

Herzlich Willkommen

Mit Künstlicher Intelligenz die Nutzungseffizienz von Wasserkraftanlagen erhöhen

Übersicht



1 Leuchtturmprojekt

2 Digitaler Zwilling

3 Lernmethoden in Machine Learning

4 Neuronales Netzwerk

5 Von der Datenbank zum KI-Modell

6 Optimierte Leitrad-Laufrad-Kurve bei Kaplan turbinen

7 Optimiertes Spülprogramm bei Kaplan turbinen

8 KI-gestützte Rechenreinigung

9 Vorbeugende Wartung – KI-unterstützt

10 KI-unterstützte Systemsicherheit

11 KI für Anlagen-/Netzsicherheit

12 Weitere KI-Potenziale in der Wasserkrafttechnik

Familiengeführtes Unternehmen



Wasserkraft



Photovoltaik



Automatisierung



Ladestationen



2012

Gründung

35

Mitarbeiter

Floß

Bayern



1. Wasserkraft - Leuchtturmprojekt

Wasserkraftanlage Schomburg bei Wangen

- Gesamtleistung: **350 kW**
- Turbine: **Kaplan-Schachtturbine** (Ø 1,6 m)
- Generator: **Permanenterregter-Synchron-Generator (PMG)**
- Spannung: **414 V / Drehzahl: 200 min⁻¹ /LPA: < 65 dB**



Besonderheit

Wasserkraftanlage Schomburg bei Wangen

- Zertifiziert nach VDE-AR-N-4110
- Zukunftsweisende Steuerungstechnik für höchste Effizienz
- Setzt neue Maßstäbe im Bereich Ökologie
- Nachhaltigkeit und Umweltschutz



