

Integration eines CompactRIO- gesteuerten Anti-Icing- System in ein Leitsystem der Windenergie mittels OPC UA



Fürstenfeldbruck,
I. Kühl (Nordex), **K.
Pinkawa** (AMS), Dr. A.
Wenzel (Nordex), R.
Taraschewski (AMS),
23.10.2014



1. Controller

- AIS
- LabView und CompactRIO 9023

2. Fragestellung und Vision

- Motivation der Datenintegration
- Integration AIS

3. Kommunikationstechnologie

- Übersicht
- Fernwirkprotokolle
- PC-basierende Kommunikation

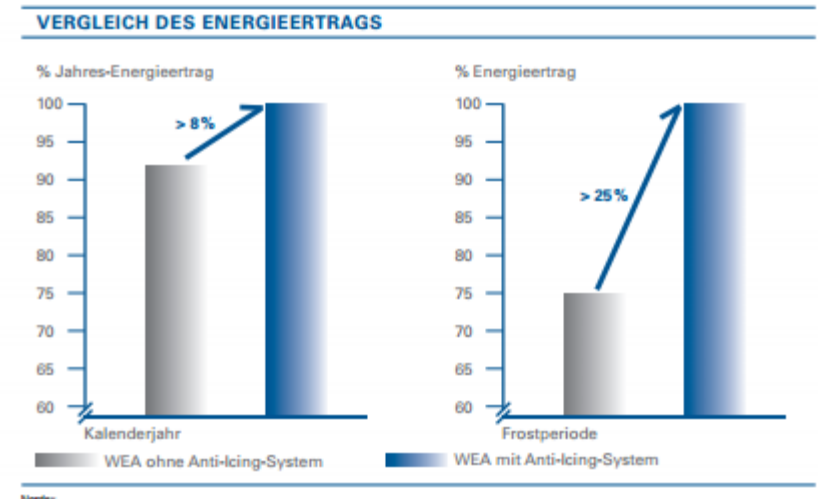
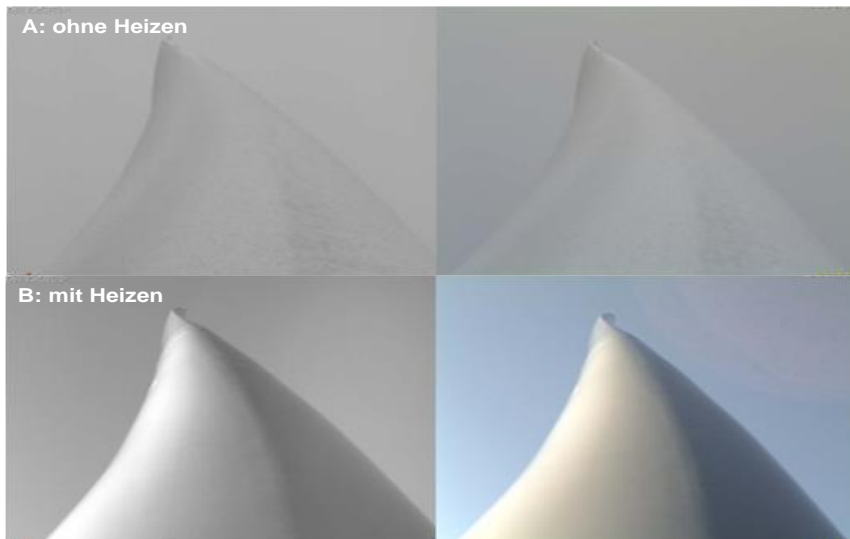
4. Lösung

- Übersicht
- Kommunikation
- Architektur AIS
- Performanz

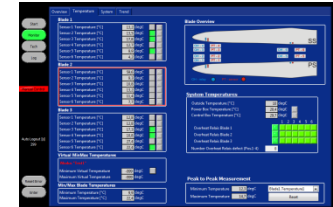
5. Lessons learned

- Status der Lösung
- Herausforderungen

- Nordex ist ein Anbieter von Windenergieanlagen im Leistungsbereich von 1.5 – 3.3 MW. Darüber hinaus liefert die Firma schlüsselfertige Windparks (inklusive der gesamten Leitungs- und Steuerungssysteme).
- Um Windenergieanlagen eisfrei zu halten, bietet Nordex ein Anti-Icing-System (AIS) für kalte Regionen (wie Skandinavien) an.
- Das Anti-Icing-System ist die Nordex-Lösung um Windenergieanlagen das ganze Jahr hinüber eisfrei zu halten und damit den Ertrag signifikant zu erhöhen.
- Relativer Zugewinn des Energieertrages von 25% in der Frostperiode.



