

Sensornetze treffen auf die Cloud

Beteiligte Partner des Projektes:
Timber Tower GmbH, Hannover
axxeo GmbH, Hannover/Köthen
HS-Anhalt, Köthen

Prof. Dr. Ingo Chmielewski
Hochschule Anhalt
Fachbereich Elektrotechnik, Maschinenbau und Wirtschaftsingenieurwesen
Bernburger Str. 57
D-06366 Köthen

15.07.16

Sensornetze treffen auf die Cloud

Seite 1 von 17

Zielsetzung

- Ich möchte Sie unterhalten und nicht langweilen
- Beschreibung eines interessanten Projektes unter
 - Einsatz von modernen IT-Mitteln wie z.B.
 - Sichere Vernetzung inkl. Datentransfer in die Cloud
 - Schnelle Abfrage von vielen Sensoren
 - Einsatz von Linux in Monitoring und Steuerung
- Werbung für die Aktivitäten des ES-Labors an der HS-Anhalt
- Vielleicht gibt es ähnliche Anwendungen und Fragestellungen bei Ihnen, die wir gerne mit Ihnen diskutieren möchten

15.07.16

Sensornetze treffen auf die Cloud

Seite 2 von 17

Gliederung

- Vita Prof. Dr.-Ing. Ingo Chmielewski
- Embedded-Systems Lab an der HS-Anhalt
- Projekt „Sensornetze für Timber Tower“
 - Überblick
 - Zielsetzung
 - Anforderungen an das Monitoring einer Windenergieanlage
 - IT-Infrastruktur
 - Datenfluss
 - Programmablauf
 - Berechnungskonfiguration
 - Backup-System
 - Live-Beispielgrafik
- Zusammenfassung

15.07.16

Sensornetze treffen auf die Cloud

Seite 3 von 17

Vita Prof. Ingo Chmielewski



Name: Ingo Chmielewski

Alter: 55 Jahre

Ausbildung: Studium der Elektro- und Datentechnik an der TU-Braunschweig
Promotion zum Dr.-Ing. „Szenenadaptive Steuerung eines digitalen Chromakey-Mischers“

Berufliche Laufbahn: Entwicklungsingenieur bei Panasonic
Zuletzt CTO und MD Panasonic Europe Ltd. mit Verantwortung für ca. 270 Ingenieure und Techniker an 4 europäischen Standorten
Gründung einer eigenen Firma „Autosignalsystems GmbH“
Zuletzt und bis heute geschäftsführender Gesellschafter der „axxeo GmbH“

Seit Oktober 2015: Professur mit dem Fachgebiet „Embedded-Systems“ an der HS-Anhalt

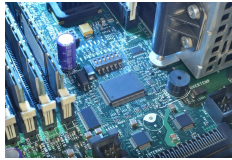
15.07.16

Sensornetze treffen auf die Cloud

Seite 4 von 17

Mission:

- Vom einfachen Mikrocontrollern (z.B. Atmel)
- bis zu komplexen Multi-Core System-On-Chip-Systemen (z.B. ARM)
- Angepasstes Linux als Betriebssystem
- Vernetzung unter Echtzeit-Bedingungen
- Programmierung geschieht mittels Assembler sowie in den Sprachen C, C++ oder Python
- Entwicklungswerkzeuge sind ausschließlich „Open-Source“
- Vielfältige Projekte werden mit industriellen Partnern mit oder ohne öffentlicher Förderung oder in direkten Aufträgen realisiert
- Transfer von existierendem und im Rahmen von Projekten akkumuliertem Know-How in den Mittelstand ist besonders wichtig.