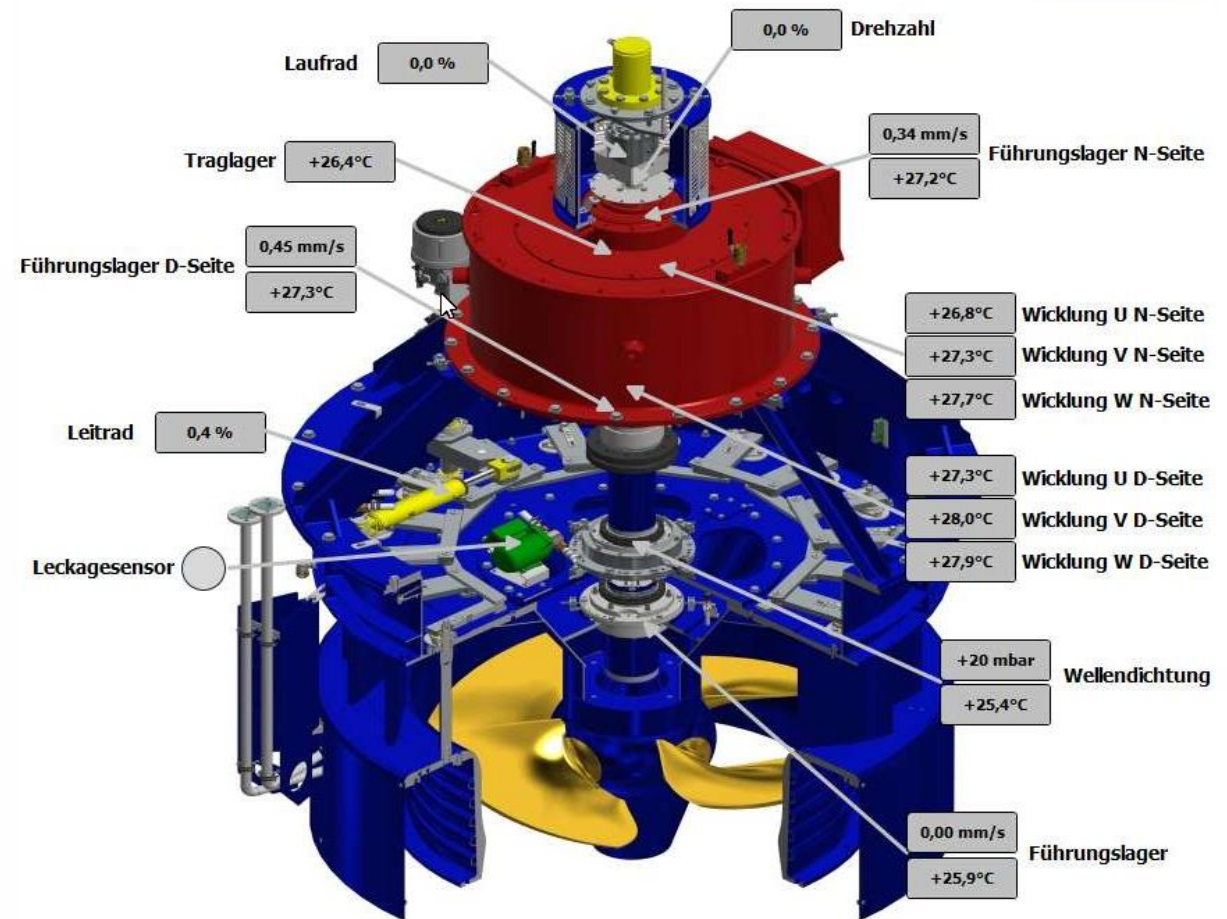
Zertifiziert
VDE-AR-N
4100

Zukunftsweisende Steuerungstechnik

Neue Maßstäbe in Ökologie,
Nachhaltigkeit und Umweltschutz.

> Zertifiziert > Nachhaltig > Intelligent

2. Digitaler Zwilling





3. Lernmethoden in Machine Learning

Überwachtes Lernen

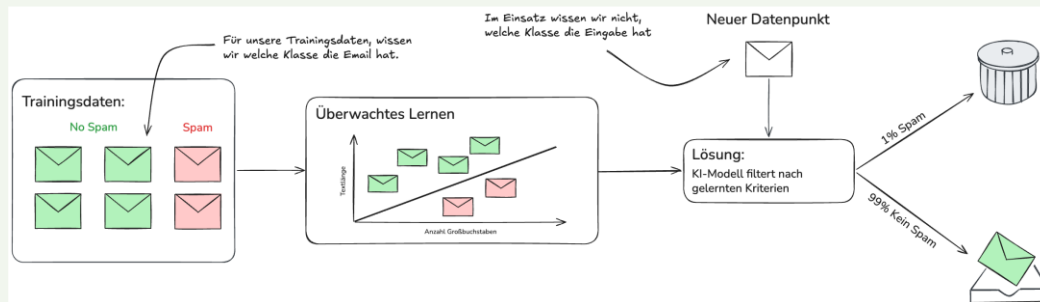
(Supervised Learning)

Prinzip: Training mit gelabelten Daten – richtige Antwort ist bekannt

Ziel: Vorhersagen für neue, unbekannte Daten

Beispiele

- **Klassifikation:** z. B. Spam / kein Spam
- **Regression:** z. B. Ertragsprognose



Unüberwachtes Lernen

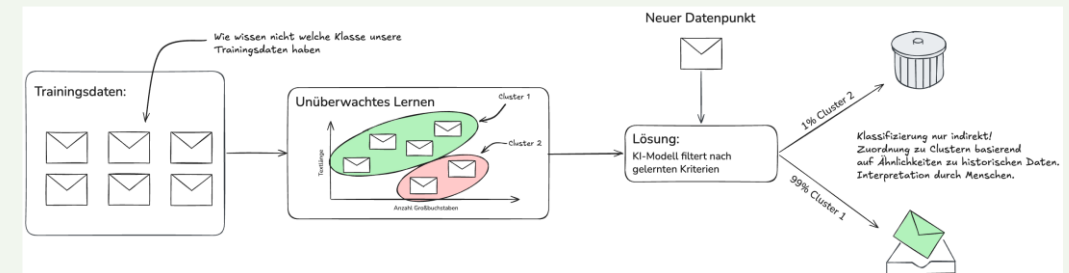
(Unsupervised Learning)

Prinzip: Training ohne Labels – keine richtigen Antworten vorgegeben

Ziel: selbstständig Muster und Gruppen finden

Beispiele

- **Clustering:** ähnliche Daten gruppieren
- **Anomalieerkennung:** z. B. Fehler in technischen Systemen