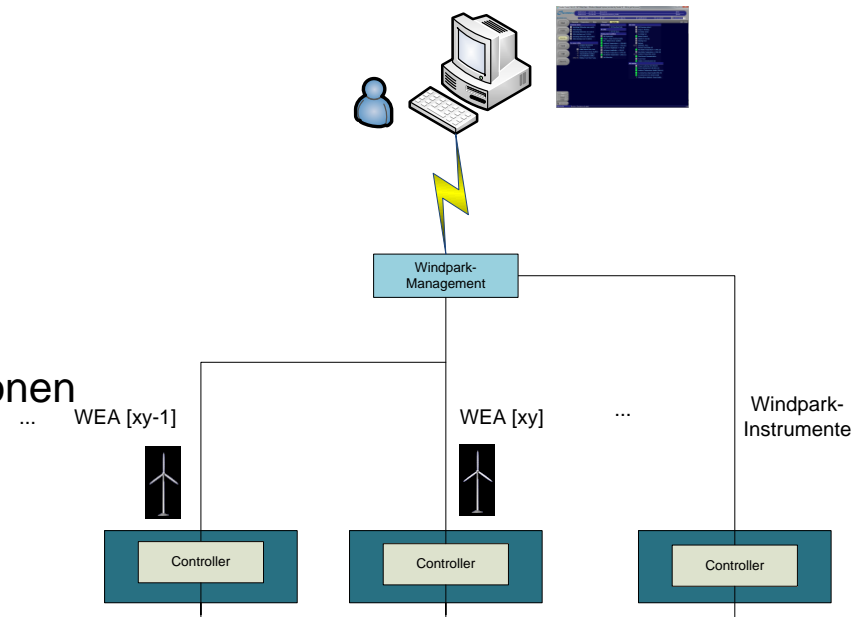
- Entwicklung wurde mit LabView 2011 gestartet und wurde mittlerweile auf LabView 2013 upgedrad (OPC UA).
- Einsatz für bis zu -20° C.
- Softwaresystem besteht aus einem hierarchischen Zustandsmodell und den zugehörigen Regelungsalgorithmen für die automatische und manuelle Ablaufsteuerung.
- Ein Web-Server dient der Inbetriebnahme und Diagnose:
 - Anzeige von Temperaturwerten;
 - Status- und Fehler-Anzeigen;
 - Absetzen von Kommandos.



- Controller: CompactRIO 9023
 - Speicher: 256 MB DDR2 RAM
 - Prozessor: 533 MHz
 - Betriebssystem: VxWorks
- Backplane: CompactRIO 9112
- Digital IO für Input: CompactRIO 9403
- Digital IO für Output: CompactRIO 9485
- Analog IO: CompactRIO 9217



- **Nordex Control 2** ist die integrierte Steuerungs-, Regelungs- und Leitebenensoftware von Nordex.
- Sie dient zur Inbetriebnahme, zur automatischen Steuerung und Regelung, zur permanenten Überwachung sowie zur Analyse.
- Sie ist die Nordex-Lösung zur
 - einheitlichen Überwachung unterschiedlicher Geräte,
 - mit einem einheitlichen Nutzermanagement,
 - sie verwendet einen etablierten Weg zur Integration ins Backend und
 - ermöglicht dort die Verknüpfung von Informationen und detaillierter Analyse.



