

Gestern, Heute, Morgen: RAVE Messservice und Forschungsarchiv

RAVE Workshop 2020
23. Januar 2020, BSH Hamburg



Inhalt

1. Datenqualitätskontrolle

- i. **Gestern:** Visuelle Datenqualitätskontrolle – Verfahren bis 2019
- ii. **Heute:** Automatisierte Datenqualitätskontrolle – Verfahren ab 2019
 - a. Datenaufzeichnung an OWEA
 - b. Ozeanografische Daten
- iii. **Morgen:**
 - a. Datenqualitätskontrolle mit Hilfe von Machine-Learning – künftiges Verfahren
 - b. Measurement-Twin

2. Forschungsarchiv



Inhalt

1. Datenqualitätskontrolle

- i. **Gestern: Visuelle Datenqualitätskontrolle – Verfahren bis 2019**
- ii. **Heute:** Automatisierte Datenqualitätskontrolle – Verfahren ab 2019
 - a. Datenaufzeichnung an OWEA
 - b. Ozeanografische Daten
- iii. **Morgen:**
 - a. Datenqualitätskontrolle mit Hilfe von Machine-Learning – künftiges Verfahren
 - b. Measurement-Twin

2. Forschungsarchiv



Visuelle Datenqualitätskontrolle – bis 2019

ROGRAPHE

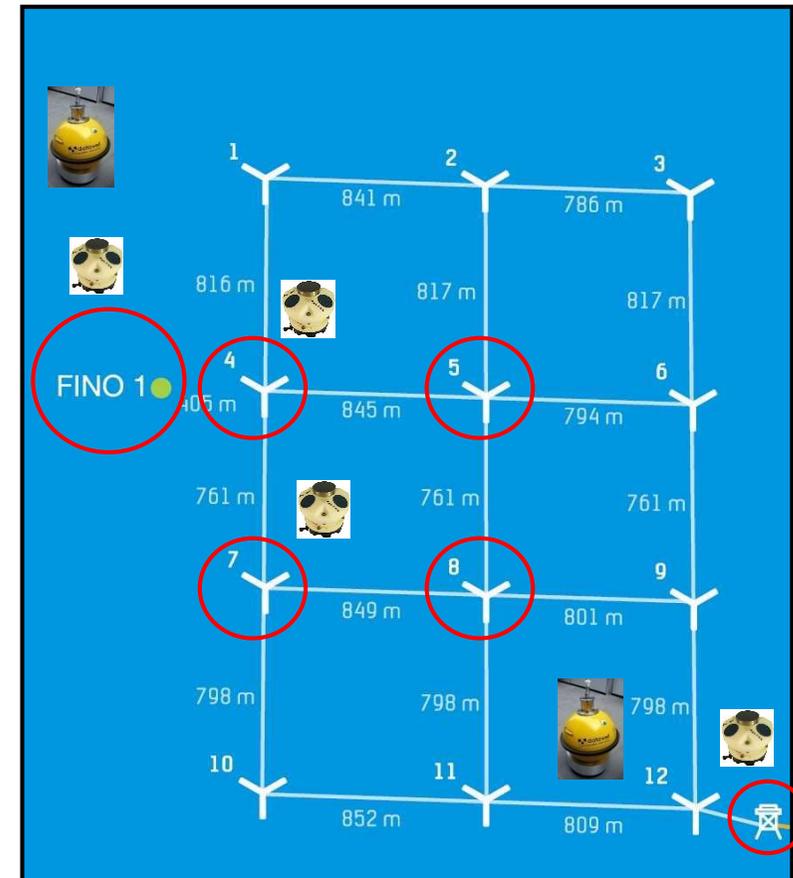


© DOTI/J.Oelker/2010

Visuelle Datenqualitätskontrolle – bis 2019

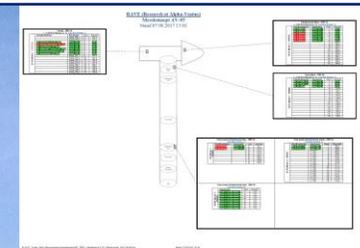
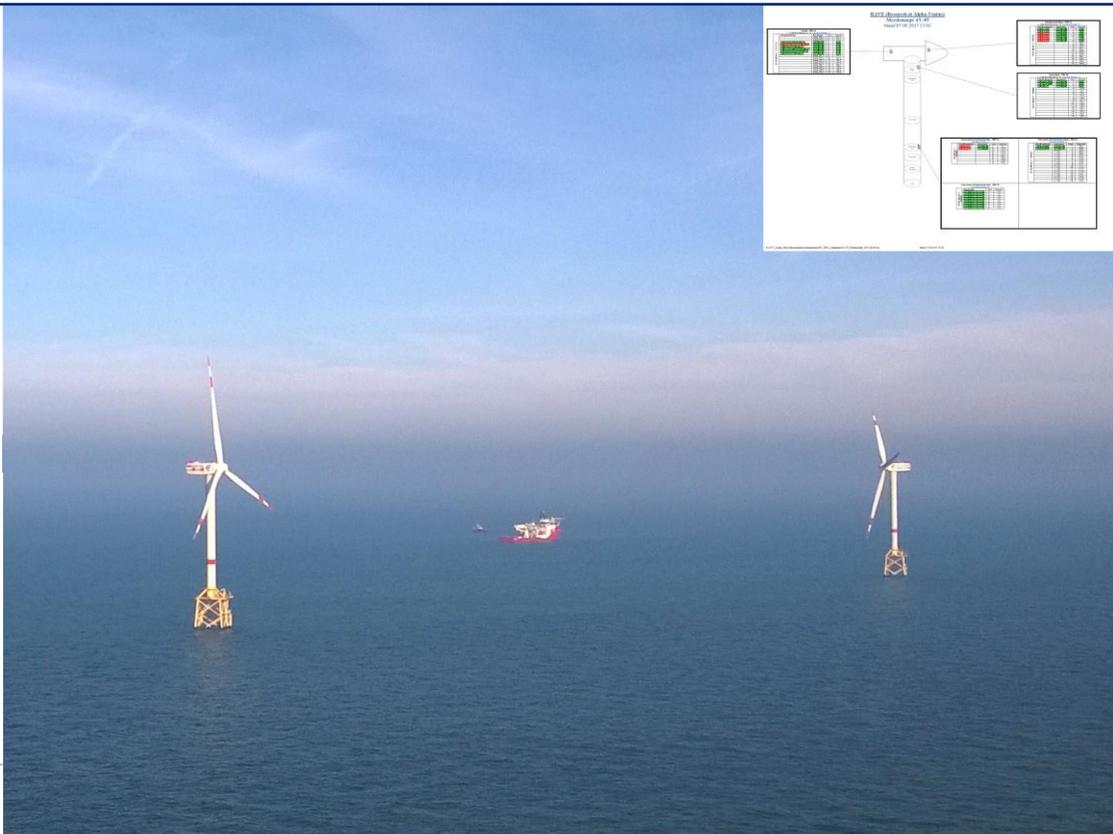
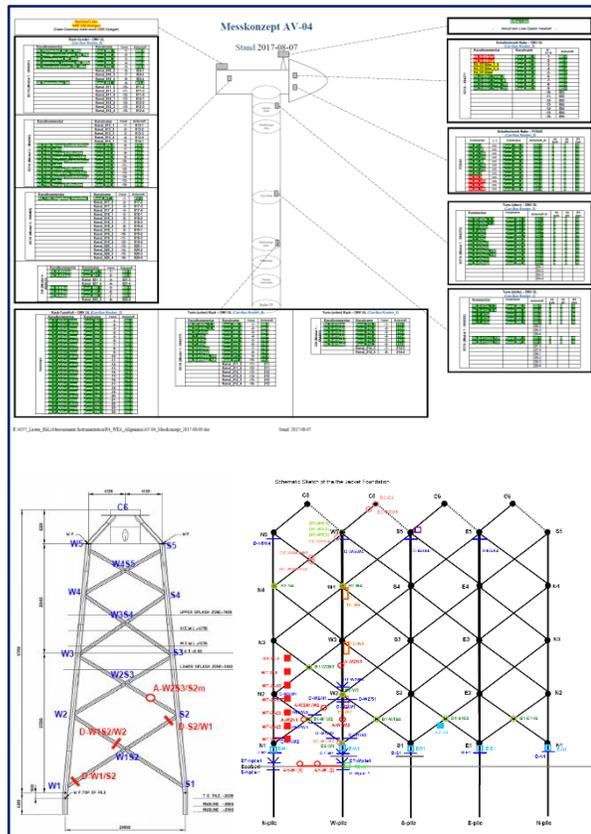
Messung von:

- Ozeanographie
 - Seegang, Strömung, Wasserstand,
 - Temp., Salzg., Sauerst.
- Strukturdynamik
 - Dehnung, Beschleunigung
- Meteorologie
 - Temperatur, Luftdruck, Feuchte
- Betriebsdaten
 - Leistung, Pitchwinkel, Windgeschwindigkeit, Generatorzahl, Azimut-Winkel