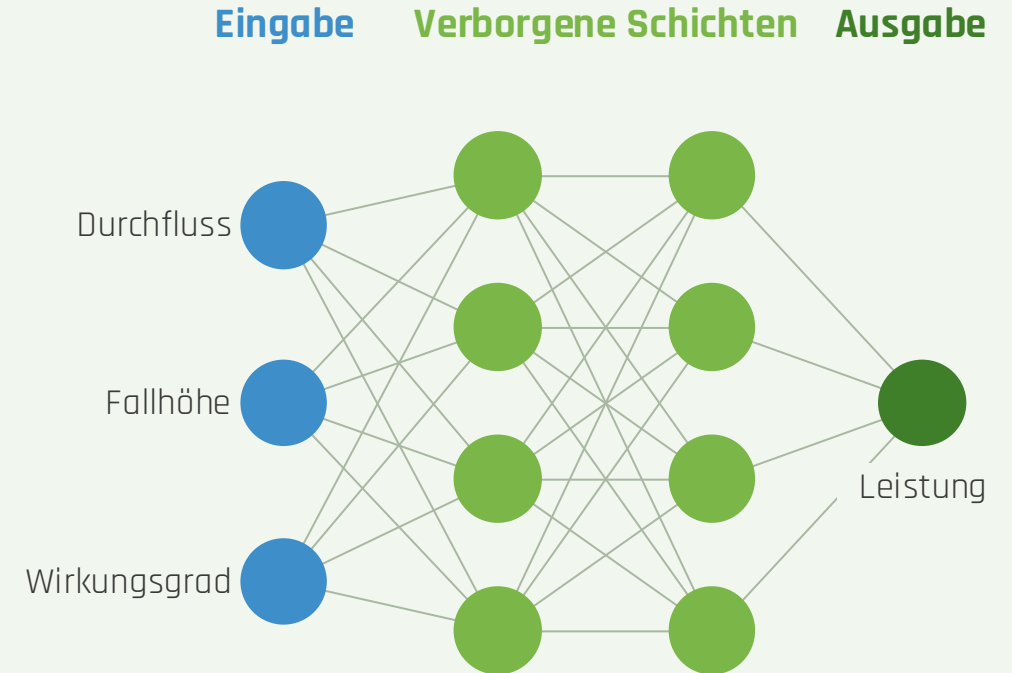


4. Neuronales Netzwerk

Aufbau in drei Schichten

- 1 Eingabe**
Messwerte gehen hinein – z. B. Durchfluss, Fallhöhe, Wirkungsgrad
- 2 Verarbeitung**
Viele „Neuronen“ gewichten und verknüpfen die Werte miteinander
- 3 Ausgabe**
Das Netz liefert ein Ergebnis – z. B. Leistungsprognose oder Warnung

Lernen: Liegt das Netz daneben, werden die Gewichte nachjustiert – mit jedem Beispiel wird es genauer, ähnlich wie Erfahrung beim Menschen.



Jede Linie ist ein Gewicht – genau diese Werte werden beim Training angepasst.



5. Von der Datenbank zum KI-Modell

Der Weg zum Modell

- Daten sammeln und aufbereiten
- Modell trainieren oder feinabstimmen
- Ergebnis prüfen und in Betrieb nehmen
- **Rückkopplung:** Modell wird im Betrieb laufend besser

Rückkopplung: Neue Betriebsdaten fließen zurück in die Datenbank – das Modell lernt ständig dazu und die Ergebnisse werden immer besser.



