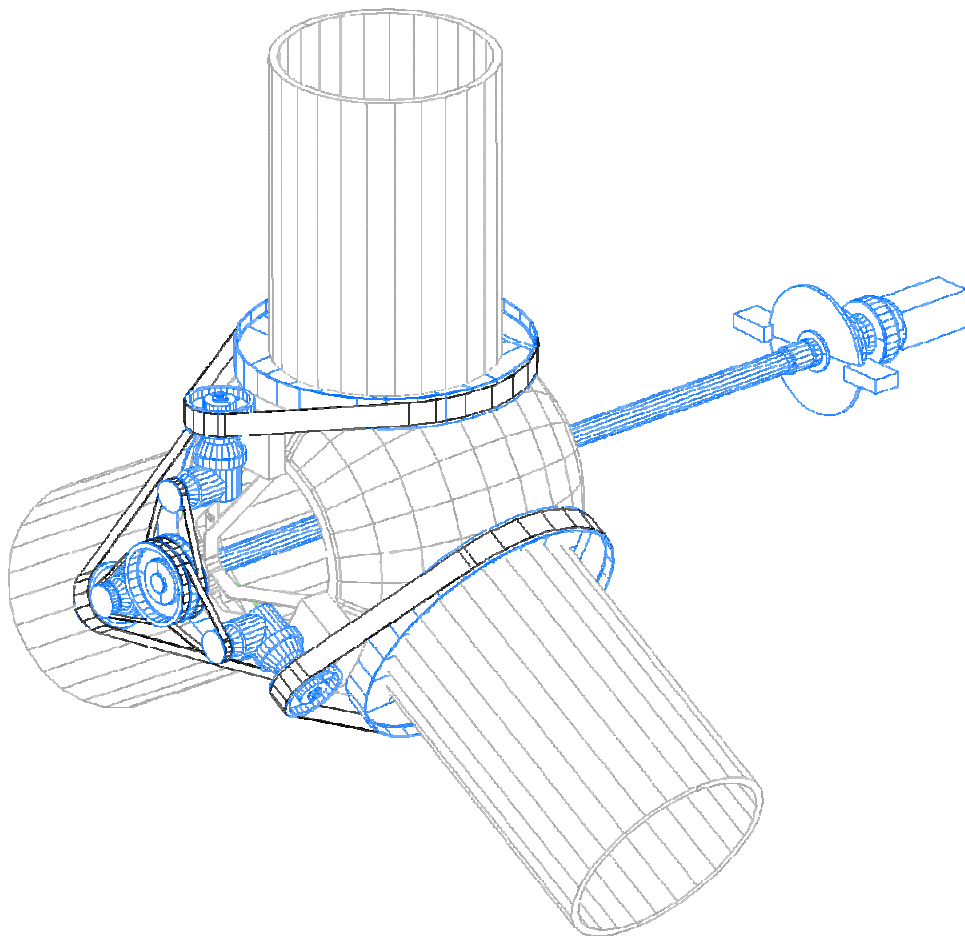


Fig. 3: Blattverstellsystem

Die Blattverstellung wird durch Erzeugung einer Drehzahldifferenz zwischen Rotor und Zentralwelle verwirklicht. Drehen beide Teile mit derselben Umdrehungszahl, so wird die Blattposition gehalten. Schnellere oder langsamere Drehung der Zentralwelle relativ zum Rotor führt zur Verstellung der Blätter in Richtung Arbeits- bzw. Fahnenstellung. Im Falle eines kompletten Stromausfalles an der Anlage dreht diese Fail-Safe-Konstruktion die Blätter unter Ausnutzung der Rotationsenergie des Rotors in Fahnenstellung.

GENESYS 600, Eine neue Generation hocheffizienter Windenergieanlagen

Friedrich Klinger, Fachbereich Maschinenbau

5. Patentiertes Kühlsystem

Ein weiterer Beitrag zu einem hohen Wirkungsgrad ist das für den Generator angewandte patentierte Kühlsystem. Das Kühlmedium ist die rotorantreibende Luft, welche durch den Kühlkanal entlang des Generatorblechpaketes geführt wird. Die Außenseite des Rotors wird natürlich ebenso gut gekühlt. Der maximale Kühleffekt wird bei hohen Windgeschwindigkeiten erreicht, wenn die maximale Leistung produziert wird und die maximalen Wärmeverluste auftreten. Temperaturmessungen am Prototypen zeigen eine maximale Temperaturdifferenz gegenüber der Umgebung von 50 K. Somit ist kein zusätzliches, verlustbehaftetes Kühlgebläse notwendig.

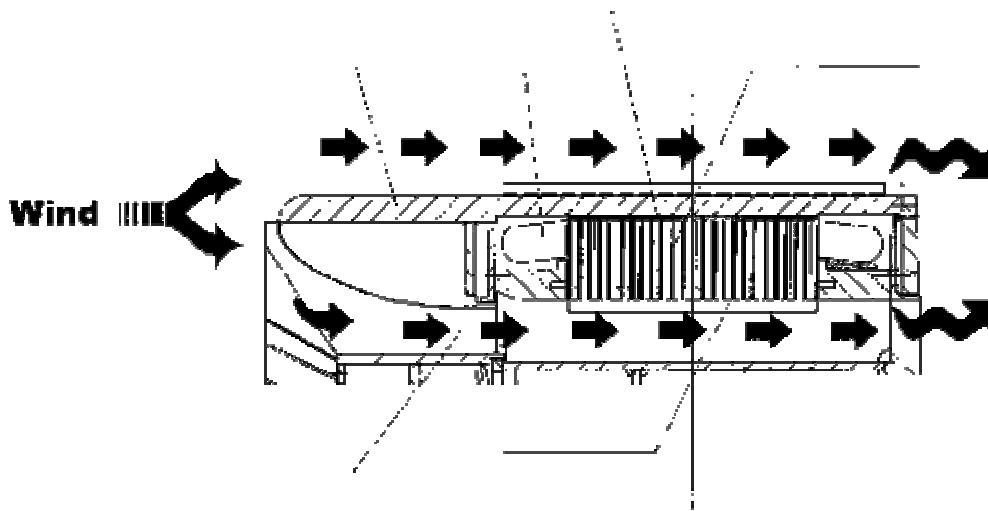


Fig. 4: Kühlsystem (Schnitt durch den Generatorring)