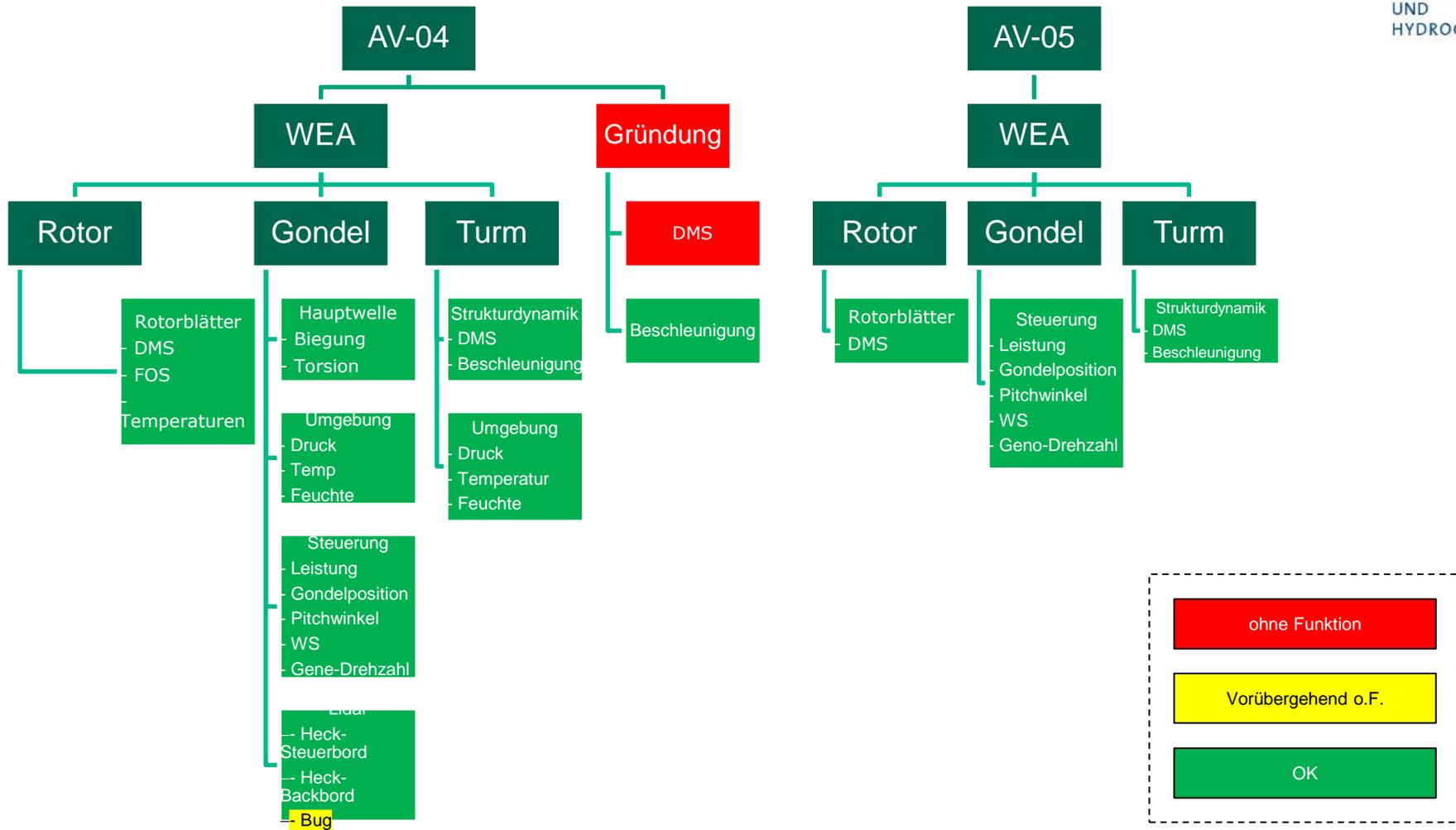


© DOTI 2010 / alpha ventus, modifiziert BSH

Visuelle Datenqualitätskontrolle – bis 2019

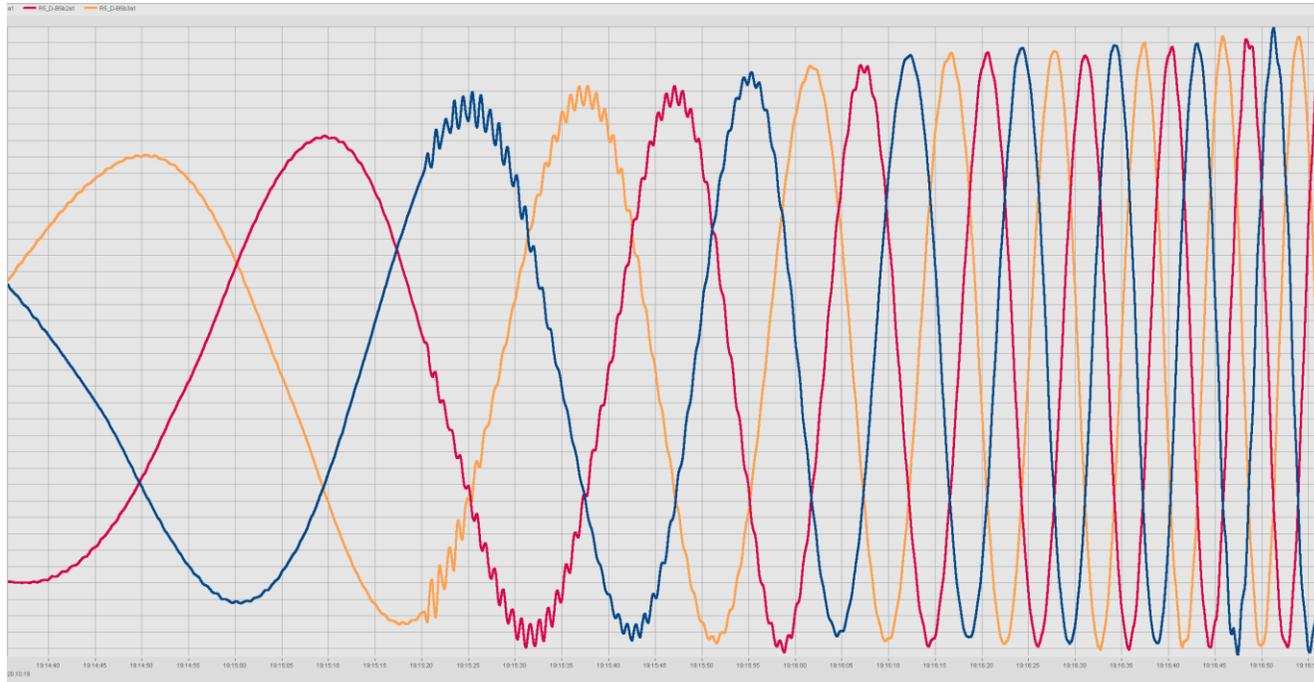


Visuelle Datenqualitätskontrolle – bis 2019



Visuelle Datenqualitätskontrolle – bis 2019

A – Prüfung der Rohdaten (z.B. Start-Datensatz)



