

## Steuerung einer Windkraftanlage

<b>Kunde</b>	Agile Wind Power
<b>Verwendung</b>	Prototypenanlage einer neuartigen Windkraftanlage
<b>Bedienung</b>	Windows-Rechner, Touchscreen
<b>Technologien</b>	cRIO-System von National Instruments
<b>Programmiersprache</b>	LabVIEW 2011
<b>Speziell</b>	Evaluation diverser Systemkomponenten im Bereich der Elektrotechnik (Drehmomentsensor, Generator, ...)  Realisation einer flexiblen Steuerung für sich ändernde Bedürfnisse während der Testphase



### Einleitung

Kohlendioxid in der Atmosphäre bedroht unser Klima. Seit den siebziger Jahren ist die Temperatur weltweit bereits um 0,8 Grad angestiegen. Die Auswirkungen sind spürbar. Flutkatastrophen, Dürren, Hitzewellen und Sturmtiefs nehmen zu und werden heftiger. Sie bedrohen nicht nur Menschen sondern auch Tierarten und ganze Ökosysteme.

Dies stellt Wissenschaft, Politik und die Gesellschaft vor grossen Herausforderungen. Wollen wir den Klimawandel aufhalten und zugleich aus der gefährlichen Atomkraft aussteigen, müssen wir Energie sparen und diese aus erneuerbaren Ressourcen gewinnen. Hier spielt die Windkraft eine wichtige Rolle.

Die Firma AGILE Wind Power AG entwickelt eine neuartige vertikal rotierende Gross-Windturbine, die effizienter, weniger wartungsintensiv und somit deutlich profitabler arbeiten soll, als bestehende Systeme.



### Die AGILE-Turbine

Die AGILE Windturbine besteht aus im Kreis vertikal angeordneten Flügelprofilen. Diese Flügel sind passiv gelenkt und stehen immer optimal zur Windrichtung, so dass sowohl Auftriebs- als auch entstehende Widerstandskräfte ein positives Drehmoment erzeugen. Die Windturbine dreht sich langsam mit einer Schnelllaufzahl (Verhältnis der Umfangsgeschwindigkeit des Rotors zur Windgeschwindigkeit) unter 1. Die Auswertungen der Messdaten aus Versuchen ergeben ein höheres Leistungspotential als für andere Turbinen im gleichen Bereich der Schnelllaufzahl. Diese Eigenschaft verspricht das Potential, erstmals eine leistungsstarke vertikal drehende Windkraftanlage in die grossen Dimensionen heutiger 3-Blatt-Rotoren zu skalieren. Die Vorteile der

neuartigen AGILE Windturbine sind unter anderem folgende:

- Höhere Leistungsausbeute mit Nutzung der Widerstands- und Auftriebskraft und vertikaler Anordnung von drei Turbinen übereinander (anstelle eines einzigen Rotors).
- Energiewandlung ist am Boden. Die Montage und der Zugang zu allen komplexen und schweren Komponenten sind deshalb einfacher.
- Gleichzeitige Nutzung unterschiedlicher Windrichtungen in verschiedenen Höhen.
- Sehr langsame, ruhige und leise Rotation (Keine Gefahr für Vögel, ...)

## Evaluation Systemkomponenten

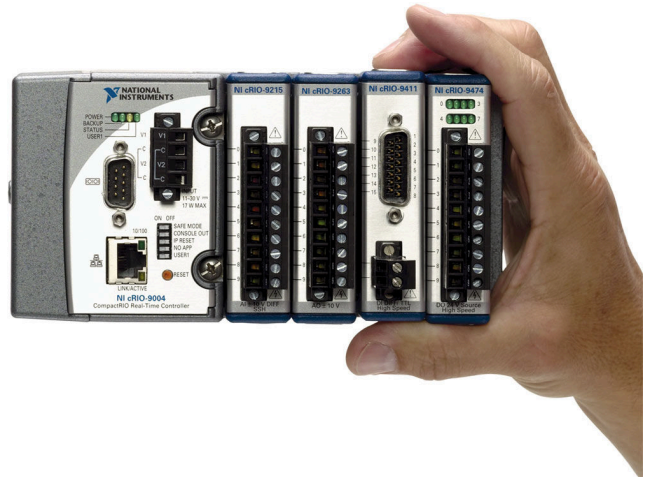
Um das Konzept und die Leistungs-Berechnungen der AGILE-Turbine unter reelleren Bedingungen zu verifizieren, wurde in Chur eine Prototypenanlage realisiert. Sotronik wurde angefragt, für die elektrotechnischen Aspekte dieses Projektes Unterstützung zu bieten. Der Fokus dieser Dienstleistung galt folgenden Punkten:

- Evaluation einer genauen und robusten Drehmomentmessung direkt an der Turbine.
- Evaluation einer steuerbaren Bremse der Turbine um die Drehzahl in Abhängigkeit vom Wind zu regeln. Die Windturbine soll an einem noch zu bestimmenden optimalen Arbeitspunkt betrieben werden, so dass die Ausbeute der kinetischen Energie des Windes möglichst hoch ist. Der Arbeitspunkt definiert sich durch das Verhältnis der Umfangsgeschwindigkeit des Rotors zur Windgeschwindigkeit. Als Bremse wurden verschiedenste Varianten betrachtet und bewertet (Hydraulische Bremse, Wirbelstrombremse, Scheibenbremse, ...). Der Einsatz eines Generators stand nicht im Vordergrund, da es bei dieser Anlage um die Leistungsmessung und nicht um die Energiegewinnung ging. Trotzdem wurde entschieden, als Bremse einen Antrieb mit Getriebe (wegen der tiefen Drehzahl) zu verwenden, da diese Lösung gegenüber den anderen Varianten verschiedene Vorteile hat. Die Prototypenanlage speist somit heute die gewonnene Energie mit Rückkoppereinheiten in das Stromnetz ein.
- Erstellen eines groben Konzeptes für die Steuerung. Hier galt es darauf zu achten, die Hardware und die Software Architektur so zu wählen, dass Erkenntnisse und Bedürfnisse während der Testphase einfach und ohne grossen Aufwand in die Steuerung umgesetzt werden können.

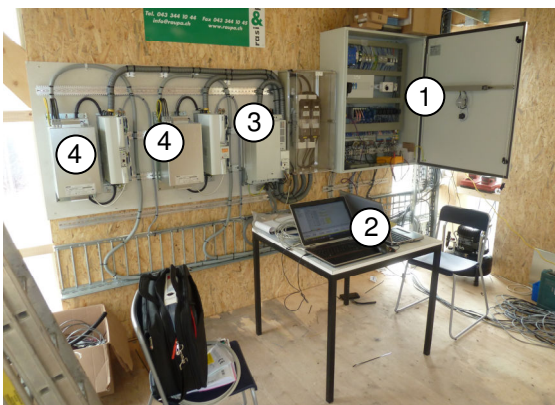
## Steuerung

Die Steuerung wurde von Sotronik auf einem cRIO System von National Instruments realisiert. Das cRIO ist ein kostengünstiges, rekonfigurierbares Steuer-, Regel- und Erfassungssystem für Anwendungen, die eine hohe Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit erfordern. Das System bietet eine offene Embedded-Architektur bei gleichzeitig kompakter Größe und extrem hoher Robustheit. Zur Hardware des cRIO-Systems gehören ein Realtime-Controller, ein rekonfigurierbares FPGA-Chassis und verschiedenste IO- Module.

Die graphische Benutzeroberfläche der Steuerung wird dabei auf einem konventionellen Windows-Rechner realisiert, welcher über Ethernet mit dem Realtime-Controller kommuniziert. Der Code auf dem FPGA, dem Realtime Controller und dem Windows Rechner ist mit LabVIEW geschrieben und in einem einzigen Projekt in der Entwicklungsumgebung organisiert. Die Steuerung umfasst folgende Funktionalität:



- Überlast- und Fehler Überwachung
- Langzeit Datenerfassung verschiedenster gemessenen und berechneten Grössen
- Zustandsmaschine für das Anfahren, Regeln und Herunterfahren
- Graphische Bedienoberfläche mit numerischen und Trend Anzeigen der Messgrössen
- Parametrierung



Auf dem linken Bild ist der Kontroll-Raum der Windkraft-Prototypenanlage abgebildet.

1. Schaltschrank mit cRIO Steuer-Hardware
2. Graphische Bedienoberfläche und Visualisierung
3. Frequenzumrichter
4. Rückkoppereinheiten für das Einspeisen der gewonnen Energie in das Netz