Projekte (Beispiele):

- SoCiEer: Verteilte Energieerzeugung und Vermarktung
- Monitoring von baustatischen und bauphysikalischen Parametern einer Holzturm Windkraftanlage
- Untersuchungen zur Eignung und der Performance von Kleinstcomputern mit Linux als Betriebssystem zu Steuerungszwecken
- SmartLightning: Intelligente Straßenbeleuchtungssysteme



15.07.16

Sensornetze treffen auf die Cloud

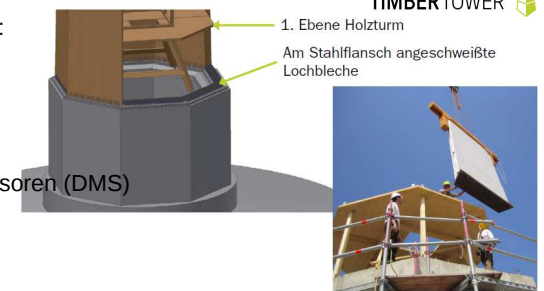
Seite 5 von 17

Timber Tower GmbH: Holztürme für Multi-Megawatt Windkraftanlagen

- März 2008: Gründung der TIMBERTOWER GmbH
- Dezember 2009: Abschluss der Zertifizierung eines Holzturms mit 100 m Nabenhöhe für eine WEA Typ Vensys 77, 1,5 MW durch den TÜV
- Oktober 2012: Fertigstellung und Inbetriebnahme der ersten Windkraftanlage mit einem Holzturm in Hannover-Marienwerder
- Januar 2014: Erteilung eines Patents für den Holzturm, ständige Erweiterung der Patentfamilie
- Seit 2015: Markteintritt mit einer steigenden Anzahl an kompletten Turmlösungen, die in verschiedenen Windparks zum Einsatz kommen

Technische Daten (Turm in Marienwerder):

Nabenhöhe: 120m
 Leistung: 1,5MW
 Aufbau: 8-eckiger Holzhohlkörper bestehend aus 54 Segmenten
 Messstellen: 260 Dehnungs-Mess-Sensoren (DMS) für Baustatik
 60 Feuchte- und Temperatursensoren für Bauphysik



15.07.16

Sensornetze treffen auf die Cloud

Seite 6 von 17

Monitoring der Windenergieanlage (WEA) soll

- **bau-physikalische und**
- **statisch-konstruktive**
- **Größen erfassen.**

Mittels der gewonnenen Daten muss der Nachweis der Standsicherheit bezogen auf Einwirkungen von extern und ermüdungswirksamen Belastungen erbracht werden

Installation von Sensoren:

- 260 DM-Sensoren mit Kalibrierverstärker und CAN-Anbindung
- 60 Feuchtigkeits- und Temperatursensoren mit CAN-Anbindung
- CAN-Anbindung zur Aufzeichnung von Anlagedaten

15.07.16

Sensornetze treffen auf die Cloud

Seite 7 von 17

- Aufzeichnung aller Messdaten im **100ms Intervall**
- **Plausibilitätskontrolle** der Messdaten
- **Langzeitarchivierung** der Daten in einer Datenbank
- Automatisiertes **Backup** aller Daten über **VPN-Verbindung**
- **Automatische** Generierung von **Zustandsberichten** nach vorgegebenen Algorithmen
- **Flexible** Definition von **Auswertealgorithmen** wie z.B.
 - Momentberechnung aus Dehnung
 - Berechnung der Torsionsspannung
 - Temperaturen der Biegebleche/Lochbleche
 - FFT zur Bestimmung der Eigenfrequenz von Turmsegmenten
 - Berechnung der Holzfeuchte
 - Rainflow-Analyse und Schädigungsberechnung bzw. Vorhersage
- **Direkte Datenabfrage** per Datenviewer übers Internet mittels VPN-Verbindung für
 - z.B. max. Biegemoment für Zeitraum X
 - z.B. Temperaturverlauf im Segment Y für Zeitraum Z
- **Echtzeitweboberfläche** mit Anzeige von ausgewählten Vitaldaten und Ampel-Warn-Funktion sowie SMS-eMail-Gateway für Warnungen
- **Notauskonzept der WEA** inkl. Fremdsteuerung übers Internet mittels VPN