6. Betriebserfahrungen

All diese konstruktiven Maßnahmen haben zu einer Maschine mit einem Gesamtwirkungsgrad von 95 % im Teillastbereich geführt. Dieser Wirkungsgrad wurde in Prüfstandsversuchen mit dem Generatorprototypen ermittelt.

Der Prototyp ist seit Sommer 1997 auf dem Gelände des Windpark Saar in Freisen in Betrieb. In der Nabenhöhe von 65 m beträgt die Windgeschwindigkeit hier im Jahresmittel 6,5 m/s; es handelt sich also um einen typischen Binnenlandstandort. Der Standort ist mit 9 weiteren Windenergieanlagen der Hersteller Vestas und Nordtank ausgestattet, deren Nennleistungen 500 bzw. 600 kW betragen. Somit ist Freisen ein idealer Standort zum Vergleich von Produktionsergebnissen. Hierzu ist jedoch Bemerkung bezüglich der Nennleistung des Genesys 600-Prototypen notwendig. Dieselbe musste zur Erreichung stabilen Betriebes auf 530 kW reduziert werden. Dies war notwendig wegen einer Inkompatibilität zwischen Generator und Frequenzumrichter, die von verschiedenen Zulieferern entwickelt wurden.

GENESYS 600, Eine neue Generation hocheffizienter Windenergieanlagen

Friedrich Klinger, Fachbereich Maschinenbau

Trotz dieser Begrenzung und trotz zahlreicher Standzeiten wegen Forschungsarbeiten und Experimenten hat der GenesYs-Prototyp von Februar 1998 bis Januar 1999 1.258.000 kWh elektrische Energie erzeugt. Eine benachbarte Vestas V44 hat im selben Zeitraum 1.254.000 kWh ins Netz gespeist. Aufgrund dieser Resultate wird der GenesYs-Prototyp an den Windpark Saar verkauft werden.

Die erwähnten Inkompatibilitätsprobleme sind selbstverständlich erkannt und für den Serienstart korrigiert worden.

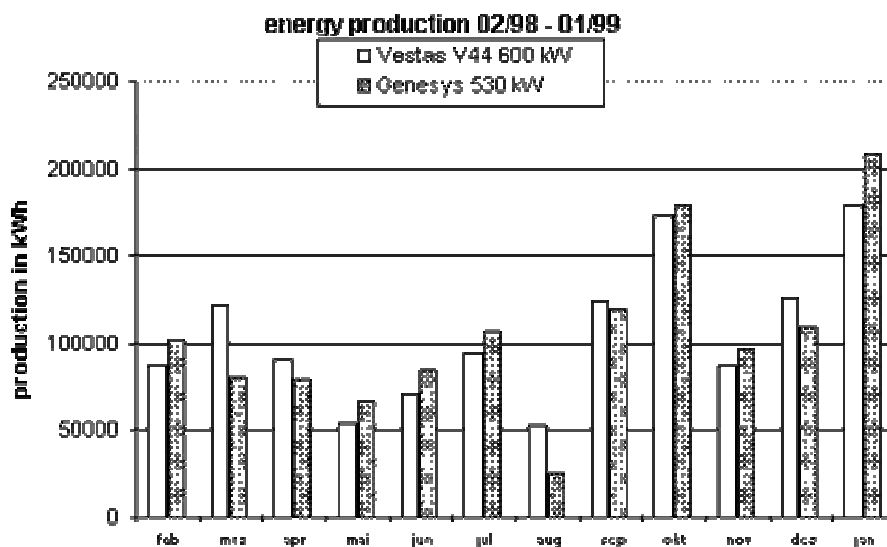


Fig. 5: Produktionsergebnisse in Freisen von Februar1998 bis Januar 1999

7. Serienlauf

Anfang März 1999 war die erste Maschine zu 50% fertiggestellt. Ihre Errichtung war für Anfang April 1999 an einem Standort nahe Trier geplant.



GENESYS 600, Eine neue Generation hocheffizienter Windenergieanlagen

Friedrich Klinger, Fachbereich Maschinenbau

8. Technische Daten

Leistungswerte

Nennleistung 600 kW bei 11,5 m/s
Einschaltwindgeschwindigkeit 3 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit 25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit 70 m/s

Rotordurchmesser 45,9 m
überstrichene Fläche 1654 m²
Blattanzahl 3
Regelung Blattverstellung

Generator

Typ permanentmagneterregt,
synchron, getriebeles
Drehzahl 19 - 32 U/min
Leistungsabgabe durch Frequenzumrichter

Turm

Nabenhöhe 62 m
Typ Stahlrohr

Prof. Dr.-Ing. Friedrich Klinger, Fachbereich Maschinenbau,
Tel. HTW: 0681-5867-261, Fax: 0681-5867-122, [e-mail: f.klinger@htw-saarland.de](mailto:f.klinger@htw-saarland.de)
Tel. ZIP: 0681-302-6129, Fax: 0681-302-6121
