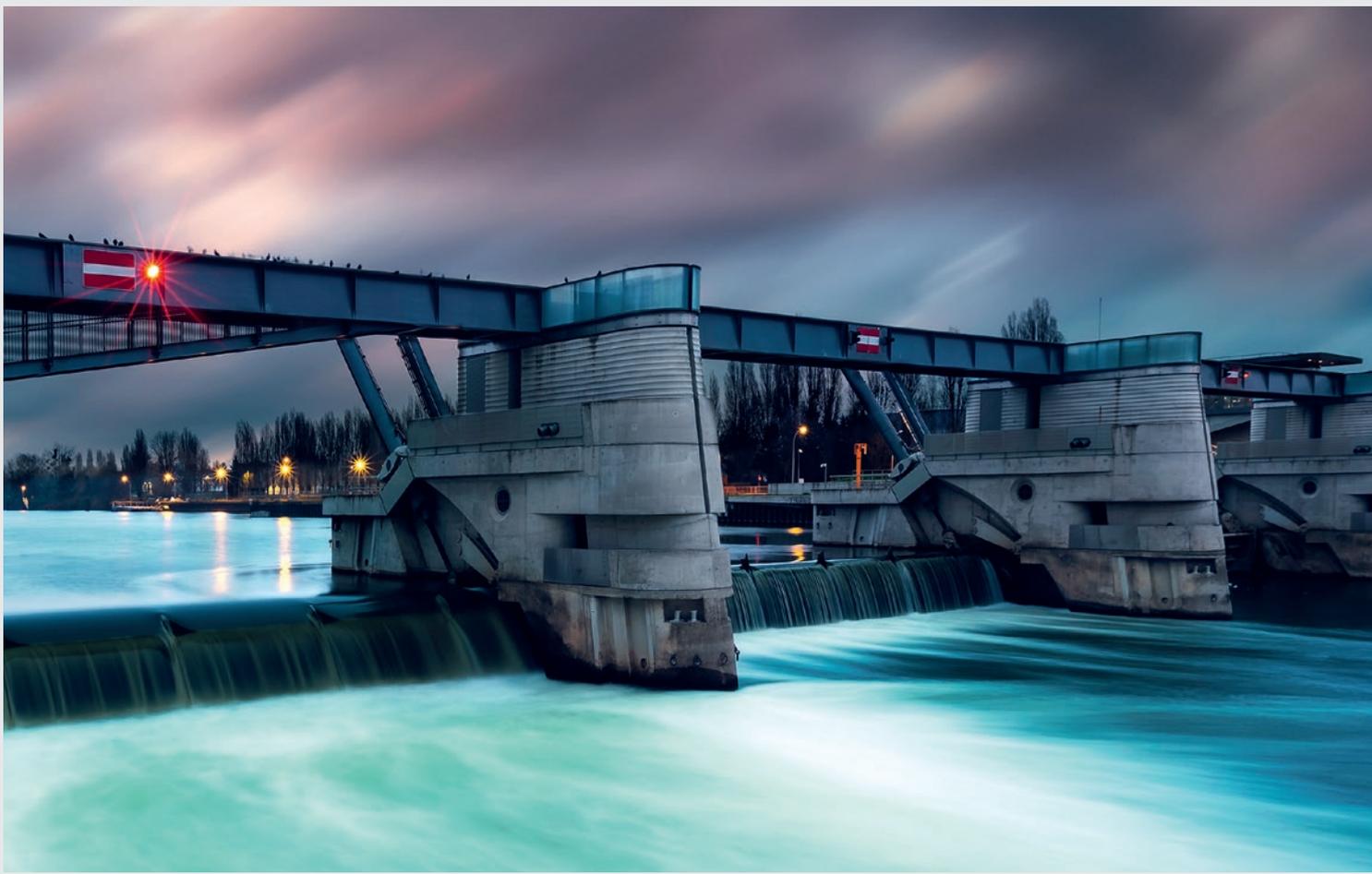


# ENERGIE- UND AUTOMATISIERUNGSTECHNIK FÜR WASSERKRAFTWERKE VON DER KONZEPTION BIS ZUR REALISIERUNG





## UNSERE ERFAHRUNG IST IHRE SICHERHEIT

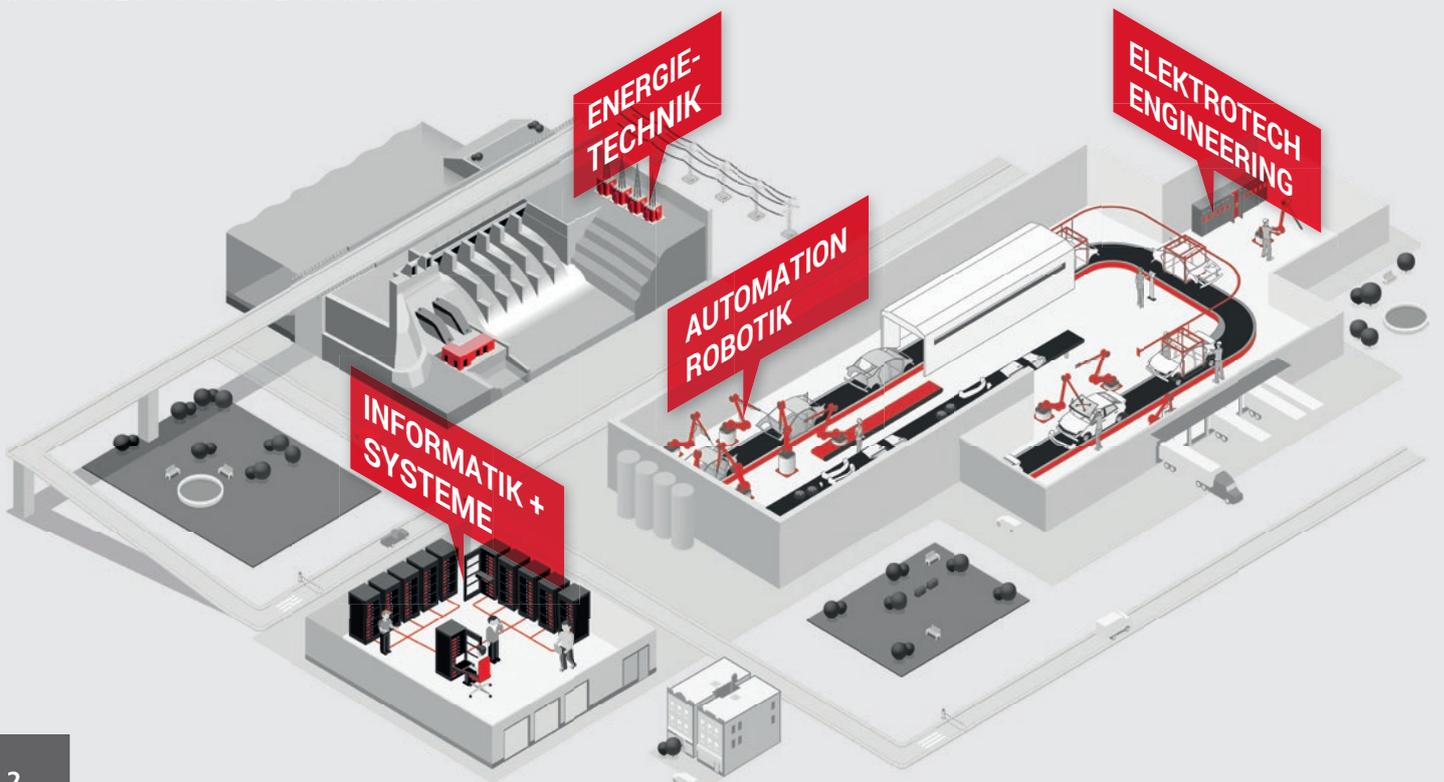
Die **F.EE-Unternehmensgruppe** gehört mit derzeit rund 1.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern zu den deutschen Marktführern in der Fertigungs- und Automatisierungstechnik.

Das Unternehmen ist auf den weltweiten Wachstumsmärkten der Investitionsgüterindustrie, des Energiesektors sowie der Engineerings- und Servicedienstleistung engagiert und bietet mit den vier Geschäftsbereichen Elektrotech Engineering, Automation Robotik, Informatik+Systeme und Energietechnik sehr erfolgreich maßgeschneiderte Lösungen und individuell an die Anforderungen der Kunden angepasste Produkte und Dienstleistungen an. Die Geschäftsbereiche operieren in der Regel unabhängig voneinander am Markt. Neben der weltweiten Automobil- und Zulieferindustrie zählen mittelständische

Unternehmen der unterschiedlichsten Branchen sowie Energieversorger, Kommunen und Kraftwerksbetreiber zum F.EE-Kundenkreis.