6. KI-optimierte Leitrad-Laufrad-Kurve

bei Kaplan turbinen

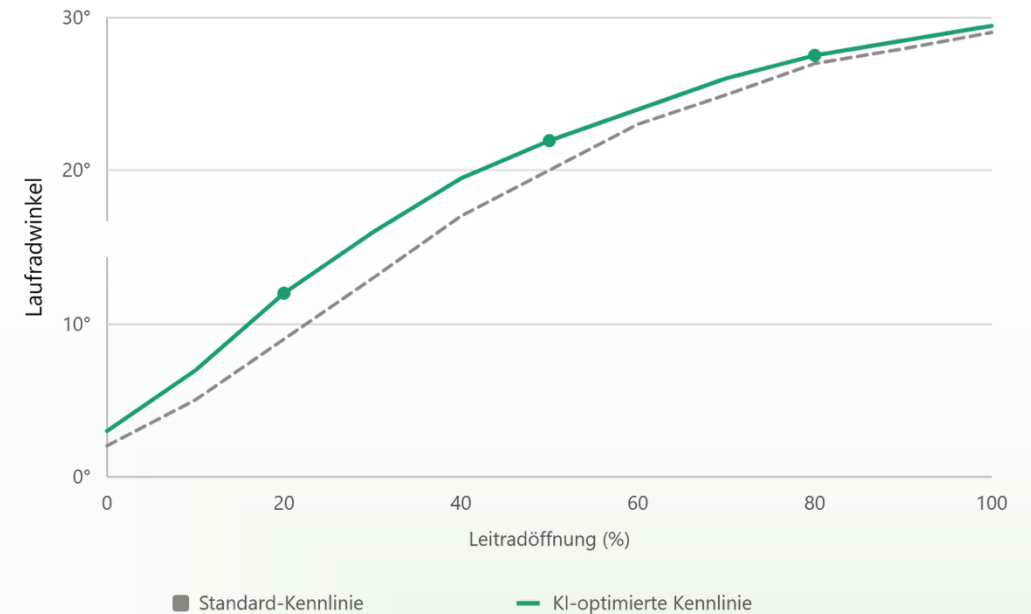


Messprinzip

- Differenzdruck in der Einlaufspirale (Innen-/Außenkurve)
- **Gleicher Differenzdruck** = gleicher Volumenstrom

Ansatz

- Leitrad-/Laufradstellung mit bestem Wirkungsgrad je Betriebspunkt finden



Mehrwert KI: dynamische Kurve statt starrer Kennlinie – maximaler Wirkungsgrad im gesamten Betriebsbereich

7. KI-optimiertes Spülprogramm

bei Kaplan turbinen



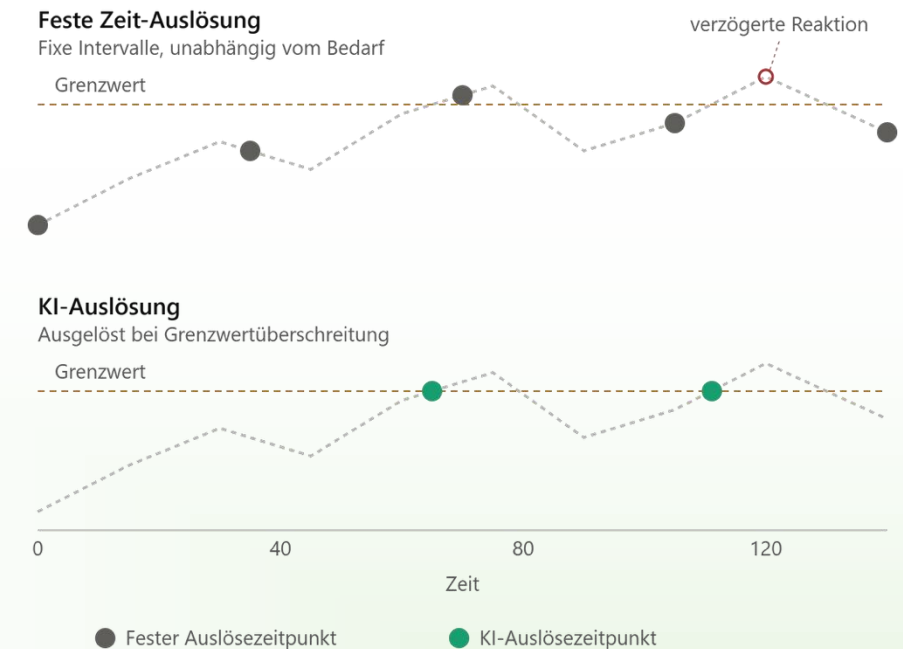
Eingesetzte Sensorik

- Schwingungssensoren
- Leitrad-/Lauf radstellung
- Fallhöhe

Bisher vs. jetzt

- **Bisher:** rein zeitgesteuerte Spülung
- **Jetzt:** KI löst Spülung bedarfsgerecht aus

Nutzen: weniger Spülvorgänge, schnellere Reaktion, weniger Verschleiß und Energie



8. KI-gestützte Rechenreinigung

bei Grundeisbildung

In drei Schritten

- **1 Sensorik:** Differenzdruck, Temperatur, Wetter, Kamera
- **2 KI-Modell:** berechnet das Risiko für Grundeis
- **3 Steuerung:** hohes Eisrisiko → häufigere Reinigung

Ergebnis: vorausschauende statt reaktive Rechenreinigung



1 Datenerfassung (Sensorik)

Differenzdruck-/Wasserstandssensoren vor/hinter dem Rechen
Wassertemperatur (Grundeis ab knapp über 0 °C)
Wetterdaten – Temperatur, Luftfeuchte, Wind (API)
Kamera zur optischen Eiserkennung + Durchflussmenge