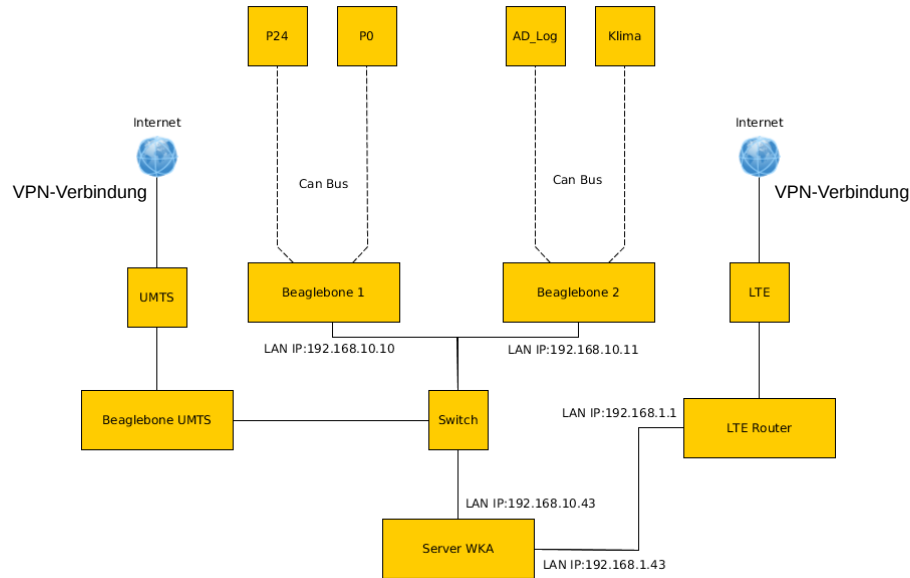
15.07.16

Sensornetze treffen auf die Cloud

Seite 8 von 17

Sensornetz Timber Tower

IT-Infrastruktur



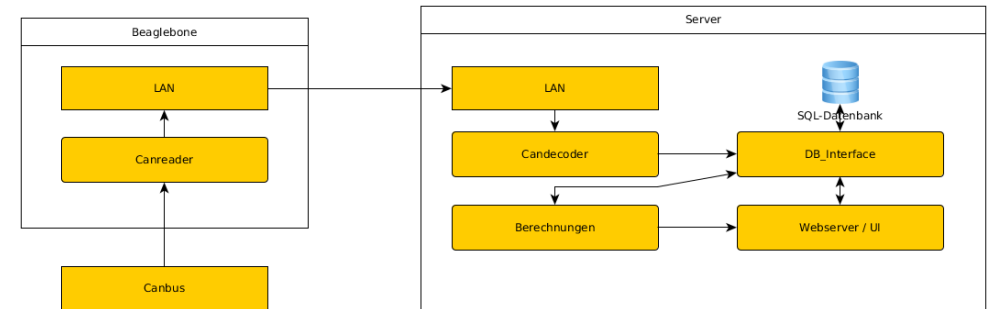
15.07.16

Sensornetze treffen auf die Cloud

Seite 9 von 17

Sensornetz Timber Tower

Datenfluss



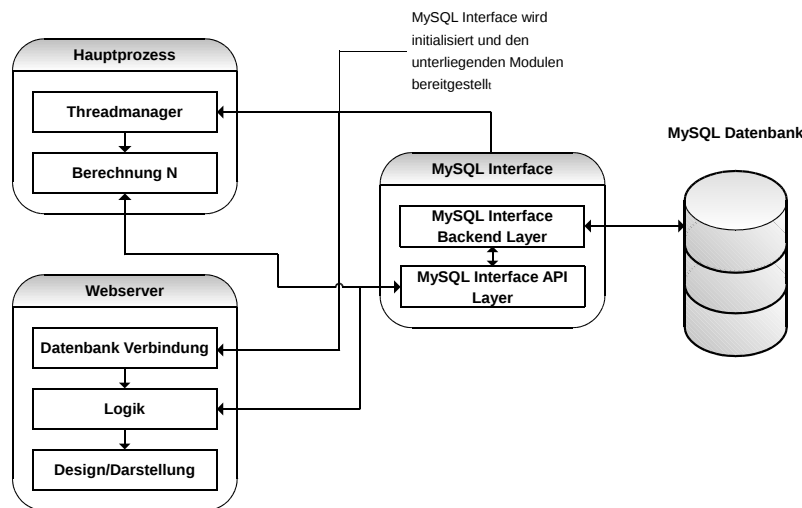
15.07.16

Sensornetze treffen auf die Cloud

Seite 10 von 17

Sensornetz Timber Tower

Datenfluss-Server



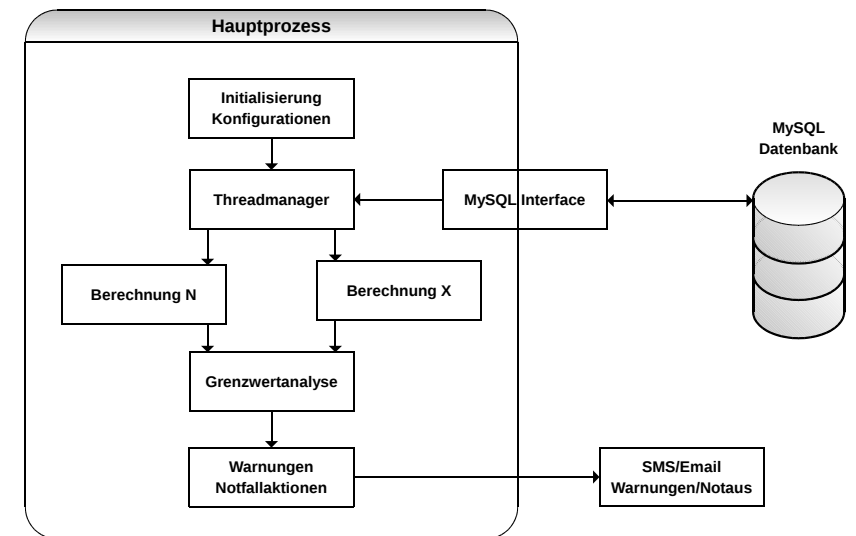
15.07.16

Sensornetze treffen auf die Cloud

Seite 11 von 17

Sensornetz Timber Tower

Programmablauf



15.07.16

Sensornetze treffen auf die Cloud

Seite 12 von 17

Sensornetz Timber Tower

Berechnungskonfiguration

```
class Dehnung:
    def __init__(self, sensor, ts_start, ts_end, tolerance):
        self.r_avg = r_average
        self.get = mysqlif.get(sensor, ts_start, ts_end)#mysqlif.get("P0_N_BB", 1234567, 12345678)
        self.sensor = self.get[0]
        self.T = self.get[1]
        self.e = self.get[2]
        self.ts_start = self.get[3]
        self.ts_end = self.get[4]
        self.tolerance = tolerance

    def calculate(self):
        erg = self.e - (FIX_TEMP-self.T) * 0.025
        return erg

    def thresh_check(self, value):
        self.r_avg.add(value)
        if self.r_avg.get_average() < YELLOW_STATUS:
            return "Green"

        elif self.r_avg.get_average() < RED_STATUS:
            return "Yellow"

        elif self.r_avg.get_average() >= RED_STATUS:
            return "Red"

    def __unittest__(self):
        dehnung = self.calculate()
        status = self.thresh_check(dehnung)
        print "Die Berechnete Dehnung beträgt {0}. Status {1}".format(dehnung, status)
        print "Berechnung: {0}, Sensor: {1}, Timestamp1: {2}, Timestamp2: {3}"\
            .format(self.berechnung, self.sensor, self.ts_start, self.ts_end)

    def calc(sensor, ts_start, ts_end, tolerance):
        dehn = Dehnung(sensor, ts_start, ts_end, tolerance):
        return dehn.calculate()
```