Modernstes technisches Equipment, Kompetenz, Flexibilität und langjähriges Know-how zählen zu den Stärken der F.EE-Unternehmensgruppe. Im Bereich der Wasserkraft arbeiten rund 30 Mitarbeiter.

F.EE verfügt seit 2006 über ein hochmodernes Schaltschrankfertigungszentrum in Neunburg vorm Wald: Auf einer Fläche von mittlerweile insgesamt 8.500m<sup>2</sup> werden jährlich ca. 4.000 lfd. Meter Schaltschränke (Reihenschränke, Einzelschränke, Steuerpulte, Kommandokästen und Klemmkästen) montiert, verdrahtet und geprüft.





# WASSERKRAFTTECHNIK – EIN GESCHÄFTSBEREICH DER F.EE-UNTERNEHMENSGRUPPE

## FLEXIBEL

Wir passen uns an Ihre Gegebenheiten an.

## INNOVATIV

Für Ihre besonderen Anforderungen  
finden wir neue Lösungen.

## NACHHALTIG

Gemeinsam für nachhaltige Anlagen  
zur Energiegewinnung.

Unabhängig von der Größe des Wasserkraftwerks und vom Turbinentyp realisieren wir mit erprobter Steuerungstechnik hohe Wirkungsgrade. Durch den Einsatz von zuverlässiger Steuer- und Regeltechnik gewährleisten wir eine hohe Verfügbarkeit. Ausfallsicherheit, Fernwartung und Störungsprotokollierung sind Anforderungen, die wir mit Hilfe von SPS-Steuerungen und benutzerfreundlichen Bedienpanels oder PC-Visualisierungen sicherstellen.

F.EE realisiert für Kleinwasserkraftwerke Kompaktsysteme (Schalt- und Steuerungstechnik inkl. Kompensation und Hydraulik). Für alle weiteren Kraftwerke liefern wir neben den Steuerungsanlagen Hydraulikaggregate von der Kompaktlösung bis zur redundanten Ausführung für große Anlagen. Durch den Einsatz von hochwertigen Standardkomponenten aus dem Kraftwerksbereich (Siemens: SIPROTEC, S7, ABB: Unitrol, Syn 5 usw.) ist eine langjährige Ersatzteilversorgung gesichert.

