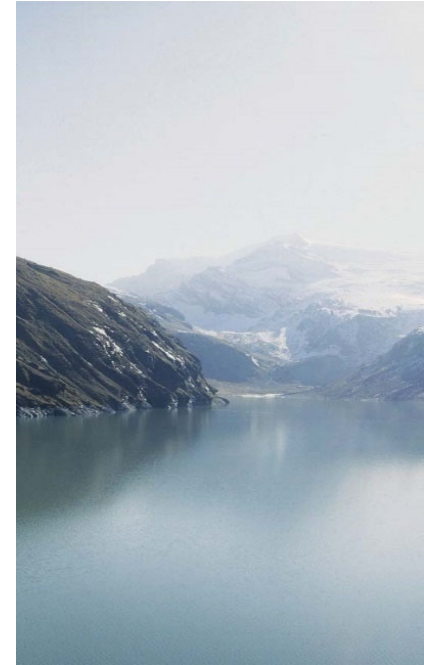


Digitalisierung im Wasserkraftbereich

Digital Hydro Power Plant

DI Dr. Bernd Hollauf
DI (FH) Dr. Christine Rienessel

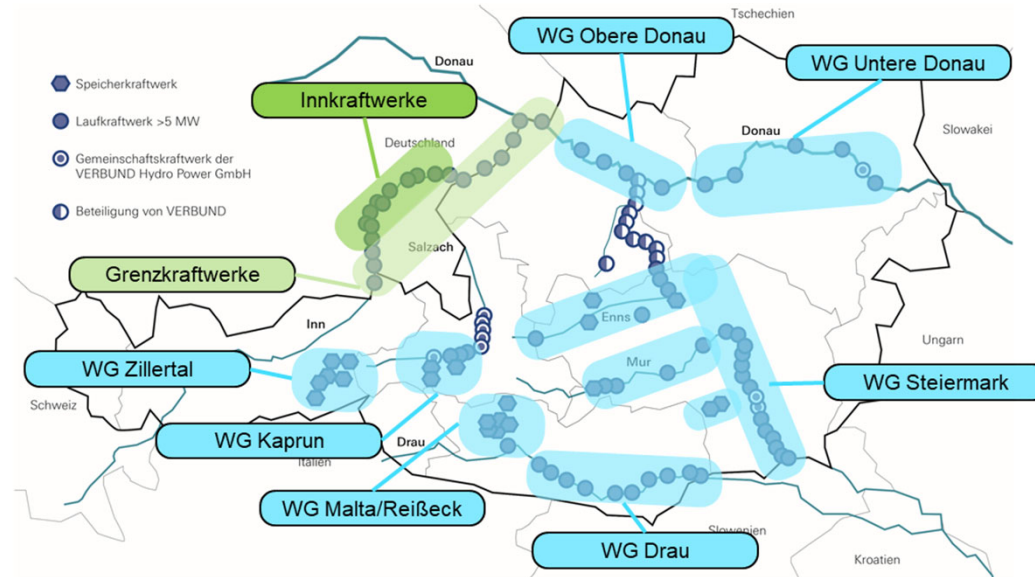
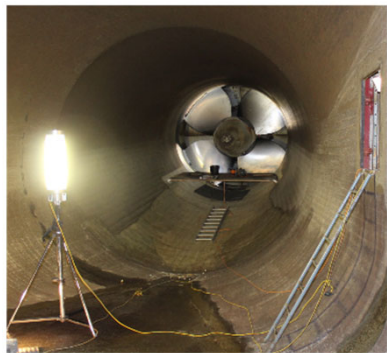
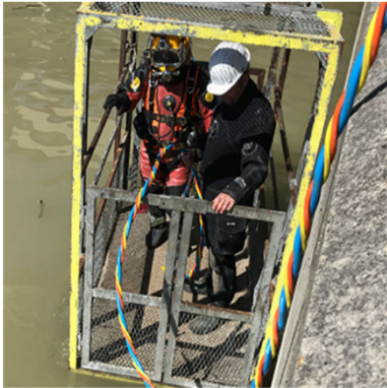
ÖVIA Kongress Leoben, 30. September 2021