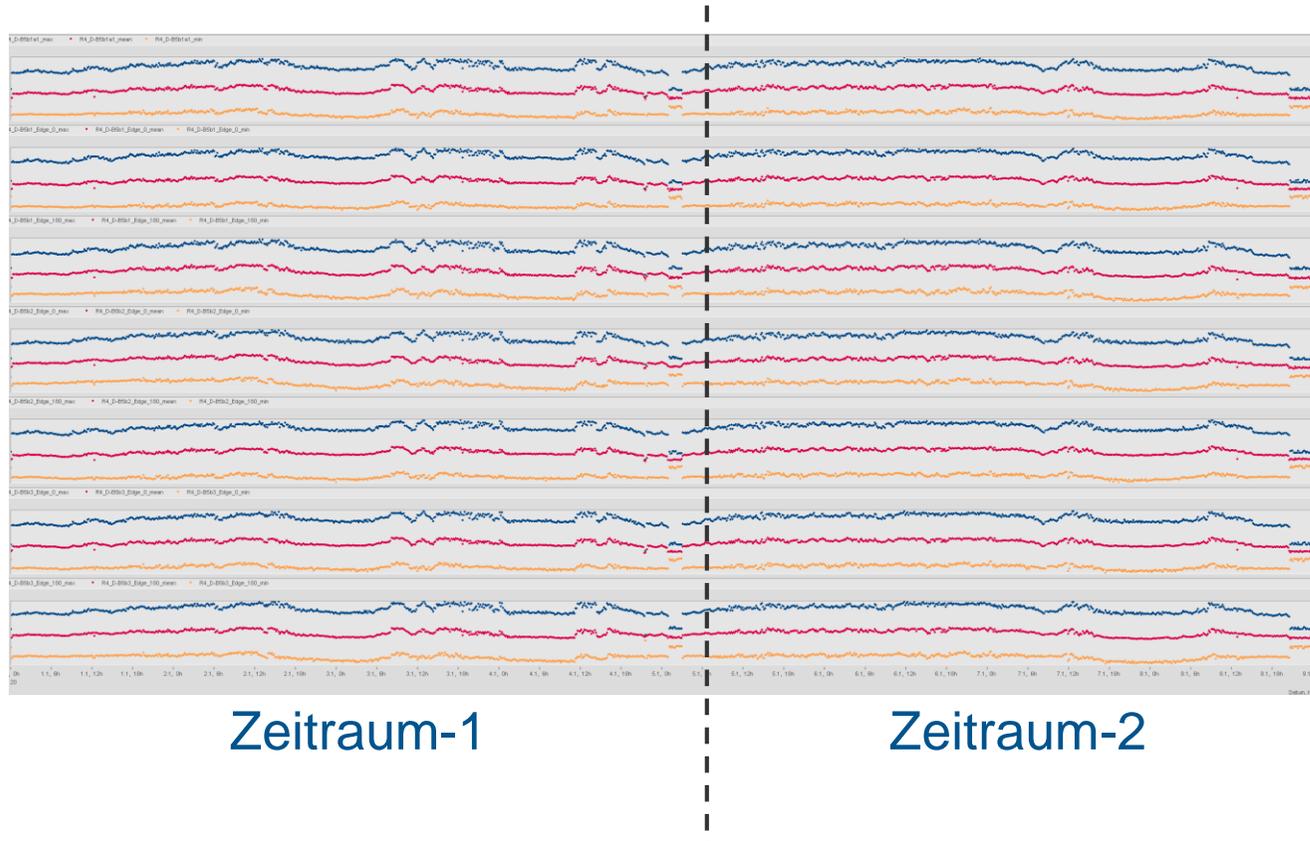
Rotorblatt-1, -2, -3

Qualitätsinfo zu:

- =>
- Blatt-1-Schwenk
 - Blatt-2-Schwenk
 - Blatt-3-Schwenk

Visuelle Datenqualitätskontrolle – bis 2019

B – Statistische Größen vs. Zeit

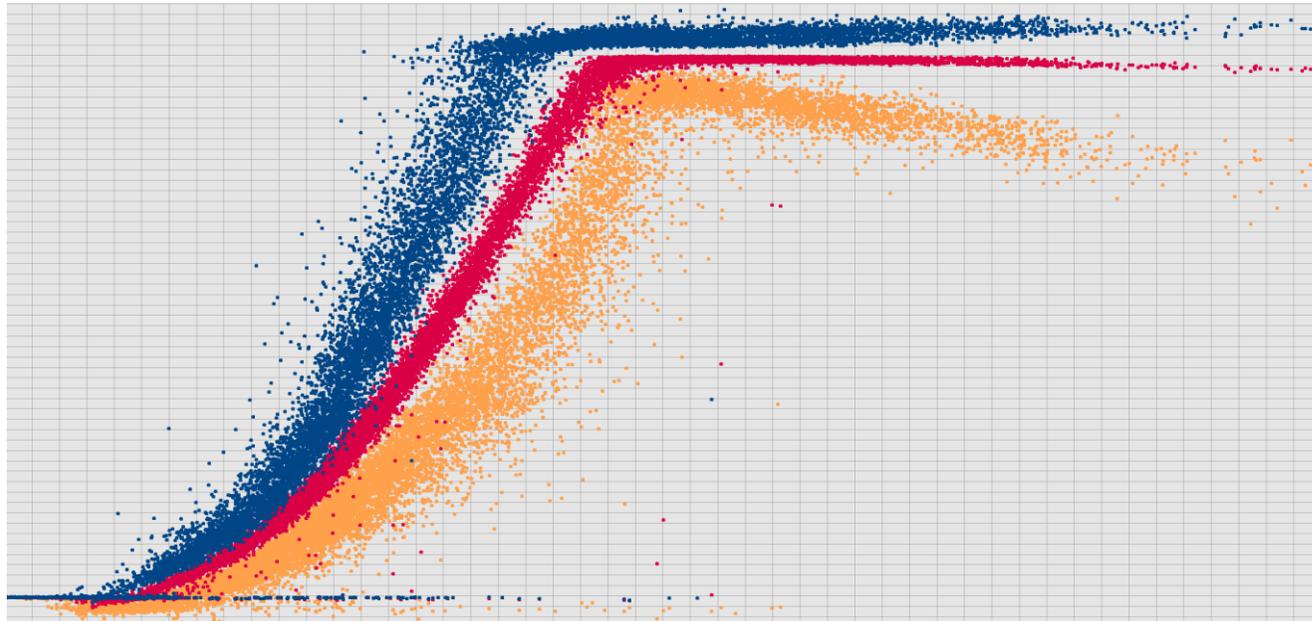


Qualitätsinfo zu:

- =>
- Blatt-1-Schwenk
 - Blatt-2-Schwenk
 - Blatt-3-Schwenk

Visuelle Datenqualitätskontrolle – bis 2019

C – Statistische Größen – Betriebsverhalten



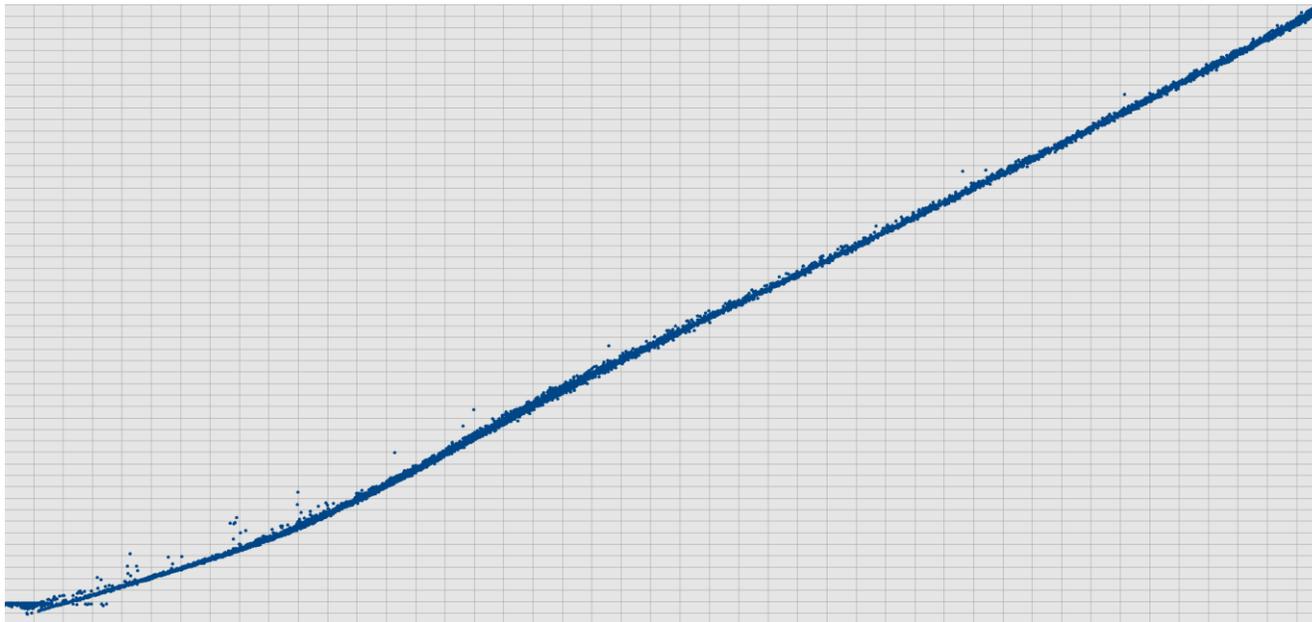
Elektrische Leistung vs. Windgeschwindigkeit

Qualitätsinfo zu:

- =>
- Leistung
 - Wind-
geschwindigkeit

Visuelle Datenqualitätskontrolle – bis 2019

D – Statistische Größen – Korrelation von Signalen



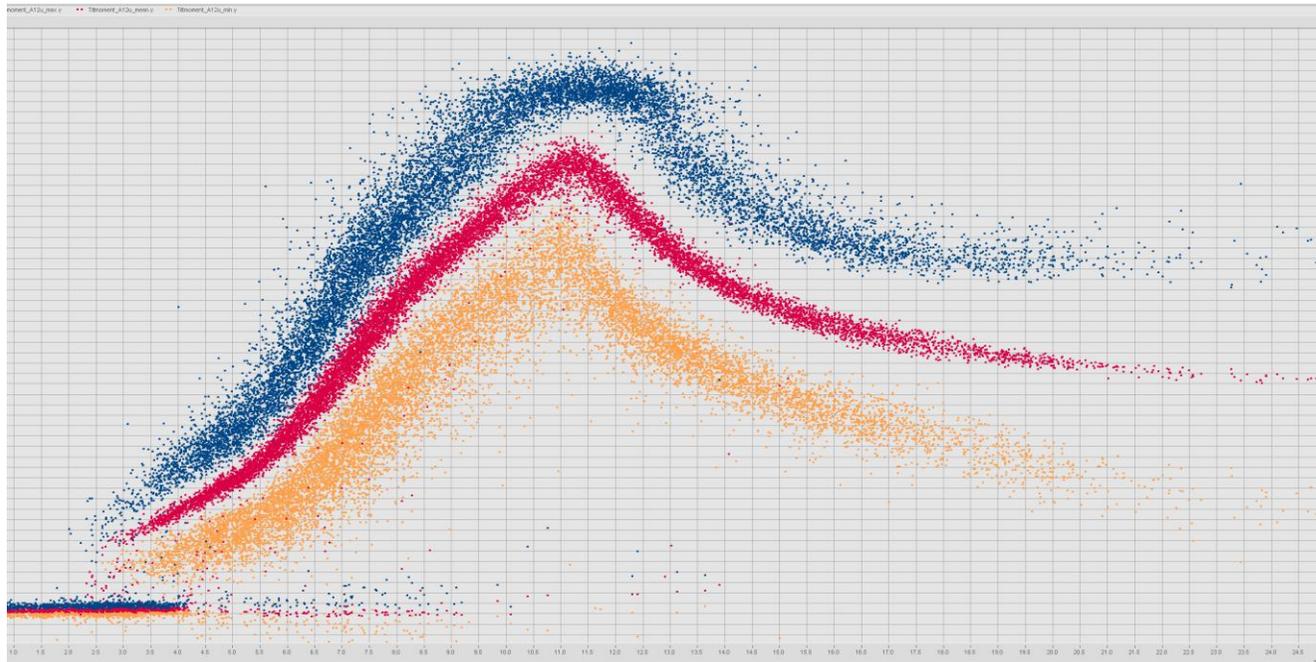
Torsion Hauptwell vs. Elektrische Leistung