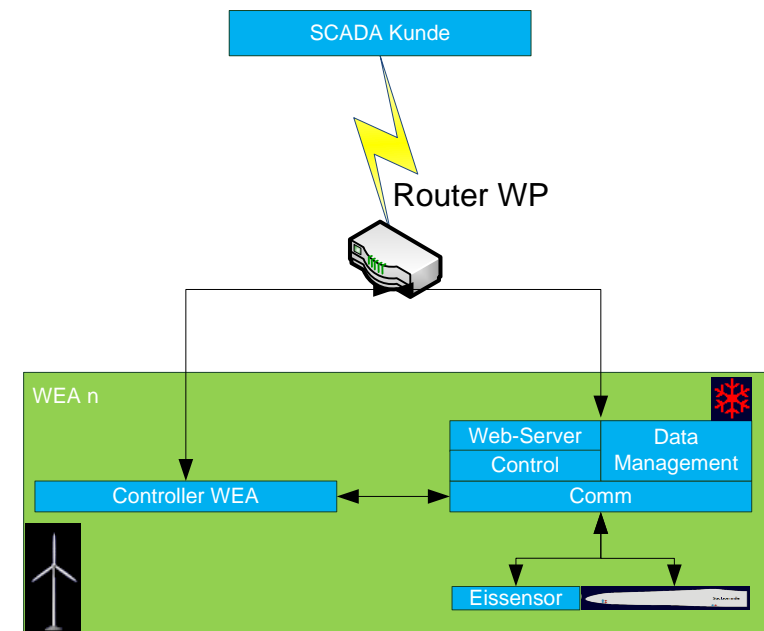
- Nordex Control 2 kann in zwei Blöcke unterteilt werden:
 - Steuerungs- und Regelungsebene sowie
 - Leitebene.
- SPS-basierende Steuerungs- und Regelungssoftware in der WEA und für den gesamten Windpark:
 - Einhaltung der länderspezifischen Gridcodes durch geeignete Regelungsalgorithmen;
 - Aufzeichnung und Weitergabe von Statistikwerten und Logs;
 - Aufnahme von hochgenauen Traces zur genauen Analyse von analogen Signalen;
 - Bereitstellung einer Kommando-Schnittstelle;
 - Weitergabe von analogen und digitalen Live-Daten.

- Auf der Leitebene vollführen Applikationsserver die folgenden Aufgaben:
 - Visualisierung von Live- und historischen Daten;
 - Steuern von Geräten:
 - Senden komplexer Kommandos;
 - Vorgabe von Sollwerten;
 - Analyse von Echtzeitwerten (Traces und Logs);
 - Archivierung von Signalen in einer Datenbank und
 - Senden von Status- und Alarmmeldung in das Nordex-Backend.



- **Zielsetzung für eine Geräteintegration:**
 - Übernahme der etablierten Datenschnittstelle zwischen Steuerungs- und Leitebene;
 - Aufzeichnung und Weitergabe von
 - Logs
 - Statistikwerten
 - Bereitstellung von analogen und digitalen Live-Signalen
 - Bereitstellung der Kommando-Schnittstelle
 - Zum Absetzen komplexer Kommandos
 - Veränderung von Parameterwerten.

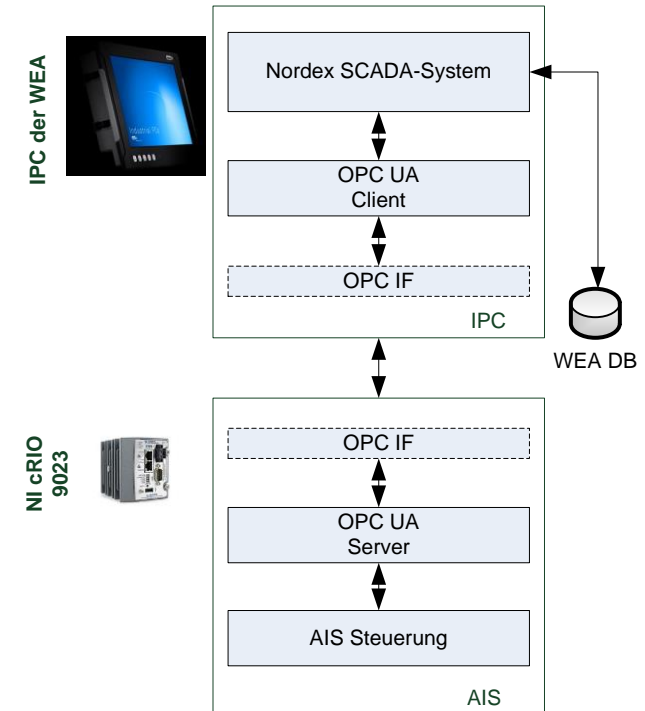
- Webserver ist eine Standalone-Lösung. Das AIS kann daher nicht mit der zentralen SCADA-Visualisierung von Nordex überwacht werden;
- AIS hat eigene Zugangskontrolle auf dem CompactRIO und daher keine Integration in das Sicherheitskonzept des Windparks;
- Keine zentrale Datenarchivierung (10min-Mittelwerte und Logs).
- **→ Bedarf für eine Datenschnittstelle zwischen AIS und SCADA-System.**