Inhalt

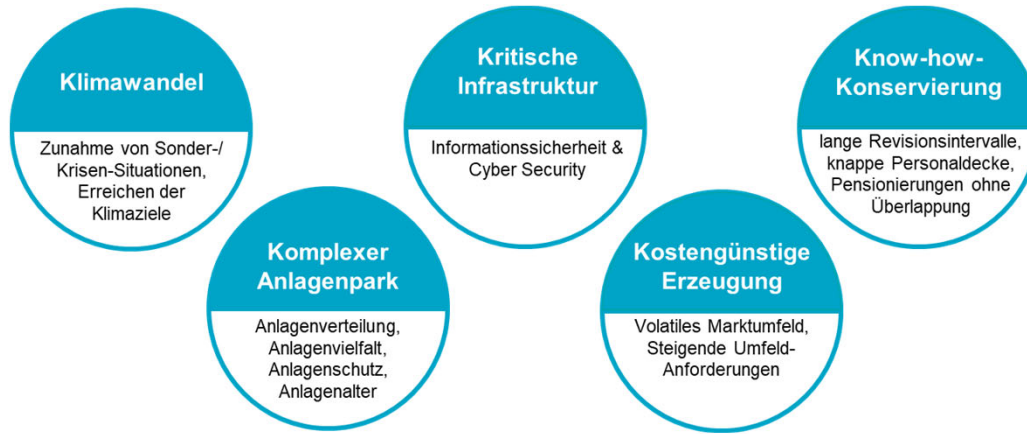
- Digitalisierung in der VERBUND Wasserkraft
- Sensorik-Konzepte
- Digitale Inspektionen
- Datenanalysen
- Fazit

Das (betriebsgeführte) VERBUND Wasserkraft-Portfolio



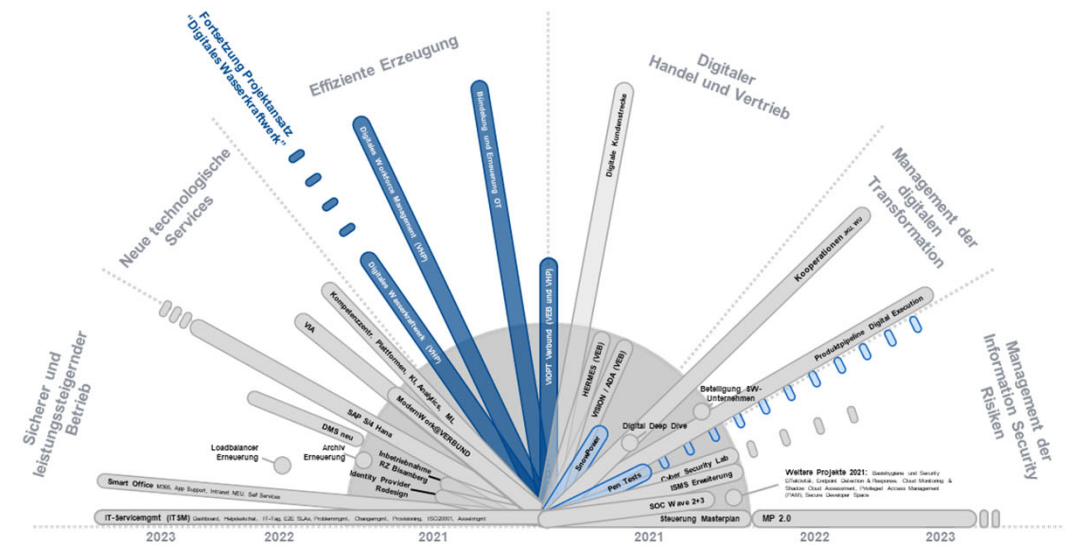
113 betriebsgeführte VERBUND Kraftwerke
Erfahrungs- bzw. Ausfallkosten-basierte
Maschinenrevisionen