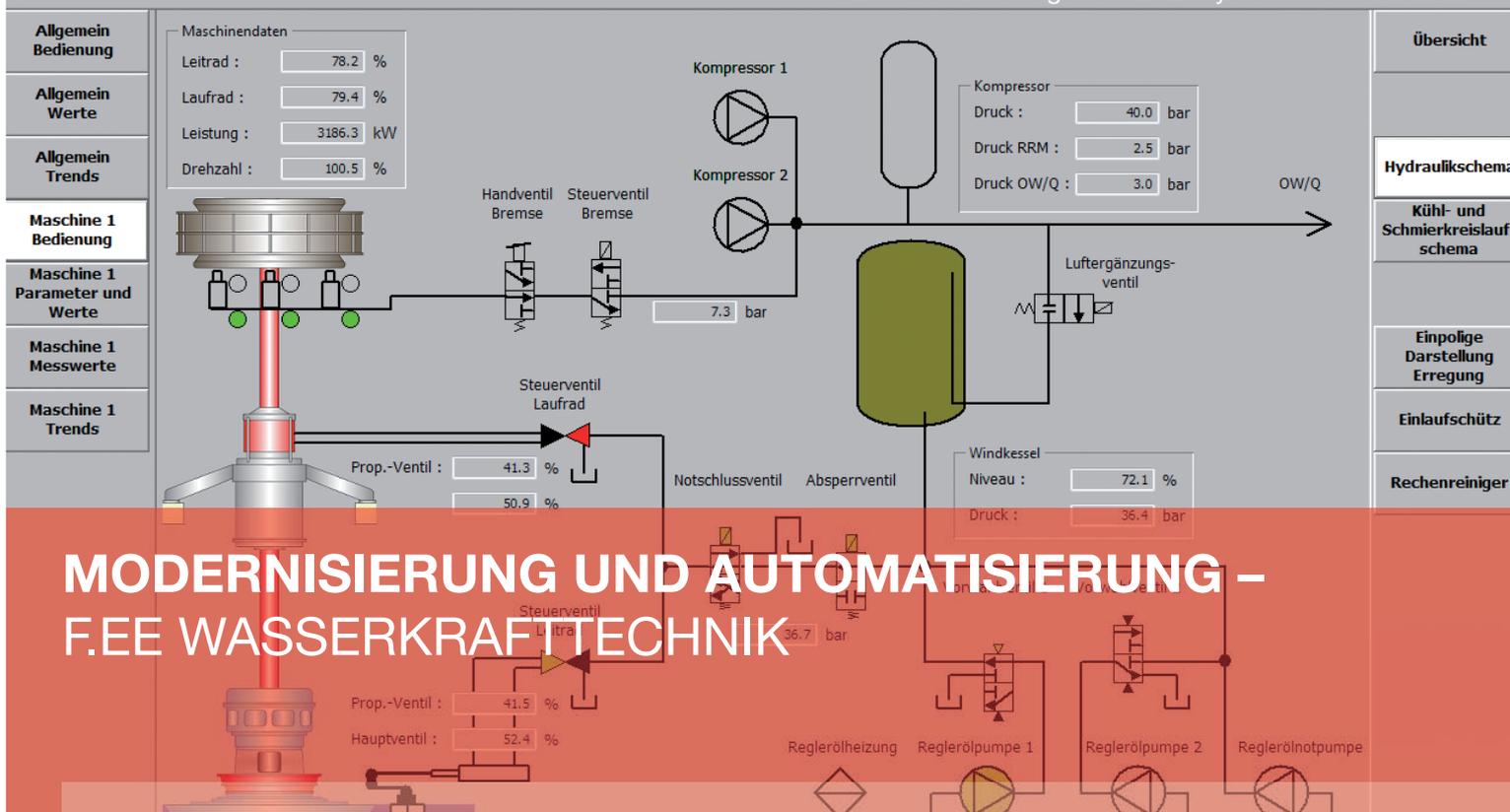
Der Qualitätsanspruch im Hause F.EE ist sehr hoch. Die komplette Steuerungstechnik (Schaltschrank, Hardware und Software) wird vor der Auslieferung einer intensiven Funktionsprüfung im Prüffeld am Simulator unterzogen. Soweit als möglich sieht unser Steuerungskonzept standardisierte und vorkonfektionierte Steuerleitungen vor; dies reduziert die Montagezeiten erheblich.



**1.000 MITARBEITER –  
175 MIO. EUR UMSATZ**

# INHALT

- Modernisierung und Automatisierung –  
F.EE Wasserkrafttechnik .....Seite 5
- F.EE – Ihr zuverlässiger Partner .....Seite 6
- Realisierte Projekte – Unsere Referenzen .....Seite 7
- BEW – Wehranlagen am unteren Lech  
und an der oberen Donau .....Seite 8
- Statkraft Markets GmbH – Wahnhausen und Werrawerk .....Seite 9
- LLK – Lister- und Lennekraftwerke .....Seite 10
- RWE – Saarkette und Eifelkraftwerke.....Seite 11
- Kraftwerke mit besonderen Eigenschaften .....Seite 12
- Kleinstkraftwerke.....Seite 13
- Internationale Kraftwerke .....Seite 14
- Philosophie.....Seite 15



# MODERNISIERUNG UND AUTOMATISIERUNG – F.EE WASSERKRAFTTECHNIK

## Anforderungen an die neue Wasserkraft-Leittechnik:

- Personen- und Anlagenschutz
- Leistungsoptimierung des Wasserkraftwerks
- Ausfallsicherheit, Verfügbarkeit
- Langlebigkeit und Ersatzteilbeschaffung der Komponenten
- Erfüllung der gesetzlichen Auflagen WWA (Mindestwasserstand, -abgabe etc.), EEG
- Aufzeichnung und Archivierung der Daten
- Bedienung und Überwachung von der Ferne

## Verfügbarkeit und Ausfallsicherheit:

- Einsatz industrieller Standardkomponenten
- Lange Ersatzteilverfügbarkeit
- Rückfall in die tiefere Automatisierungsebene

## Wasserkraft Turbinenregler:

- Umbau auf digitalen Turbinenregler mit Hydraulik
- Redundante Drehzahlüberwachung
- Unabhängige Sicherheitsauslösung
- Softwareregler in der Maschinen-SPS
- Messwertaufnahme und Ansteuerung der Turbine
- Integration in Maschinensteuerung möglich

## Wasserstands- und OW/Q-Regler:

- Mehrschleifige Regler und Störaufschaltung
- Einfache oder redundante Pegelerfassung
- Öffnungs- und Durchflussberechnung
- Freie Sollwert- und Grenzwertvorgabe
- Einbindung zur Übersicht und Bedienung aller Stellorgane (Turbine, RRM, Stauklappe, Grundablass etc.)