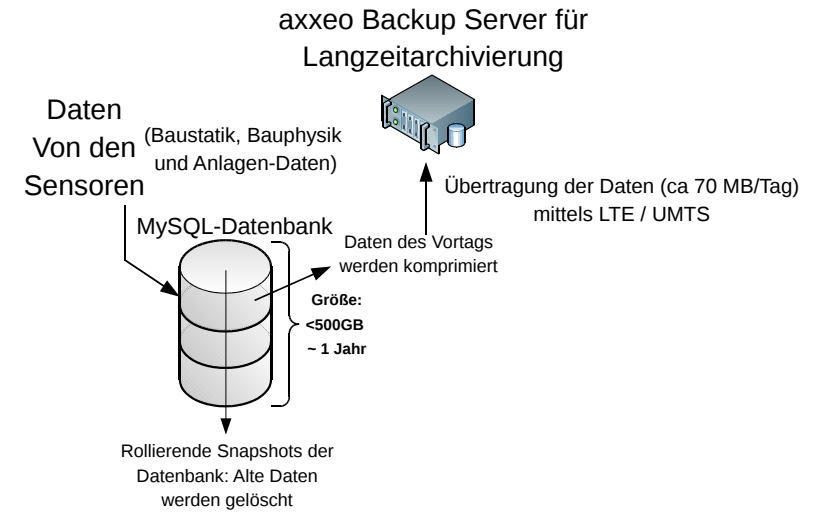
15.07.16

Sensornetze treffen auf die Cloud

Seite 13 von 17

Sensornetz Timber Tower

Backup-System



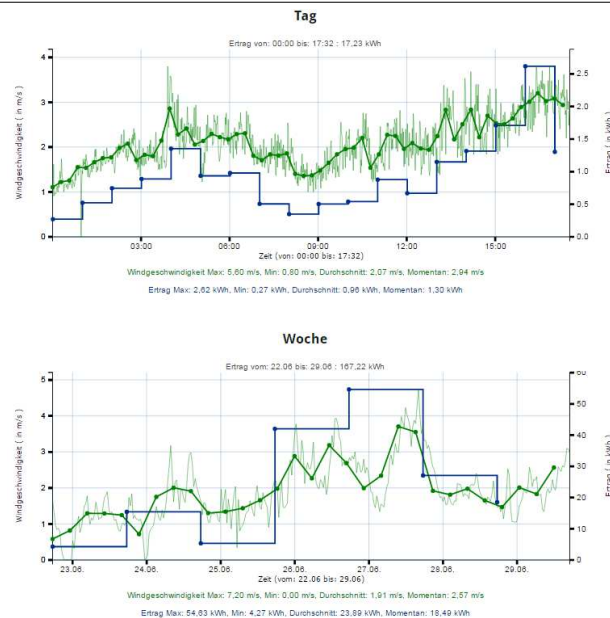
15.07.16

Sensornetze treffen auf die Cloud

Seite 14 von 17

Sensornetz Timber Tower

Leistungsübersicht



15.07.16

Sensornetze treffen auf die Cloud

Seite 15 von 17

Sensornetz Timber Tower

Statusübersicht

Navigation

Übersicht

Ertrag
Leistung
Rotordrehzahl
Gondelposition
Außentemperatur
Ertragsübersicht

Status

Anlagendaten

Status:

Betriebsart: Die Anlage läuft im Automatikbetrieb.

- Max. Windgeschwindigkeit
- Max. Rotordrehzahl
- Max. Generatortemperatur
- Max. Kompressorlaufzeit
- Max. Schwenkzeit
- FU-Fehler
- USE-10 Kommunikationsfehler
- USE-FU-Rückmeldung
- USE-Schutzrückmeldung
- USE-Bremswiderstand
- Ausfall Drehzahlsensor
- Ausfall Windsensor
- Ausfall Vibrationssensor
- Böengeschwindigkeit kurz
- Böengeschwindigkeit mittel
- Böengeschwindigkeit lang
- Drehzahl Stopzeit kurz
- Drehzahl Stopzeit mittel
- Drehzahl Stopzeit lang

15.07.16

Sensornetze treffen auf die Cloud

Seite 16 von 17

- Das Projekt „Monitoring einer WEA“ hat zur Aufgabe durch das Aufnehmen von Daten mittels DM-Sensoren, Temperatur und Feuchtigkeitssensoren und einer nachfolgenden Berechnung frühzeitig Veränderungen in der Bauphysik und der Baustatik des neuartigen Holzturms zu erkennen.
- Dazu werden Linux-basierte Kleinrechnersystem zur Datenaufnahme und ein Linux-Server zur Datenauswertung eingesetzt.
- Die Softwarestruktur erlaubt eine schnelle und gleichzeitige Berechnung verschiedenster Kenngrößen der Baustatik und der Bauphysik.
- Die aufgenommenen Daten werden langzeitarchiviert und stehen für spätere Auswertungen als Rohdaten zur Verfügung.