Digitalisierung als Baustein zum Umgang mit „5K“-Herausforderungen



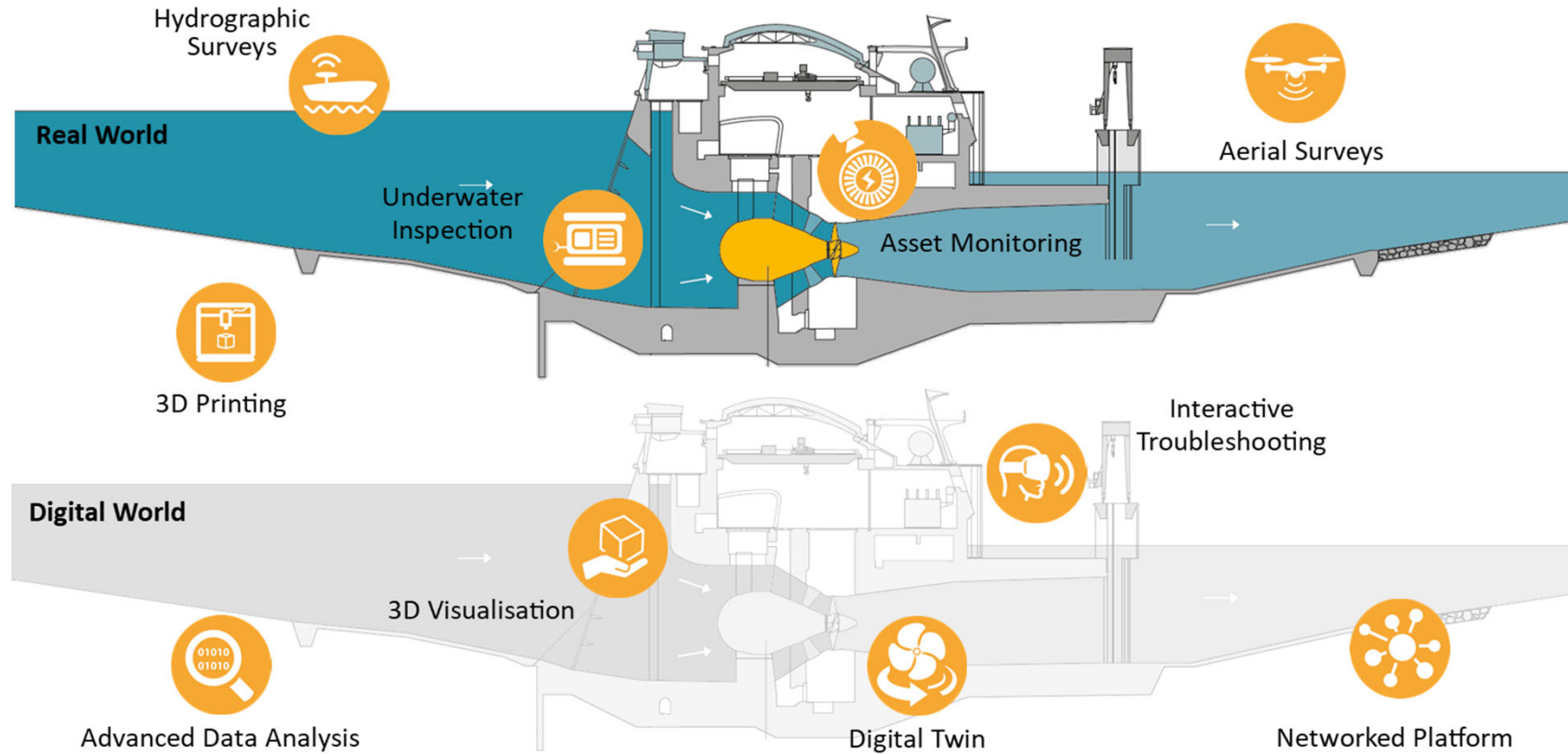
- **Steigender** finanzieller und personeller **Aufwand** durch zunehmende Umfeldanforderungen
- Ohne Gegensteuerung **zunehmendes Risiko** für Erzeugungsverluste, Mindererzeugungen und Abnahmen der Erzeugungswertigkeiten

- Einsatz von **Digitalisierungstools** gegen die **kostensteigernden/erlösmindernden Trends**
- **Anpassung** der Tools auf **Wasserkraftspezifika**