## Überwachungen:

- Generatorwicklungen, -lager (Temperatur und Schwingungen)
- Turbinenlager
- Drücke und Durchflüsse, Öltemperaturen
- Einstellung der Grenzwerte (Warnung, Gefahr)
- Mechanischer Schutz
- Elektrischer Schutz

## Überwachung und Bedienung durch Ferneinwahl in das Wasserkraftwerk:

- Ferneinwahl per Fernsteuersoftware
- Identische Bedienung wie am Schaltschrank
- Via VPN-Zugang über das Internet (auch z. B. im Internetcafé)
- Über PC, Notebook
- Über Smartphone von unterwegs (iPad, iPhone, Android)

## F.EE – IHR ZUVERLÄSSIGER PARTNER

# PROFITIEREN SIE VON ÜBER 30 JAHREN ERFAHRUNG UND VIELEN REALISIERTEN PROJEKTEN.

### UNSERE STÄRKEN

- Planung und Fertigung in Deutschland
- Komponenten namhafter Hersteller (Industriestandard, z. B. Siemens, ABB, Rittal, Phönix, Wago, Janitza)
- Kurze Lieferzeiten durch hohe Standardisierung
- Langjährige Ersatzteilbeschaffung (bis zu 20 Jahre)
- Kundenorientierte Lösungen
- Online-Service (Fernwartung)
  - zur Unterstützung bei der Optimierung, Bedienung bei Störungen
  - keine langen Anfahrtszeiten (Kostensparnis)
- Redundante Steuerungen für hohe Verfügbarkeit (z. B. für jede Turbine eine separate SPS)
- Generalunternehmer
- Kompetente Ansprechpartner
- Beratung, Entwicklung, Konstruktion, Planung, Montage, Inbetriebnahme
- Zertifizierung nach ISO 9001:2008 und ISO 14001: 2004  
Qualitätsmanagement, Umwelt- und Sicherheitsmanagement
- 30 Jahre Erfahrung in der Wasserkraftwerkstechnik
  - spezialisiertes Personal: z.B. Programmierer, Konstrukteure, Schaltschrankbauer
  - Anlagenspezifische Lösungen durch konsequente Projektierung
- Langjährige Erreichbarkeit unserer Mitarbeiter/Ansprechpartner



## REALISIERTE PROJEKTE – UNSERE REFERENZEN

F.EE – WASSERKRAFT realisierte bisher mehr als 300 Wasserkraftprojekte unterschiedlichster Größenordnung.

- **Kundenkreis**  
Privatpersonen, Baufirmen, Stadtwerke und Energieversorgungsunternehmen (EVUs)
- **Kraftwerkstypen**  
Laufwasser- und Speicherkraftwerke bis hin zu Pumpspeicherkraftwerken
- **Turbinentypen**  
Wasserrad, Durchströmturbinen, Francis-/Kaplan-Turbinen, Pelton-Turbinen
- **Generatoren**  
Synchron-, Asynchron-, Permanent- oder drehzahlvariable Generatoren
- **Realisierungsspektrum**  
Von 5 kW bis in den zweistelligen MW-Bereich

BAYERISCHE ELEKTRIZITÄTSWERKE GMBH | Bayerische Landeskraftwerke GmbH | BETRIEBE DER STADT MÜLHEIM AN DER RUHR | Block-Gruppe Friedrich-Georg | E.ON THÜRINGER ENERGIE AG | E.ON Wasserkraft GmbH | ELEKTRIZITÄTSWERK SCHWANDORF GMBH | Elektrizitätswerk Wörth an der Donau Rupert Heider & Co KG | ENBW KRAFTWERKE AG | Enercon GmbH | ENVIA THERM GMBH | FWA Dienstleistungen | HARZWASSERWERKE GMBH | HGvW Wasserkraftanlagen GmbH & Co. KG | HSI HYDRO ENGINEERING GMBH | Hydro-Energie Roth GmbH | KARL GMBH & CO. KRAFTWERKE KG | Kochendörfer Wasserkraftanlagen Turbinen-Maschinenbau e.K. | KRAFTWERK AM HÖLLENSTEIN AG | Lister und Lennekraftwerke GmbH | RAPPL WASSERKRAFT GMBH & CO. KG | Regionalwerk Toggenburg AG | ROBERT BOSCH GMBH | RWE Power AG | STADTWERKE MÜNCHEN SERVICES GMBH |