2 KI-Modell zur Vorhersage

Klassifikationsmodell
(z. B. Random Forest) → Wahrscheinlichkeit für Grundeisbildung
Bilderkennung (CNN)
bei vorhandener Kamera
Zeitreihenmodell (LSTM) → prädiktive statt reaktive Steuerung

3 Steuerungslogik

Hohes Eisrisiko → häufigere Reinigungstakte
Optional: adaptive Regelung
nach Differenzdruck und Wetterprognose

9. Vorbeugende Wartung mit KI



Bisher

- Wartung nach festem Plan

Das Problem

- Oft zu früh gewartet
- Oder: Schäden bleiben unentdeckt

Mit KI

- Wartung nach tatsächlichem Zustand

Kurz gesagt: rechtzeitig warten, aber nicht öfter als nötig

1 Klassisches Prinzip

Wartung nach festem Plan – unabhängig vom tatsächlichen Zustand
Inspektion, Reinigung/Schmierung, Austausch von Verschleißteilen
Intervalle nach Herstellerangaben oder Erfahrungswerten



! Die Grenze dieses Ansatzes

Es wird oft gewartet, obwohl (noch) kein Bedarf besteht
Oder: ein Problem bleibt bis zum nächsten Termin unentdeckt



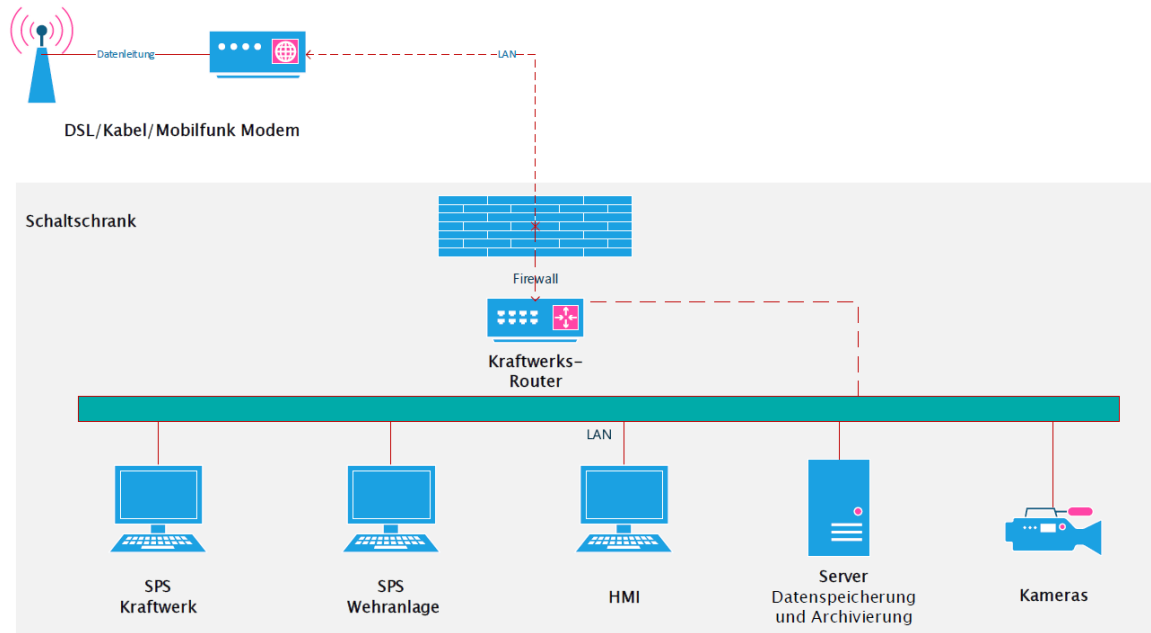
✓ Der Mehrwert durch KI

KI analysiert laufend die tatsächlichen
Betriebs- und Sensordaten

Wartung passgenau statt starr getaktet
– rechtzeitig, aber nicht öfter als nötig

10. KI für Systemsicherheit

KI für Cybersicherheit (IT-Systeme)



Grundprinzip: KI lernt das normale Verhalten und schlägt bei Abweichungen Alarm
(Thema: IT-Sicherheit in MVO (EU) 2024/1230)



Anomalieerkennung

KI lernt normales Verhalten, schlägt bei Abweichungen Alarm



Intrusion Detection/Prevention

Erkennt Angriffe frühzeitig (DDoS, Malware, unautorisierte Zugriffe)



Predictive Threat Intelligence

Sagt mögliche Angriffsvektoren voraus



Automatisierte Reaktion

Leitet bei erkannten Bedrohungen automatisch Gegenmaßnahmen ein



Schwachstellenanalyse

Durchsucht Code/Konfigurationen nach Sicherheitslücken

Beispiel: Öffentliche IP-Adressen im Suchradar



SHODAN

Explore

Downloads

Pricing

s7-300 country:"DE"

TOTAL RESULTS

104

TOP CITIES

Nürnberg	29
Frankfurt am Main	23
Düsseldorf	12
Berlin	7
Falkenstein	7

More...