Qualitätsinfo zu:

- =>
- Hauptwelle-
 - Torsion
 - Leistung

Visuelle Datenqualitätskontrolle – bis 2019

E – Betrachtung transformierter Signale



Turm-Nickmoment vs. Windgeschwindigkeit

Qualitätsinfo zu:

- Turm 0°
- Turm 90°
- Turm 180°
- => - Turm 270°
- Gondelposition
- Windgeschwindigkeit

Visuelle Datenqualitätskontrolle – bis 2019

Ergebnis der visuellen Datenqualitätskontrolle

0 = Daten verwertbar

5 = nicht eindeutig

1 = Daten nicht verwertbar

- =>
- Aufwändiges Procedere
 - kleinere Ausreisser nicht erkennbar
 - partielle Flatlines nicht erkennbar
 - ...
- ❖ Vielfältige Möglichkeiten
 - ❖ Signaldrift detektierbar
 - ❖ Entstehung weiterer Kurvenverläufe optisch gut zu erfassen

Inhalt

1. Datenqualitätskontrolle

- i. **Gestern:** Visuelle Datenqualitätskontrolle – Verfahren bis 2019
- ii. **Heute: Automatisierte Datenqualitätskontrolle – Verfahren ab 2019**
 - a. **Datenaufzeichnung an OWEA**
 - b. Ozeanografische Daten
- iii. **Morgen:**
 - a. Datenqualitätskontrolle mit Hilfe von Machine-Learning – künftiges Verfahren
 - b. Measurement-Twin

2. Forschungsarchiv



Automatisierte Datenqualitätskontrolle

- Ziele:
 - Für AV04, AV05, AV07, AV08, AV09-12, AV00 (UW), FINO1 Daten
 - Plausibilisierung der Rohdaten (0.2 bis 50 Hz)
 - Automatisierung
 - Sensor/Messsystem-Unabhängig
 - Minimale Input Parameter
- Dokumentation:
 - Generalized Quality Control Approach for Raw Data, *RAVE Offshore Conference 2018* (Poster)
 - Quality Control of RAVE Measurements from AV00, AV04, AV05, AV07–AV12 and FINO1 Version 1.0 (Report)

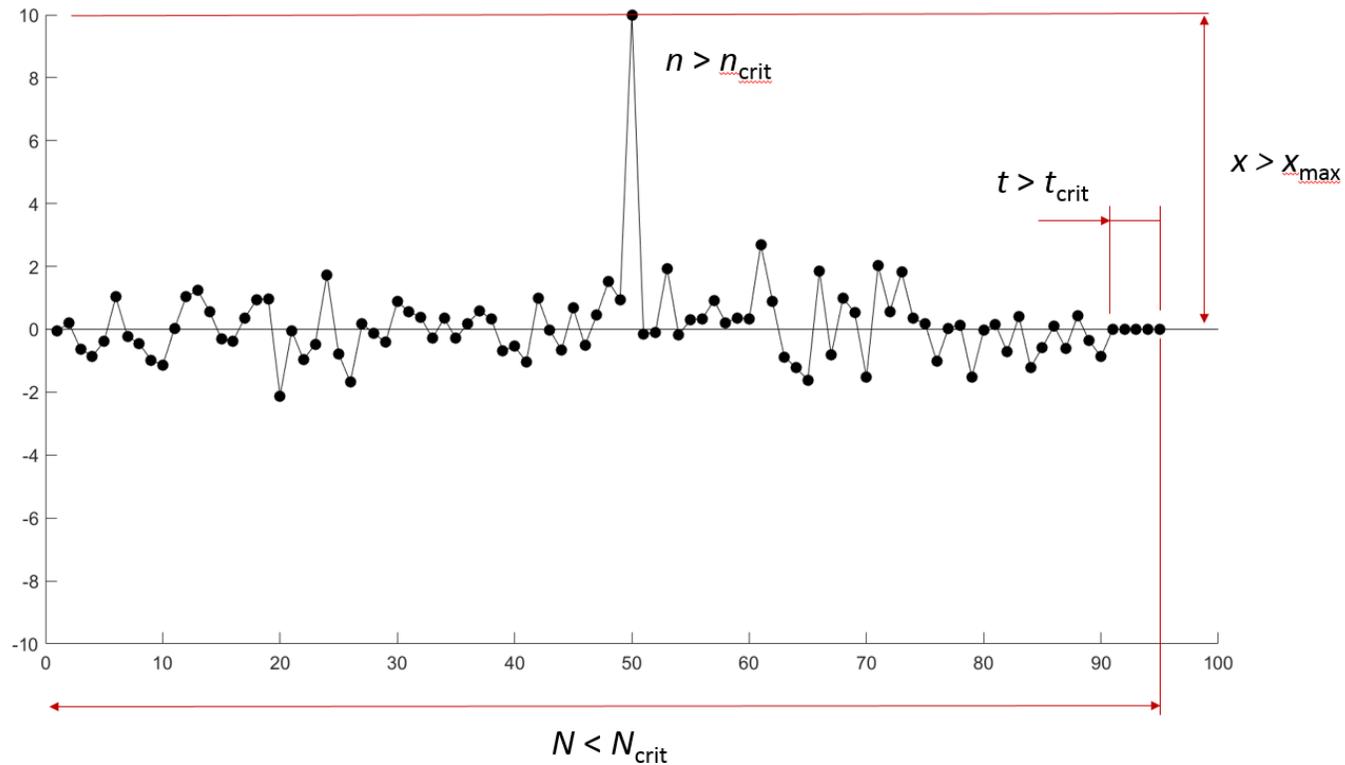
Messsysteme/Sensoren

Ort	Sensoren	Hz
AV04/AV05	Dehnung, Beschleunigung, Maschinendaten (SCADA), Meteorologisch (Turm)	50 Hz, 1 Hz
AV07/AV08	Dehnung, Beschleunigung, Neigung, Maschinendaten (SCADA), Meteorologisch (Turm)	50 Hz
AV09-AV12	Maschinendaten (SCADA)	50 Hz
UW	Elektrisch (Spannung, Wirkleistung, ...)	> 0.2 Hz
FINO1	(Mikro-)Meteorologisch	1 Hz, 10 Hz, 20Hz

Beispiel

Probleme:

- Datenlänge N
- Anzahl Spikes n
- Messbereich x
- Datenausfall t



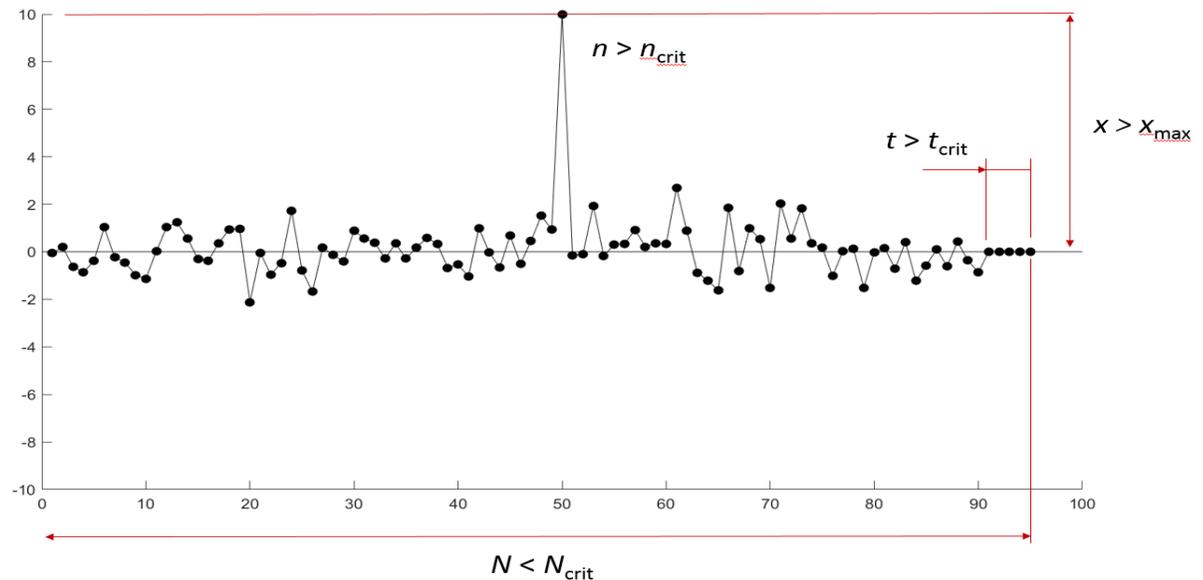
Tests

Position	Test	Beschreibung
1.	Datenlänge	Daten nicht vollständig
2.	Flat Line	Signal konstant/ausgefallen
3.	Partial Flat Line	Signal teilweise ausgefallen
4.	Messbereich	Werte überschritten
5.	Spike	Ausreißer
6.	Korrelation	Ausreißer/Rauschen/Ausfälle
7.	Visuell	
8-16.	-frei-	