## PROJEKTE

Stadtwerke Passau GmbH | STATKRAFT MARKETS GMBH | Thurkraftwerk AG | Wasserkraftwerke Murg Breitwies Schlechtau GmbH & Co. KG | Wupperverband



## BEW – WEHRANLAGEN AM UNTEREN LECH UND AN DER OBEREN DONAU

F.EE hat in der Zeit von 2007 bis 2013 für die Bayerischen Elektrizitätswerke am unteren Lech sowie an der oberen Donau an insgesamt zehn Wehranlagen, in der Summe 30 Wehrfelder mit jeweils einer Segment-schütze mit aufgesetzter Wehrklappe, die Elektrotechnik erneuert. BEW betreibt die Oberen-Donau-Wasserkraftwerke, die im Besitz der Obere-Donau AG sind, und die Unteren-Lech-Wasserkraftwerke, welche zur Rhein-Main-Donau AG gehören.

Diese Wehre werden mit je einem Windwerk links und rechts angetrieben. Dabei überträgt jeweils eine gemeinsame Kette die Verstellung auf Segmentschütz und aufgesetzte Wehrklappe. Die ehemals mit elektrischer Welle angetriebenen Windwerke werden nun über Gleichlaufregelung und Frequenzumrichter verstellt.

Die extrem hohe Verfügbarkeit der Wehranlagen wird vor allem durch Bypasssteuerung der Antriebe sowie durch Ringtopologie des Kommunikationsnetzwerkes und durch von beiden Ufern sternförmig eingespeiste Stromversorgungen erreicht.

### Technische Daten:

Je Wehranlage drei Felder mit einem maximalen Durchfluss von 500 bis 700 m<sup>3</sup>/s.



Abb. 1: Wehrsteuerung



Abb. 2: Windwerk Wehr



## STATKRAFT MARKETS GMBH – WAHNHAUSEN UND WERRAWERK

Kraftwerk Wahnhausen liegt wie die Schleuse am Fuldaweher Wahnhausen. F.EE modernisiert die komplette Automatisierung und E-Technik im Kraftwerk Wahnhausen. Besonders interessant ist dabei die Erneuerung der Leistungselektronik, der Regelungstechnik und der statischen Erregung bei Erhalt der bestehenden Strom- und Spannungstrafo sowie die hohe Verfügbarkeit dieser neuen statischen Erregereinrichtung.

### Technische Daten Wahnhausen:

Eine 4 MW Kaplan-Schachtturbine treibt über direkt gekoppelte vertikale Welle eine statisch erregte Synchrondrehstrommaschine an.

F.EE liefert kurzfristig für das Werrawerk bei Hannoversch Münden den neuen OW/Q-Regler nach Umbau der Wehranlage und erstellt die Kommunikation zur bestehenden Kraftwerkssteuerung. Die Anbindung an die bestehende Fernwirkanlage erfolgt über das Fernwirkprotokoll nach IEC 60870-5-104.

### Technische Daten Werrawerk:

Die Kraftwerksleistung von 2,6 MW wird von drei Kaplan-S-Turbinen über Getriebe an drei Synchrondrehstrommaschinen übertragen.

Zwei neue Wehrfelder mit jeweils einer hydraulisch betätigten Segmentschütze mit aufgesetzter Wehrklappe dienen der Stauhaltung bei Über- bzw. Hochwasser.



Abb. 3: Dezentrale E/As an den Kühlkreisläufen im WKW Wahnhausen



Abb. 4: Statische Erregung WKW Wahnhausen





## RWE – SAARKETTE UND EIFELKRAFTWERKE

FEE hat von 2005 bis 2011 bei der RWE Power AG für die Teil-Komponenten-Erneuerung (TKE) Saar als Generalunternehmer – mit Ausnahme der Mittelspannungsschaltanlagen – die komplette E-Technik sowie die Schmier- und Regelaggregate der Turbinen erneuert.