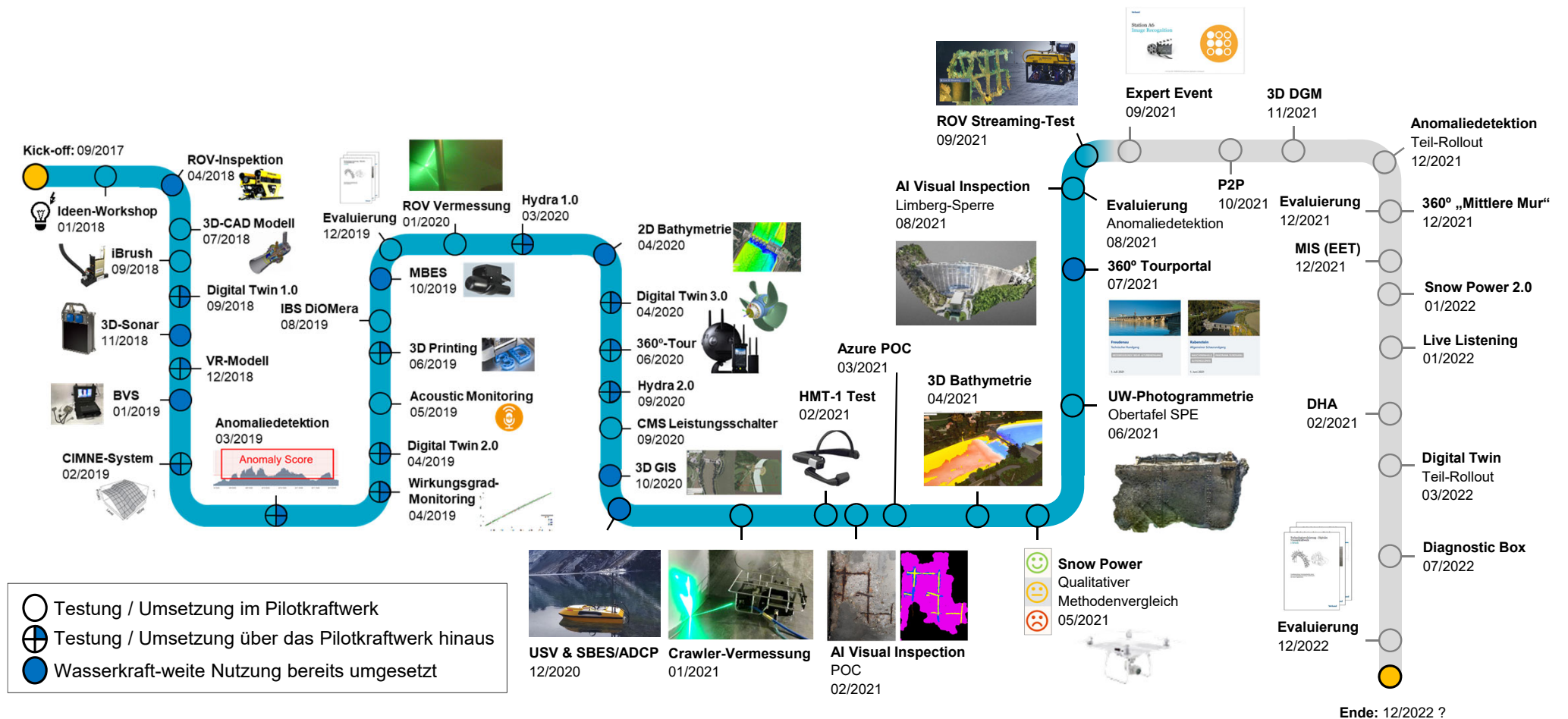


VHP-Rolle: ● Projekt-Owner ● Projektbeteiligung ● Weitere Technologiemasterplan-Projekte ohne VHP

Themenübersicht „Digital Hydro Power Plant“



Bisherige Meilensteine „Digital Hydro Power Plant“



Inhalt

- Digitalisierung in der VERBUND Wasserkraft
- **Sensorik-Konzepte**
- Digitale Inspektionen
- Datenanalysen
- Fazit