Flagging Strategie (1/0)

Grenzwerten:

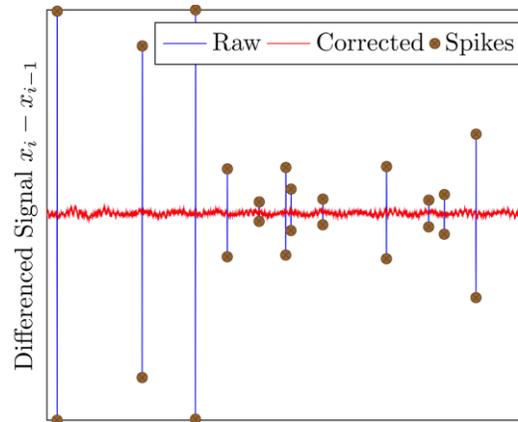
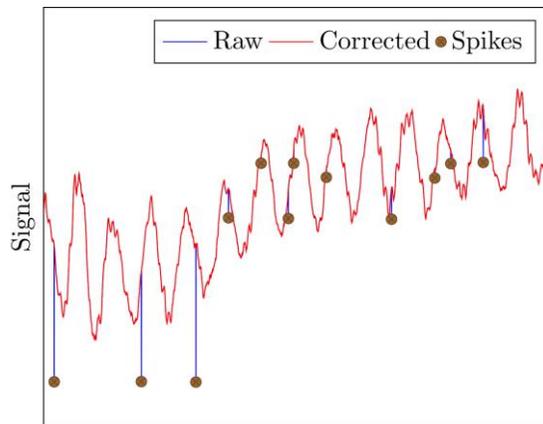
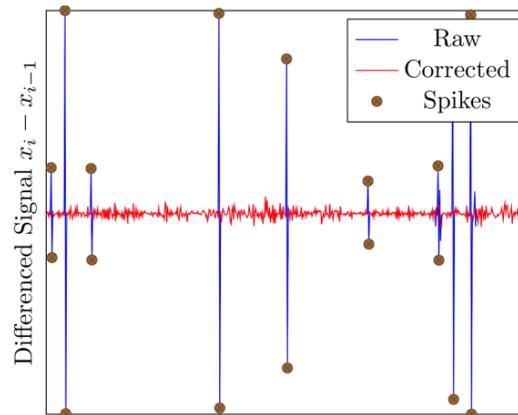
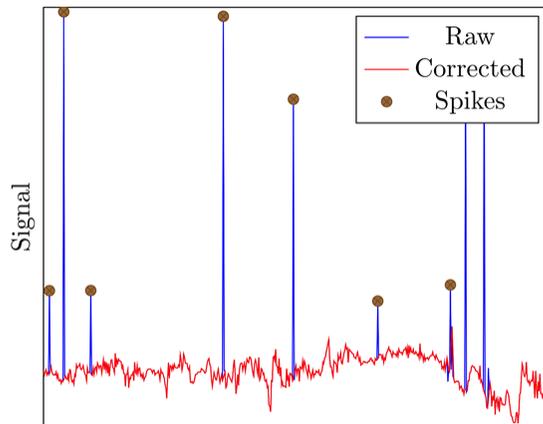
- Datenlänge N_{crit}
- Anzahl Spikes n_{crit}
- Messbereich x_{crit}
- Datenausfall t_{crit}
- ...



- Grenzwerte überschritten Flag = 1, nicht überschritten Flag = 0
- Detailed Flag: [1, 0, 1, 1, 1, 1, 0, ...]
- Master Flag = max(Detailed Flag) = 1

Signal Despiking

• Signal x → Erste Differenz



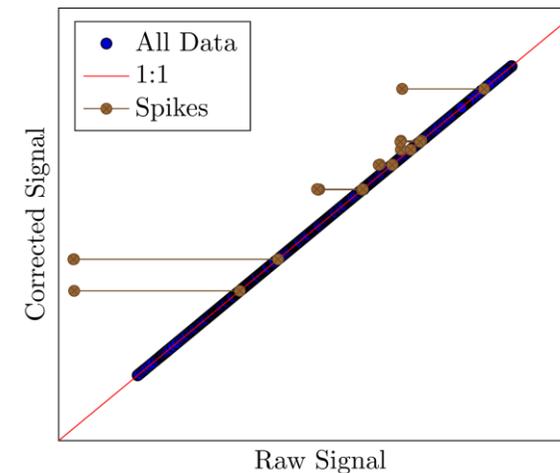
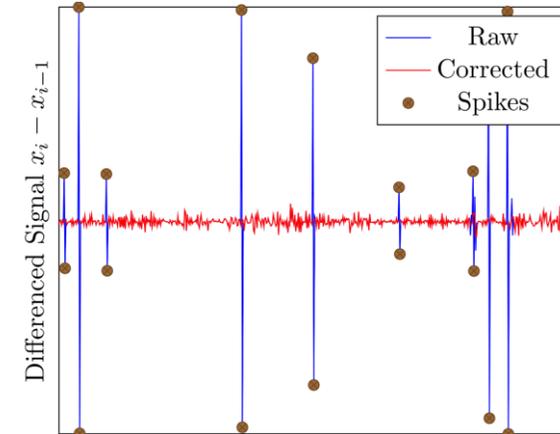
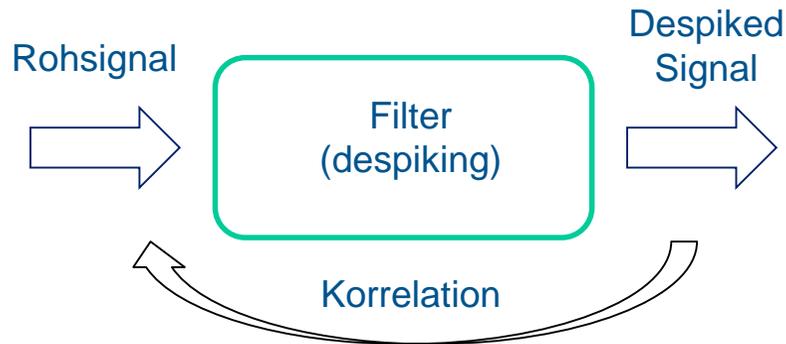
Algorithmus:

1. Erste Differenz
2. Moving window w
3. Daten $> m\sigma$ im Fenster entfernen (σ = Standard Abweichung)
4. Lineare Interpolation

Spike Evaluation

- Test 5: Anzahl Spikes:
 - Isoliert (einzelne Ausreißer)
 - Siehe Bericht

- Test 6: Selbstkorrelation



Weitere Tests

Position	Typ	Version
1-6.	Automatisiert	1.0
7.	Visuell	1.0
8-10.	Sensorabhängig, physikalisch	2.0
11-16.	Maschinenlernen?	3.0

Zusammenfassung Qualitätskontrolle

- Erste automatisierte, (fast) Sensor-unabhängige Version festgelegt
- Bekannte Probleme: Spike Algorithmus ineffektiv bei stark verrauschten Daten
- Weitere Tests in Planung
- Eigene Tests der Forschenden willkommen!