TOP PORTS

161	100
443	3
502	1

More...

TOP ORGANIZATIONS

netcup GmbH	26
Contabo GmbH	20
Hetzner Online GmbH	13
Telekom Deutschland GmbH	7
139.162.0.0/16	3

More...

View Report

View on Map

Advanced Search

Product Spotlight: Free, Fast IP Lookups for Open Ports and Vulnerabilities using [InternetDB](#).

46.38.231.41

netcup GmbH

Germany, Nürnberg

SNMP:

Description: Siemens, SIMATIC, S7-300

Versions:

1

3

Engineid Format: octets

Engine Boots: 2

Engineid Data: 80004fb080566306230332303330386235000194c0

Enterprise: 20408

Engine Time: 11:58:30

Enterprise Name: pysnmp

162.55.47.125

static.125.47.55.162.clients.your-ser-ver.de

Hetzner Online GmbH

Germany, Falkenstein

SNMP:

Description: Siemens, SIMATIC, S7-300

Versions:

1

3

Engineid Format: octets

Engine Boots: 2

Engineid Data: 80004fb080566613732613839323066313100011800

Enterprise: 20408

Engine Time: 6:10:07

Enterprise Name: pysnmp

49.12.83.81

static.81.83.12.49.clients.your-serve.r.de

Hetzner Online GmbH

Germany, Falkenstein

SNMP:

Uptime: 1

Description: Siemens, SIMATIC, S7-300

Service: 72

Versions:

1

3

Engineid Format: octets

Contact: Corporate IT

Engine Boots: 2

Engineid Data: 80004fb080532326131383331336362346500019c00

Enterprise: 20408

Objectid: 0.0

Engine Time: 9:22:17

Enterprise N...

11. KI für Anlagen- und Netzsicherheit

für Energieanlagen



Was KI leistet

- Ausfälle erkennen, bevor sie sicherheitsrelevant werden
- Kritische Netzzustände früh erkennen
- Backup-Systeme bei Störungen intelligent steuern
- Eingriffe vorab im digitalen Zwilling simulieren

Ziel: Risiken erkennen, bevor sie kritisch werden



Predictive Maintenance

Sensordaten erkennen Ausfälle, bevor sie sicherheitsrelevant werden



Zustandsüberwachung

Kontinuierliche KI-Analyse erkennt Abweichungen frühzeitig



Netzstabilität

KI optimiert Lastverteilung und erkennt kritische Zustände frühzeitig



Redundanzmanagement

Intelligente Steuerung von Backup-Systemen bei Störungen



Digitale Zwillinge

Simulation von Systemzuständen zur Risikobewertung vor realen Eingriffen

12. Weitere KI-Potenziale

in der Wasserkrafttechnik



Ausblick

- Zufluss und Ertrag vorhersagen
- Kavitation früh erkennen
- Fische erkennen und schützen
- Bauwerke per Drohne inspizieren
- Hochwasser vorausschauend steuern

Fazit: KI macht Wasserkraft effizienter, sicherer und ökologischer



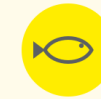
Zufluss- und Ertragsprognose

Vorhersage von Pegel, Niederschlag und Schneeschmelze für optimierte Einsatzplanung



Kavitationserkennung

Akustik-/Vibrationssensoren erkennen beginnende Kavitation vor sichtbaren Schäden



Fischschutz

Kamerabasierte Fischerkennung und KI-gesteuerte Turbinen-/Wehrsteuerung



Visuelle Inspektion

Drohnenbefliegung mit Bilderkennung für Risse an Staumauer, Wehr, Turbinengehäuse



Hochwasser- und Wehrmanagement

Vorhersagemodelle gekoppelt mit automatisierter Wehrsteuerung

NATUR-ENERGIETECHNIK GMBH

NELKENSTRASSE 6 92685 FLOß



 +49 (0) 9603 3368 - 0

 info@natur-energietechnik.de



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**

Fragen & Diskussion