Beispiel: Kohlebürsten-Überwachung



Thema: Monitoring für die Zustandsüberwachung (Predictive Maintenance) von Kohlebürsten an laufenden Maschinen



Bürstenbrücke mit Absaugsystem inkl. Überwachung bei Maschine 1 im Kraftwerk Rabenstein

Eckpunkte zum Testsystem

- Permanentes Monitoring und Analyse der Betriebsbedingungen mittels Sensoren auf den Kohlebürsten und Bürstenhaltern
- Kontinuierliche Daten zur Drehzahl der Läuferwelle über einen Geschwindigkeitssensor
- Bürstenbrücke mit integriertem Absaugsystem nach oben

Potenziale

- 24/7-Monitoring der Kohlebürsten
- Frühzeitiges Erkennen von Bürstenfeuern, klemmenden Bürsten
- Überprüfung des und Kenntnis über den Schleifringrundlauf(s)
- Automatisierte elektronische Dokumentation maßgeblicher Betriebsparameter
- Einfacher Datenzugriff

Erkenntnisse/Ergebnisse

- Identifikation von Optimierungsansätzen und Bestätigung technischer Zusammenhänge durch verbesserte Anlagenkenntnis
- Deutlich weniger Verschmutzungen im Schleifringraum sowie der gesamten Generatorkuppel durch das Absaugungskonzept nach oben
- Technische Eignung und Betriebstauglichkeit gegeben, wirtschaftliche Umsetzbarkeit muss im Einzelfall evaluiert werden

Beispiel: Akustisches Monitoring



Thema: Akustisches Überwachungssystem zur Identifikation von Abweichungen vom akustischen Normalzustand einer Maschine



Mikrofonposition beim Regelölbehälter der Maschine 2 im Kraftwerk Rabenstein

Eckpunkte zum Testsystem

- Installation von Sound Recorders und Mikrofonen zur akustischen Überwachung 5 maßgeblicher Anlagenbereiche (Generatorkuppel, Turbinenlager, Leitapparat, Saugrohr-Mannloch, Regelölbehälter)
- Webbasierte Nutzeroberfläche mit einer Vielzahl an Visualisierungs- und Auswertungstools

Potenziale

- Frühzeitige Identifikation potenzieller Betriebsstörungen
- Akustische Überwachung unbesetzter Anlagen
- Eingrenzung/Lokalisierung von Fehlern
- Detektion von Ereignissen an nicht überwachten Anlagenteilen
- Automatische Alarmierung des zuständigen Kraftwerkspersonal
- Optimierung der Serviceeinsätze des Kraftwerkedienstes

Erkenntnisse/Ergebnisse

- Zuverlässige Detektion von Fremdkörpereinträgen und zuverlässiges Erkennen mit akustischen Veränderungen verbundener Störungen
- Generierung eines möglichst umfassenden Maschinen-Fingerabdrucks als kritischer Erfolgsfaktor für einen Einsatz bei Wasserkraftanlagen
- Wirtschaftliche Umsetzbarkeit muss im Einzelfall evaluiert werden

Inhalt

- Digitalisierung in der VERBUND Wasserkraft
- Sensorik-Konzepte
- **Digitale Inspektionen**
- Datenanalysen
- Fazit

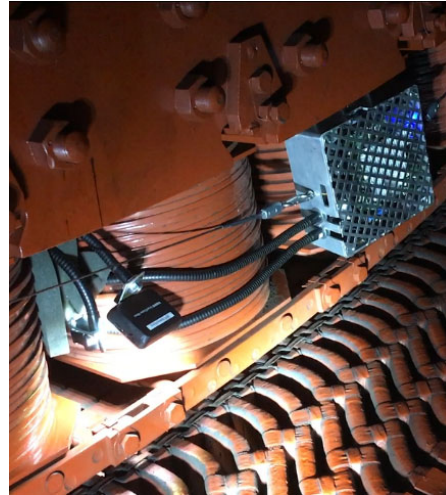


Beispiel: Buckling Visualisation System (BVS)