Inhalt

1. Datenqualitätskontrolle

- i. **Gestern:** Visuelle Datenqualitätskontrolle – Verfahren bis 2019
- ii. **Heute: Automatisierte Datenqualitätskontrolle – Verfahren ab 2019**
 - a. Datenaufzeichnung an OWEA
 - b. **Ozeanografische Daten**
- iii. **Morgen:**
 - a. Datenqualitätskontrolle mit Hilfe von Machine-Learning – künftiges Verfahren
 - b. Measurement-Twin

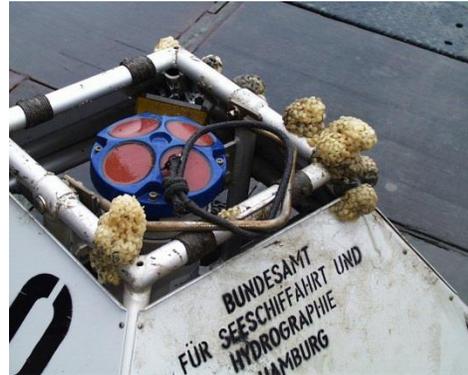
2. Forschungsarchiv



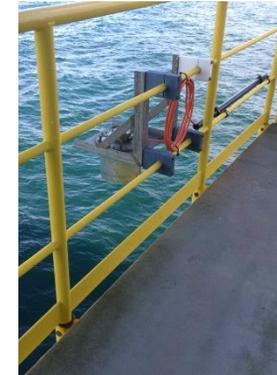
Messgeräte:



Seegangsboje



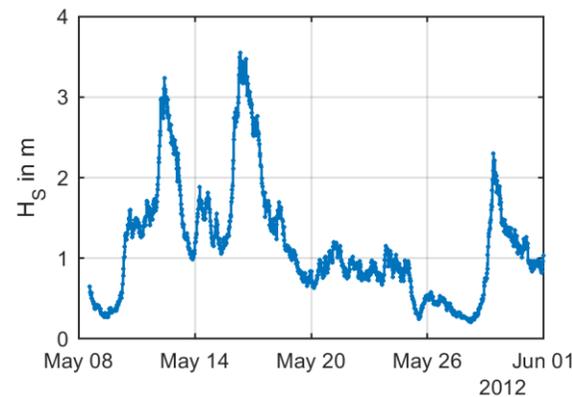
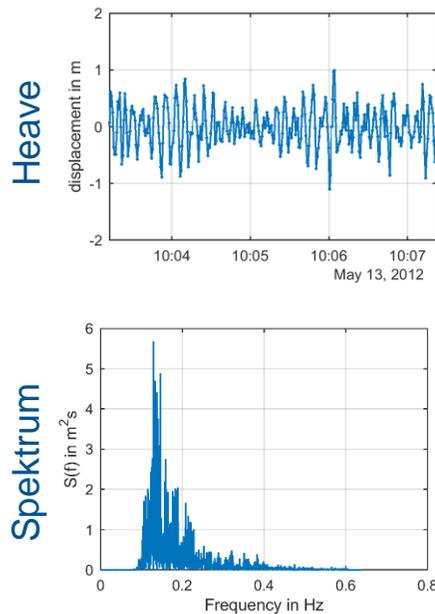
Akustik Doppler Profiler



1D Wellenradar

Automatisierte DQK – Ozeanografische Daten

Messgrößen:



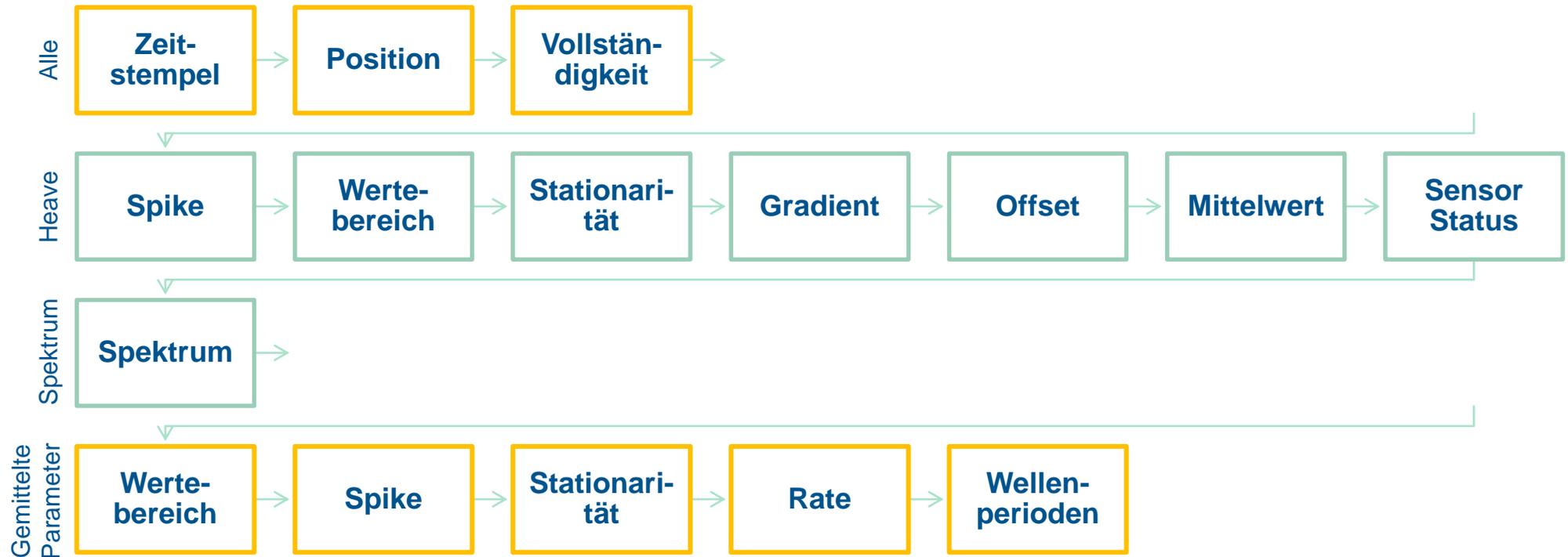
Gemittelte Parameter:

- Sign. Wellenhöhe H_S
- Max. Wellenhöhe H_{max}
- Peak Periode T_P
- Mittlere Periode T_1
- Peak Richtung Dir_P

Automatisierte DQK – Ozeanografische Daten

- Copernicus (2017)
 - <http://www.marineinsitu.eu/documentation/>
- IOOS / QARTOD (2019)
 - <https://ioos.noaa.gov/project/qartod/>
- SeaDataNet (2010)
 - <https://www.seadatanet.org/Standards/Data-Quality-Contro>

Automatisierte DQK – Ozeanografische Daten



Automatisierte DQK – Ozeanografische Daten

Code	Definition
0	No QC was performed
1	Good data
2	Probably good data
3	Bad data, that is potentially correctable
4	Bad data
5	Value changed
6	
7	Nominal value
8	Interpolated value
9	Missing value



- COPERNICUS
- SeaDataNet
- OceanSITES
- Argo

Automatisierte DQK – Ozeanografische Daten

detailed quality flag:

a sequence of flags which contains each test result of the 16 real-time quality control tests

111 0000000 0 14111

final quality flag:

worst (= highest) flag in the detailed quality flag

4

Automatisierte DQK – Ozeanografische Daten

Code	Definition (Ozeanogr. Daten)	Definition (Messungen an OWEA)
0	No QC was performed	Event not found
1	Good data	Event found
2	Probably good data	
3	Bad data, that is potentially correctable	
4	Bad data	
5	Value changed	
6		
7	Nominal value	
8	Interpolated value	
9	Missing value	Test not conducted

Dokumentation der Datenqualitätskontrolle



Inhalt

1. Datenqualitätskontrolle

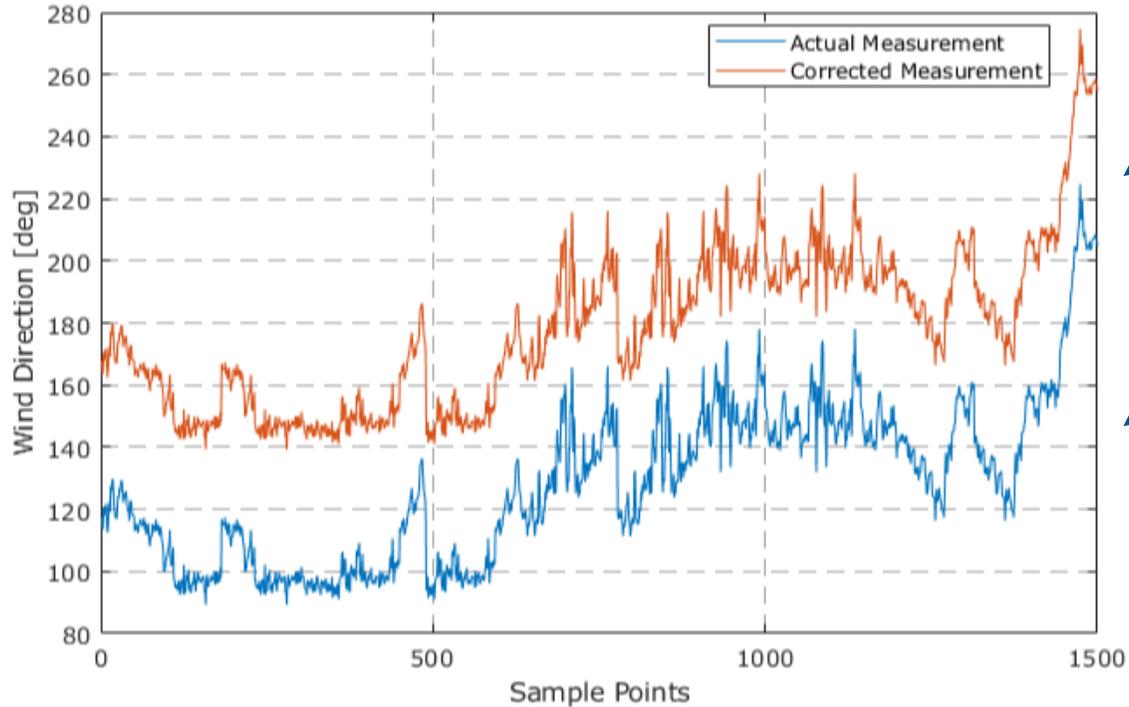
- i. **Gestern:** Visuelle Datenqualitätskontrolle – Verfahren bis 2019
- ii. **Heute:** Automatisierte Datenqualitätskontrolle – Verfahren ab 2019
 - a. Datenaufzeichnung an OWEA
 - b. Ozeanografische Daten
- iii. **Morgen:**
 - a. **Datenqualitätskontrolle mit Hilfe von Machine-Learning – künftiges Verfahren**
 - b. Measurement-Twin

2. Forschungsarchiv

Ausblick auf DQK mit Hilfe von Machine Learning

Why we need machine learning in data quality control?