### Technische Daten Saarkraftwerke:

7 WKWs mit einer Leistung von 1,4 bis 12 MW, insgesamt zwölf Maschinensätze, alles Kaplan-Rohrturbinen, davon 8 direkt gekoppelte Bulb-Generatoren sowie 4 Maschinen mit Getriebe.

FEE hat von 2009 bis 2013 bei den Eifelkraftwerken wiederum als Generalunternehmer – mit Ausnahme der Mittelspannungsschaltanlagen – die komplette E-Technik sowie die Schmier- und Regelaggregate der Turbinen erneuert.

### Technische Daten Eifelkraftwerke:

5 WKWs mit der Leistung von 0,7 bis 16 MW, mit Fallhöhen von 100, 60, 40, 7 und 5 Meter, insgesamt 7 Maschinensätze, davon 5 Francis-Spiral-turbinen und 2 Kaplan-Rohrturbinen.



Abb. 7: Turbinenkeller



Abb. 8: Gleichstromverteilung



Abb. 9: Steuerungsanlage WKW Schwammenauel



(mit freundlicher Genehmigung der Elektrizitätswerke Mittelbaden)

## KRAFTWERKE MIT BESONDEREN EIGENSCHAFTEN

F.EE entwickelt für die ersten vier beweglichen sowie für die ersten vier mit permanent erregten Bulb-Generatoren ausgerüsteten Anlagen die Leittechnik. Diese Anlagen wurden hauptsächlich in Baden-Württemberg und in der Schweiz realisiert. Die Überströmung des beweglichen Kraftwerks fordert neue Lösungen in der Überwachung der Sensorik und der Ansteuerung der im Kraftwerk verbauten Antriebe.

Das innovative Gesamtkonzept (Patentinhaber: Hydro-Energie Roth) wurde zwischenzeitlich wiederholt ausgezeichnet, unter anderem von der EU als bestes Umweltprojekt 2011.

### Technische Daten Bulb-Generatoren:

- Leistung 300 bis 650 kW
- Kaplan-Rohrturbinen mit direkt gekoppelten, permanent erregten Generatoren (Krebs & Aulich)
- Generator vom Triebwasser umströmt

### Technische Daten bewegliche Wasserkraftwerke:

- Leistung 50 bis 550 kW
- Kaplan-Rohrturbinen mit direkt gekoppelten, permanent erregten Generatoren (Krebs & Aulich)
- Generator vom Triebwasser umströmt
- Kraftwerk unter- und überströmt

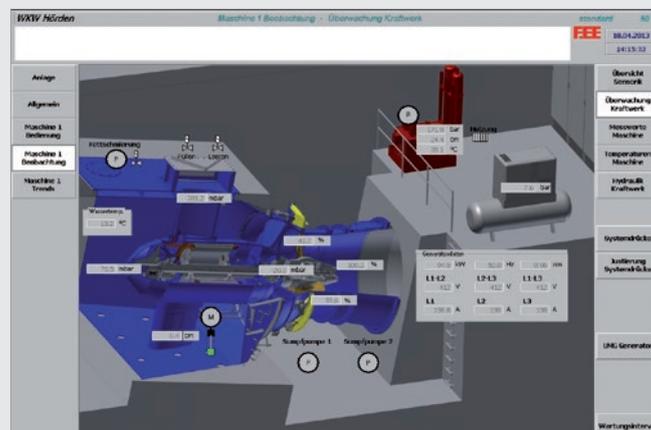
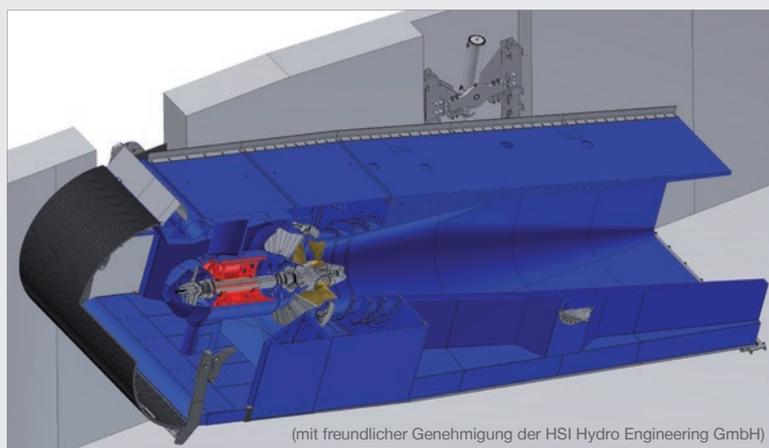