- Als Lösung für eine Datenintegration bieten sich folgende Kommunikationstechnologien an:
 - Fernwirkprotokolle
 - Modbus RTU/TCP
 - IEC 60870-5-10x
 - IEC 61850
 - PC-basierende Protokolle
 - Klassisches OPC
 - OPC Unified Architecture

Kriterien	Modbus RTU/TCP	IEC 60870-5-x	IEC 61850	Klassisches OPC	OPC UA
Data Access	X	X	X	X	X
Alarm&Event	-	X	X	X	X
Historical Data	-	X	-	X	X
Commands	-	(X) - ASDUs	X	-	X
Authentication	-	-	(X) – IEC 62351	(X) – DCOM	X
Encryption	-	-	(X) – IEC 62351	-	X
Third-Party Security	-	-	-	-	X
OO Information Model	-	-	X	-	X
Timestamps	-	X	X	X	X
Kommunikation anpassbar	-	-	(X)	-	X
Firewall-freundlich	-	-	-	-	X
On Target	X	X	X	-	X

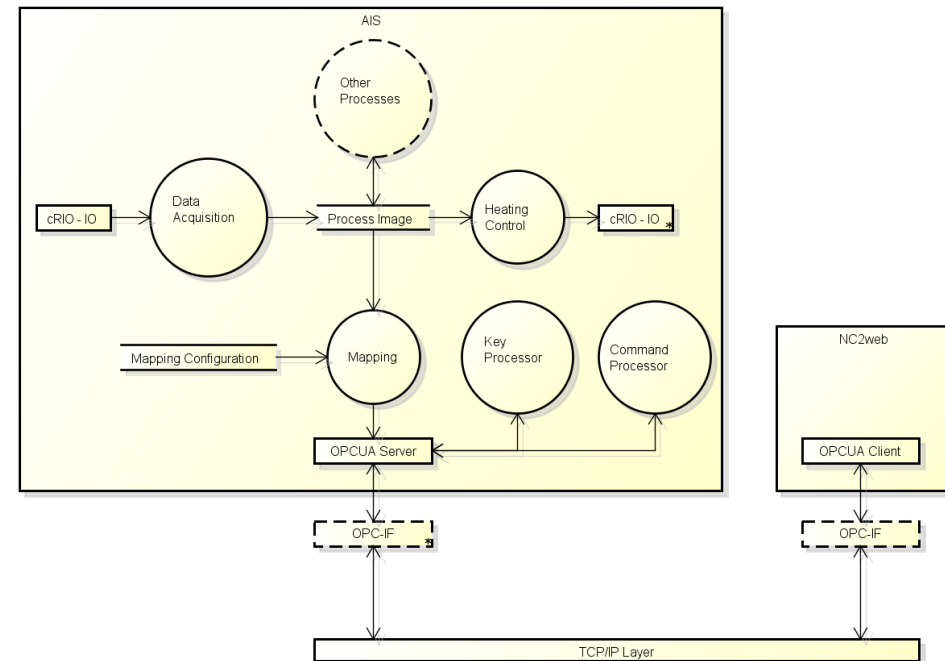
- Die NC2-Visualisierung kommuniziert über einen selbstentwickelten OPC UA-Client mit dem AMS OPC UA-Server direkt auf dem AIS (on target), dem CompactRIO 9023.
- Das SCADA-System abstrahiert von den OPC-Daten und legt jegliche Signaldaten in einem eigenen Adressraum ab.
- Ein Hintergrundprozess archiviert die Signalwerte in einer Datenbank.