Example : Undetected errors in data (plausibility, offset, drifting of sensors...)

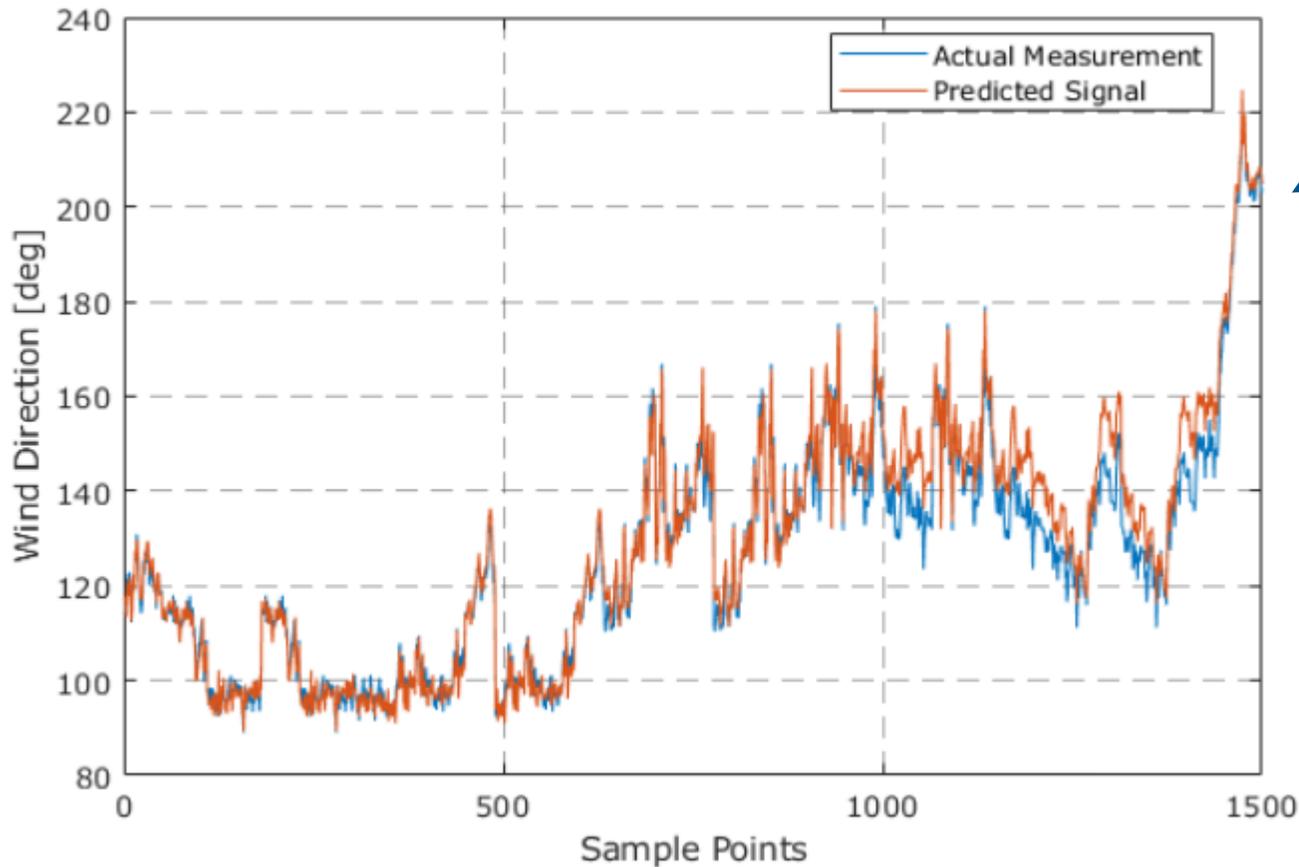


50 degrees offset

ADQC Output
000000 – No events found

Ausblick auf DQK mit Hilfe von Machine Learning

Is Machine Learning a solution for these issues??

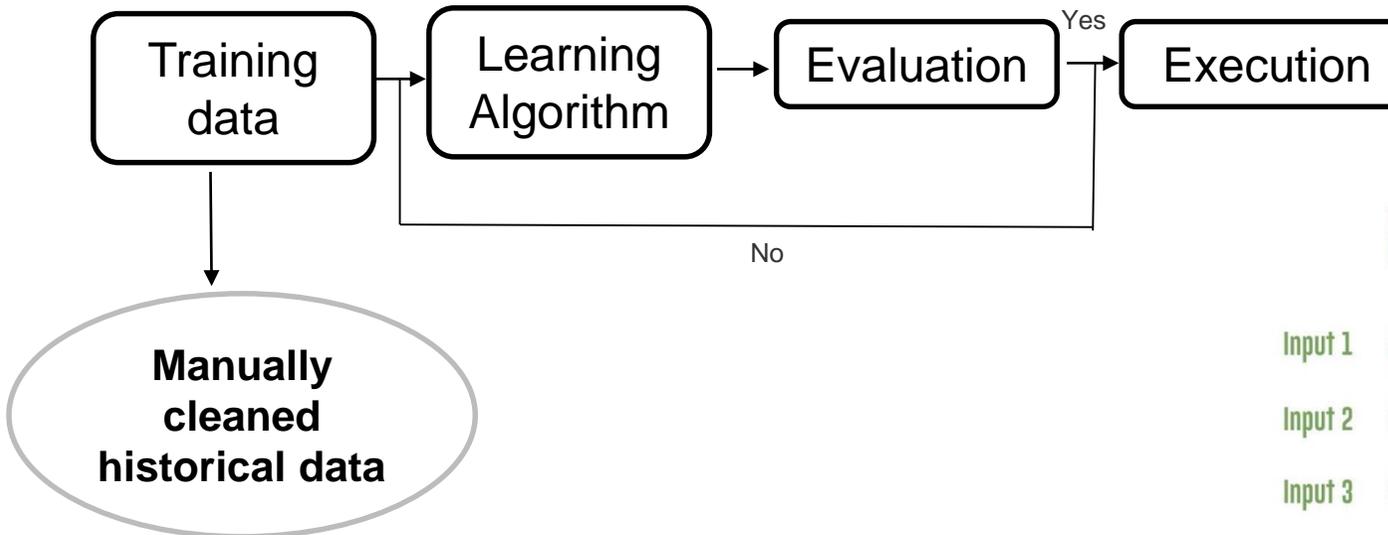


ADQC Output
000000 – No
events found

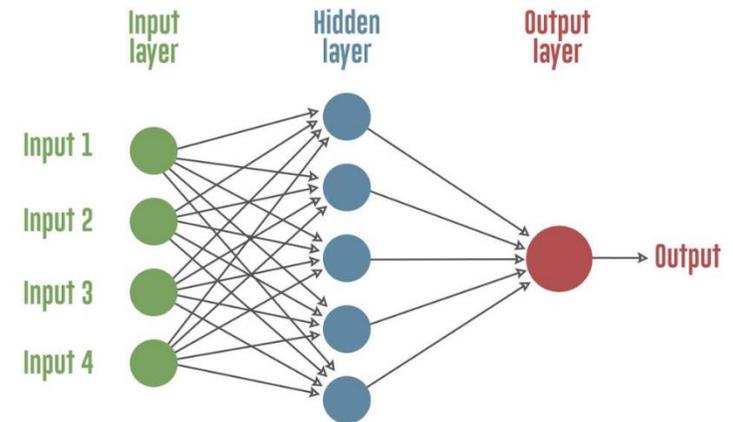
RAVE-ML
0 - Pass

Ausblick auf DQK mit Hilfe von Machine Learning

How we do this ??



Deep Neural Networks



Ausblick auf DQK mit Hilfe von Machine Learning

Common Questions

- How much data we need to train a model ?
- What are the required inputs?
- How can we validate the model?
- Do we need special computer or softwares?
- Can all signals can be predicted ?
- How much physics do we have to include?

Ausblick auf DQK mit Hilfe von Machine Learning

Other Applications

- Fatigue lifetime estimation
- Immediate Error detection
- Load Monitoring
- Power/Load optimisation
- Extracting patterns in the data

Data is the key and we have it !!!!