Thema: Eigenentwicklung eines Systems zur Generatorinspektion mit KI-unterstützter Videoanalyse



Buckling Visualisation System



BVS-Befestigung am Rotor

Eckpunkte zum Testsystem

- Inspektion von Maschinen im kalten und nahezu betriebswarmen Zustand
- Erkennen beginnender Schwachstellen (Abheben von Endzähnen)
- Qualitätsverbesserung von Hardware (Systembefestigung, Lichtquelle, Kamera) und Bildauswertung (mittels künstlicher Intelligenz (KI))

Potenziale

- Früherkennung negativer Veränderungen bei Stator-Blechpaketen
- Vermeidung von Generatorschäden und Erzeugungsverlusten
- Selbstständige und unabhängige Inspektion der Blechpakete
- Vollständige Dokumentation der relevanten Bereiche (Nutaustritt)
- Kostenoptimum durch zuverlässige, flexible, effiziente Inspektionen
- Minimierung von Sicherheitsrisiken

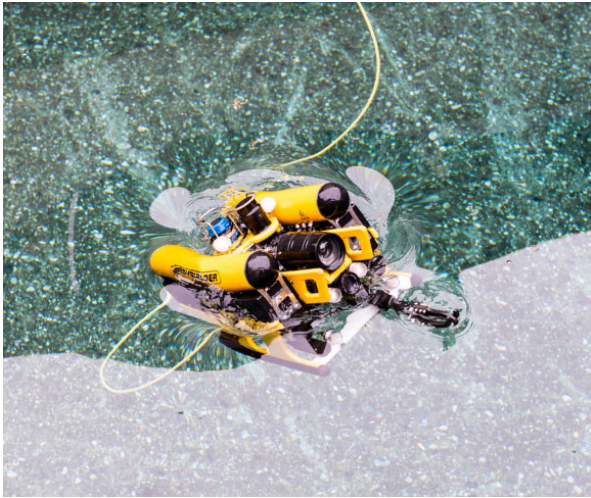
Erkenntnisse/Ergebnisse

- Das BVS befindet sich nach umfangreichen Testungen und Weiterentwicklungen zwischenzeitlich im Volleinsatz (>40 Einsätze)
- Einsatz für Warm- und Kalt-Inspektionen von Rohrturbinen-Generatoren an der Donau
- Erstmalige Inspektion der Antriebsseite im Kraftwerk Greifenstein seit Inbetriebnahme der Maschine (schwierige bauliche Gegebenheiten)



Beispiel: Visuelle Unterwasser-Inspektion

Thema: Entwicklung von TaucherInnen-unabhängigen Lösungen für visuelle Unterwasser-Inspektionen bei Lauf- & (Pump) Speicherkraftwerken



Remotely Operated Vehicle (ROV)



Teleskop-Kamera

Eckpunkte zum Testsystem

- Entwicklung eines ROV-Systems mit Navigationshilfe (Rundscan-Sonar), Positionierungssystem und Unterwasserlaser für Inspektionen/Vermessungen bis in 300 m Tiefe
- Unterwasser-Vermessung von Turbinen- und Stahlwasserbaukomponenten sowie visuelle Inspektionen als Anwendungsfokus

Potenziale

- Erhöhung der Sicherheit (Minimierung von Tauchereinsätzen)
- Höhere Anlagenverfügbarkeit durch zustandsbasierte Revisionszeitpunkte und Minimierung von Trockenlegungen
- Vermeidung von Schäden
- Bessere Kenntnis des Anlagenzustandes (Vertiefung von Expertenwissen)

Erkenntnisse/Ergebnisse

- Visuelle Inspektionen mit aktuellem ROV-System erfolgreich durchführbar (>30 Inspektionen bei Lauf- & (Pump) Speicherkraftwerken))
- Dissertation zur Weiterentwicklung der Unterwasservermessung mit einem Laser-/Kamera-System im Laufen (Hauptziel: 3D-Rekonstruktion von relevanten Stahlwasserbau-Anlagenteilen)