Datenklasse	Frequenz	Datentyp
Analoge Signale	3s	Array
Digitale Signale	3s	Array
Logs	On change	Array
Statistik	10min	2D-Array
Meta-Daten	On change	Skalar

- Zwecks schneller Kommunikation wird OPC TCP (UA Binary) verwendet.
 - → deutlicher Geschwindigkeitsgewinn gegenüber HTTP.
 - Sinnvoll bei Feldbus-Nähe und wenn keine Firewall-Grenzen überwunden werden müssen.
- Signal-Variablen werden synchron gepollt;
- Kommandos sind applikativ implementiert;
- Mehrere parallele Request-Handler senden für unterschiedliche Datenklassen von einander unabhängig Requests an das AIS;
- Zugriff auf das AIS wird über Server- und Client-Zertifikate (X.509) gewährt.

- OPC UA-Server und zentrale Steuerung des AIS kommunizieren über eine Warteschlange.
- Definierte Signale und für OPC UA freigegeben, sind in einer Konfigurationsdatei abgelegt;
- Logs werden als binäre Dateien auf der Festplatte persistiert.



Float (SGL)	Anzahl	Summe Datenmenge	Einheit
	13	52	Byte
Integer (diverse Typen)	60	230	Byte
Boolean	8	1	Byte
Float Array (SGL)	12	3784	Byte
Integer Array (diverse Typen)	29	3481	Byte
Float 2D Array (SGL, Dimensionalität: 4x145)	4	148480	Byte
Summe	126	155648	Byte

Szenario	Prozessor-Auslastung (%)
AIS-Prozess mit deaktiviertem OPC UA-Server (Zugriff ohne Webserver)	36
AIS-Prozess mit aktiviertem OPC UA-Server (Zugriff ohne Webserver)	39
Worst-Case mit aktiviertem OPC UA-Server (Zugriff ohne Webserver)	75

- Implementierte Funktionen:
 - Anzeige von digitalen und analogen Echtzeitwerten;
 - Anzeige von Logs und Statistikwerten;
 - Steuerung über applikative Kommandos;
- Zukünftige Funktionen:
 - Aufzeichnung von Traces (hochgenaue Echtzeitwerte über definierten Zeitraum);
 - Statistikwerte über Historical Access (DIN EN 62541-11);
 - Digitale Signale über Alarm & Events (DIN EN 62541-9);
 - Kommandos per DIN EN 62541-10;

- Entwicklung der OPC UA-Bibliothek von National Instruments folgt einer evolutionären Vorgehensweise.
- Bisher sind vor allem die Funktionen eines Data Access Servers (IEC 62541-8) sowie die Authentifizierung über Zertifikate (IEC 62541-2) implementiert.

Auffälligkeiten	Release	Bugfix
Kein Reconnect möglich nach ersten Connect zwischen Client und Server	LabView 2012	Ja, außerhalb Release-Zyklus – spezielle Nordex-Edition
2D-Felder nicht vorhanden	Nordex Edition	Ja
ValueRank nicht implementiert	-	Nein
Fehlerhafte Handle-Zuordnung von Request und Response	-	Anhaltende Diagnose

- **Zusammenfassung:**
 - Die OPC UA-Bibliothek kann für Prototypen gut benutzt werden. Durch die enormen Vorteile des Standards IEC 62541 gegenüber anderen Kommunikationstechnologien hat sich ihr Einsatz rentiert.
 - In Hinsicht auf ihre Stabilität muss sie allerdings noch reifen.
 - Der Funktionsumfang muss klar dokumentiert werden (OPC UA Profiles).
 - Eine Zertifizierung durch ein akkreditiertes Labor ist sehr empfehlenswert.