Inhalt

1. Datenqualitätskontrolle

- i. **Gestern:** Visuelle Datenqualitätskontrolle – Verfahren bis 2019
- ii. **Heute:** Automatisierte Datenqualitätskontrolle – Verfahren ab 2019
 - a. Datenaufzeichnung an OWEA
 - b. Ozeanografische Daten
- iii. **Morgen:**
 - a. Datenqualitätskontrolle mit Hilfe von Machine-Learning – künftiges Verfahren
 - b. **Measurement-Twin**

2. Forschungsarchiv



OpenRAVE Aufbau Measurement Twin AV08

Vor 2019

Ab 2020

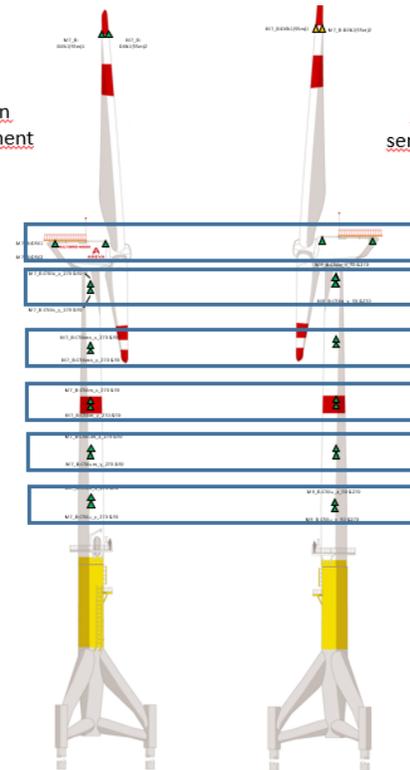
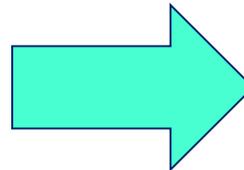
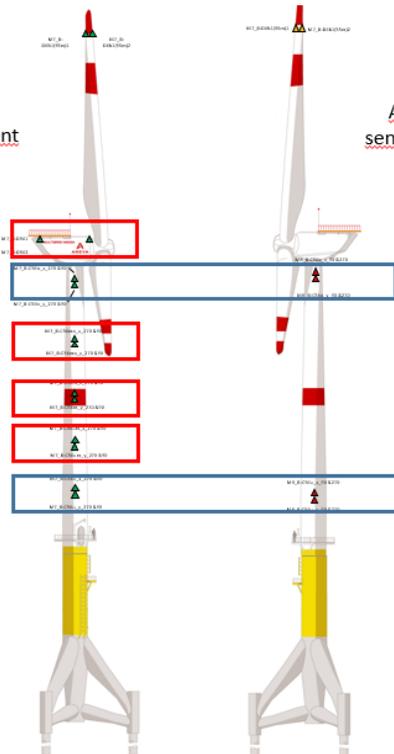
AV07
Acceleration
sensor placement

AV08
Acceleration
sensor placement

AV07
Acceleration
sensor placement

AV08
Acceleration
sensor placement

Reinstallation 2018



OpenRAVE Aufbau Measurement Twin AV08

Vorteile und Ziele des „Measurement Twins“

1. Robuste Beschleunigungssensoren, die sich in den Forschungsprojekten sehr bewährt haben
2. Bessere Unterscheidung zwischen Umwelteinwirkungen, Sensor- und Maschinenveränderungen
3. Vermeidung von Datenlücken
4. Bessere Datengrundlage zur Entwicklung von mathematischen Verfahren

Inhalt

1. Datenqualitätskontrolle

- i. **Gestern:** Visuelle Datenqualitätskontrolle – Verfahren bis 2019
- ii. **Heute:** Automatisierte Datenqualitätskontrolle – Verfahren ab 2019
 - a. Datenaufzeichnung an OWEA
 - b. Ozeanografische Daten
- iii. **Morgen:**
 - a. Datenqualitätskontrolle mit Hilfe von Machine-Learning – künftiges Verfahren
 - b. Measurement-Twin

2. Forschungsarchiv



- 2017: Start Entwicklung einer neuen Datenbankstruktur
 - Große Datenmengen – 6 Terabyte
 - Viele Unterschiedliche Datentypen und Sensoren
 - Neues Webportal soll Suche nach Daten vereinfachen
 - Bereitstellung der Daten als Export soll unmittelbar erfolgen
 - Vereinfachter Zugang zu den Daten
- 2018: Migration der Datenbank ins BSH
- 2018: Testphase und Integration des ersten Feedbacks
- 2019: Live-Schaltung RAVE Datenbank und Webportal

- Zugang zu den Daten über BSH Service Portal
- Die Rechte zwischen Dateneigentümer und Nutzer werden über einen Datennutzungsvertrag geregelt
- Daten in der Datenbank in zwei Kategorien
 - Kategorie A: „Freie Daten“ – Aggregierte Daten und Umweltdaten
 - Kategorie B: „Sensible Daten“ – WEA Betriebs-Rohdaten

Benutzeransicht des RAVE-Forschungsarchives

RAVE Portal 0.6.11

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie

Deutsch ▾

► Datenbank ◀ Download Dokumente Feedback

Sensoren

Filter: Vage Selektion aufheben

- Akustische Sensoren, am Jacket
- Akustische Sensoren, an der WEA
- Akustische Sensoren, An der WEA
- Akustische Sensoren, Meeresboden
- Akustische Sensoren, Meeresboden
- Beschleunigungsmessung, Jacket-Beschleunigungsmessung
- Beschleunigungsmessung, Pile-Beschleunigungsmessung
- Beschleunigungsmessung, Tripod-Beschleunigungsmessung
- Beschleunigungsmessung, TurmBeschleunigungsmessung
- Beschleunigungsmessung, Turm-Beschleunigungsmessung
- Beschleunigungsmessung, Turm-Beschleunigungsmessung
- Beschleunigungsmessung, Turm-Beschleunigungsmessung
- Beschleunigungsmessung, Turm-Beschleunigungsmessung
- Betriebsdatenschnittstelle M10
- Betriebsdatenschnittstelle M11
- Betriebsdatenschnittstelle M12
- Betriebsdatenschnittstelle M7
- Betriebsdatenschnittstelle M8
- Betriebsdatenschnittstelle M9
- Betriebsdatenschnittstelle R1 Scada-System
- Betriebsdatenschnittstelle R2 Scada-System
- Betriebsdatenschnittstelle R3 Scada-System
- Betriebsdatenschnittstelle R4 Scada-System
- Betriebsdatenschnittstelle R5 Scada-System
- Betriebsdatenschnittstelle R6 Scada-System
- DMS, DMS-Jacket, East Leg
- DMS, DMS-Jacket, Hotspot
- DMS, DMS-Jacket, North leg
- DMS, DMS-Jacket, South leg
- DMS, DMS-Jacket, West leg
- DMS, DMS-Jacket, x-junction
- DMS, DMS-Turm, Turm ab Podestebene 1
- DMS, DMS-Turm, Turm höhe Stoß der Turmsegmente
- DMS, DMS-Turm, Turm höhe Stoß der Turmsegmente
- DMS, DMS-Turm, Turm kurz oberhalb des unteren Turmendes
- DMS, DMS-Turm, Turm kurz unterhalb des oberen Turmsegments

Anfragen

Startdatum

Jan 2020

M	D	M	D	F	S	S
			1	2	3	4
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

Enddatum

Jan 2020

M	D	M	D	F	S	S
			1	2	3	4
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

Qualitätsflags

- 0 - ungeprüfter Wert
- 1 - gute Daten
- 2 - wahrscheinlich gute Daten
- 3 - wahrscheinlich schlechte Daten
- 4 - schlechte Daten
- 5 - veränderter Wert
- 6 - /
- 7 - /
- 8 - interpolierter Wert
- 9 - fehlender Wert

Plotten

- Mittelwert
- Minimum
- Maximum
- Standardabweichung

Messwerte plotten

Abdeckung plotten

Qualitätsmerkmale anzeigen

Export

Daten: Rohdaten ▾

Format: NetCDF ▾

Dateiname:

Daten anfordern

Ausblick:

- Umfangreichere Dokumentationen und Online Hilfen
- Grafische Auswahl der Sensoren
- Unterstützung des Benutzers bei der Auswahl eines optimalen Zeitraums für die ausgewählten Daten
- Kontinuierliche Implementierung des Nutzer-Feedbacks
- Performance Verbesserung

Vielen Dank!



BSH

Kai Herklotz
Tel.: +49 (0)40 3190-3230
E-Mail: Kai.Herklotz@bsh.de

Mayumi Wilms
Tel.: +49 (0)40 3190-3288
E-Mail: Mayumi.Wilms@bsh.de

Marten Schmager
Tel.: +49 (0)40 3190-3239
E-Mail: Marten.Schmager@bsh.de

DNV GL

Hans-Peter Link
Tel.: +49 (0)4856 901-46
E-Mail: Hans-Peter.Link@dnvgl.com

Anish Venu
Tel.: +49 (0)40 36149-0
E-Mail: Anish.Venu@dnvgl.com

Jan Schütze
Tel.: +49 (0)40 36149-0
E-Mail: Jan.Schuetze@dnvgl.com

UL International

Tom Neumann
Tel.: +49 (0)4421 4808-814
E-Mail: Thomas.Neumann@ul.com

Richard Foreman
Tel.: +49 (0)4421 4808-0
E-Mail: Richard.Foreman@ul.com

Nick Hansen
Tel.: +49 (0)4421 4808-837
E-Mail: Nick.Hansen@ul.com