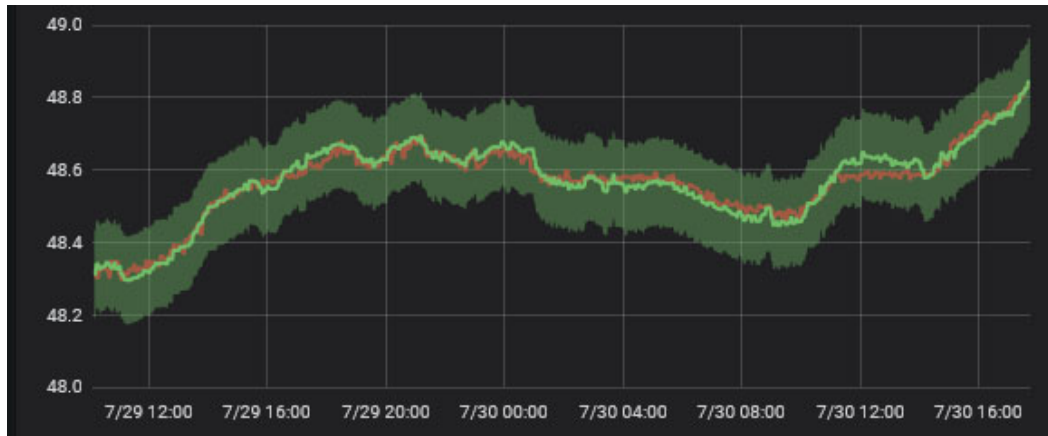
Inhalt

- Digitalisierung in der VERBUND Wasserkraft
- Sensorik-Konzepte
- Digitale Inspektionen
- **Datenanalysen**
- Fazit



Beispiel: Anomaliedetektion

Thema: (Eigen-) Entwicklung von Prozessdaten-basierten Modellen zur Anomalieerkennung in Lauf- & (Pump) Speicher-Kraftwerken



Beispielhafter Dashboard-Auszug zur Live-Analyse von Lagertemperaturen (tatsächlicher & prognostizierter Temperaturwert sowie der erwartete Temperaturbereich)

Eckpunkte zum Testsystem

- Entwicklung datenbasierter Modelle mit Hilfe vergangener und aktueller (Prozess-) Daten, um Abweichungen vom Normalzustand vor Überschreiten der in der Leittechnik implementierten Warn-/ Alarmwerte zu erkennen
- Laufende Zustandsbeurteilung und in weiterer Folge fundierte Entscheidungsgrundlage für die Revisionsplanung als Ziel

Potenziale

- Frühzeitiges Erkennen von Störungen/Vermeidung von Schäden
- Bessere Planbarkeit von Instandhaltungsmaßnahmen
- Punktgenaue, zustandsbasierte Revision von Maschinen
- Erhöhung der Betriebssicherheit
- Interner Know-how-Aufbau im Bereich Datenanalytik
- Unabhängigkeit von Lieferanten bzw. bessere Einschätzbarkeit von am Markt verfügbaren Datenanalyse-Lösungen

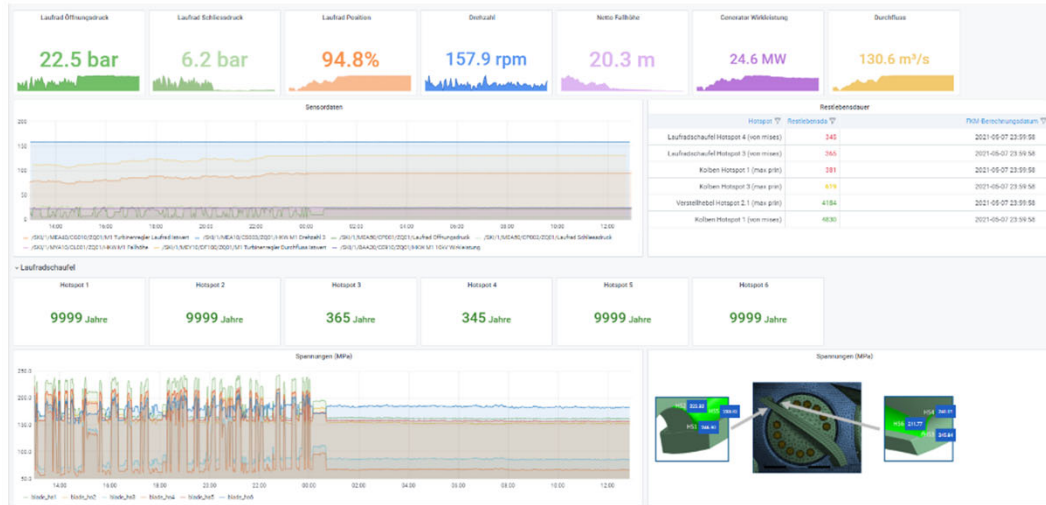
Erkenntnisse/Ergebnisse

- Noch kein Auftreten relevanter Störungen in Bezug auf die Anomaliedetektion im bisherigen Testzeitraum im Pilotkraftwerk Rabenstein
- Abweichungen vom Normalbetrieb (z.B. bei Spülvorgängen) werden eindeutig identifiziert bzw. erfolgreiche Modellprüfung mittels Experimenten
- Messwertschwankungen sehr genau vorhersagbar und zumeist auch Ursachen für die Schwankungen identifizierbar



Beispiel: Digital Twin

Thema: Live-Simulation der Restlebensdauer von hochbelasteten Anlagenteilen in schwer zugänglichen Bereichen (Turbine)



Eckpunkte zum Testsystem

- Prototyp-Entwicklung im Pilotkraftwerk Rabenstein
- Umsetzung der 3. Entwicklungsstufe im Murkraftwerk Krippau
- Laufende Analyse aller betriebsbedingt hoch belasteten Komponenten der kinematischen Kette von Laufrad-Servomotor bis Laufradflügel über in Summe 109 virtuelle Sensoren
- Vollständige Umsetzung auf der IT-Infrastruktur von VERBUND

Potenziale

- Vermeidung von Schäden (Erzeugungsverlusten)
- Bessere Kenntnis des Anlagenzustandes
- Höhere Anlagenverfügbarkeit
- Bessere Planbarkeit von Instandhaltungsmaßnahmen (optimierte Revisionsintervalle)
- Vertiefung von Expertenwissen

Erkenntnisse/Ergebnisse

- Laufende Restlebensdaueranalyse relevanter Maschinenkomponenten liefert plausible Ergebnisse
- Folgen unterschiedlicher Betriebsweisen auf die Restlebensdauer können simuliert werden
- Aus ökonomischer Sicht ist die Umsetzung speziell bei Kraftwerken mit einer größeren Anzahl an vergleichbaren Maschinen interessant

Inhalt

- Digitalisierung in der VERBUND Wasserkraft
- Sensorik-Konzepte
- Digitale Inspektionen
- Datenanalysen
- **Fazit**

Resümee

- **Kontinuierliche Beschäftigung mit weiteren Digitalisierungsmöglichkeiten** zeigt, dass auch die gut ausgereifte und sehr robuste Wasserkraft noch weiter verbessert werden kann
- Digitale **Technologien sind vielfältig und betreffen strategisch wichtige Kernbereiche:**
Optimierung von Betrieb & Instandhaltung der Kraftwerke, neue Arbeitsweisen, Ausbau & Transfer von Know-how, Erhöhung der Anlagen- & Personen-Sicherheit, Umbau- und Neuerrichtung von Anlagen, etc.
- Hebung der **Motivation durch Eigenentwicklungen** und **Steigerung der Unternehmensattraktivität** speziell für junge MitarbeiterInnen
- Zusätzlich zur Expertise in traditionellen Fachbereichen wird **zunehmend IKT- und Datenanalytik-Kompetenz** erforderlich (Berücksichtigung in der Unternehmensorganisation)
- Zentral gesteuerte und weitgehend unbesetzte Kraftwerke sind seit Jahrzehnten Standard, **weitere Automatisierung ist in der Wasserkraft nur mehr bedingt** möglich
- Potenzial wird vor allem in der zunehmend **datenbasierten anstelle der bisher erfahrungsbasierten Planung** von Maschinenrevisionen gesehen