Abb. 10: Bild aus B&B-System



(mit freundlicher Genehmigung der HSI Hydro Engineering GmbH)

Abb. 11: Bewegliches WKW (Konzept: Hydro-Energie Roth)



## KLEINSTKRAFTWERKE

F.EE hat in den letzten 20 Jahren an vielen Kleinstkraftwerken die dort geforderten wirtschaftlichen Steuerungen geliefert. Bei diesen Kompaktanlagen wurden je nach Bedarf „Minihydrauliken“ und Schmiereinrichtungen in die kompakten Steuerschränke integriert. Die vorgeprüften Komplettanlagen vereinfachen die Montage und Inbetriebnahme. Selbst bei diesen Kleinanlagen kann ein hoher Überwachungs- und Bedienkomfort bedarfsgerecht realisiert werden.

### HydroCompactPower 75 kW:

- modulare Kompaktsteuerung für alle gängigen Turbinentypen bis 75 kW
- innovative Bedienung über Web-Visualisierung möglich (z. B. per Tablet-PC oder Smartphone)
- Ausstattung mit Standard-Industrieschaltgeräten namhafter Hersteller, z. B. ABB, Phoenix, Rittal, Siemens, Wago, garantiert eine langjährige Ersatzteilverfügbarkeit

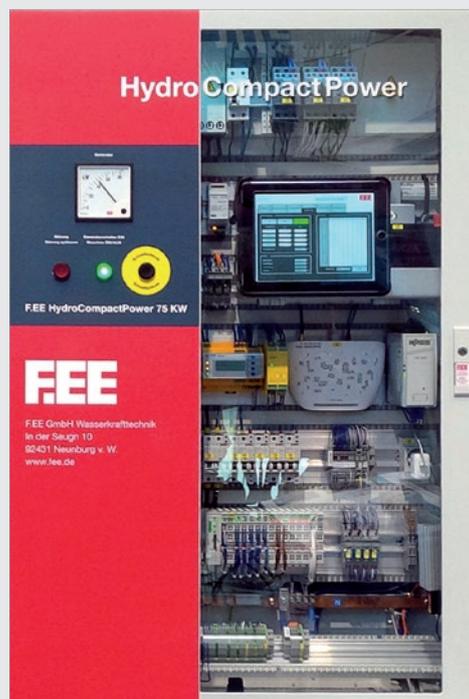


Abb. 13: HydroCompactPower 75 kw von F.EE



Abb. 12: WKW Germek



Abb. 14: Integrierte Kompakthydraulik



## INTERNATIONALE KRAFTWERKE

Der Hauptmarkt der F.EE Wasserkraft liegt im deutschsprachigen Raum. In den letzten Jahren entwickelt sich jedoch der Markt auch hier mehr und mehr international.

### Technische Daten Rukarara II (Ruanda):

- 2 Francis-Spiralturbinen mit direkt gekoppelten Synchrongeneratoren
- Fallhöhe: 50,6
- Installierte Kraftwerksleistung: 2,4 MW

### Technische Daten Mazimeru:

Für die Firma Kochendörfer Wasserkraftanlagen durften wir die Schalt- und Steuerungsanlagen für das Wasserkraftwerk Mazimeru liefern.

- 2 Pelton-Turbinen mit direkt gekoppelten Synchrongeneratoren
- Fallhöhe: 210 m
- Installierte Kraftwerksleistung: 500 kW



Abb. 15: WKW Rukarara II



Abb. 16: WKW Mazimeru



# PHILOSOPHIE

## PROJEKTIERUNG

Gemeinsam mit Ihnen erarbeiten wir ein Konzept für den effizienten Einsatz Ihres Kraftwerks. Anlagenspezifische Lösungen sind eine unserer Stärken. Hier geben wir gerne unsere Erfahrungen und Tipps zur nachhaltigen Projektierung an Sie weiter.

## SERVICE

Unsere langjährigen Mitarbeiter stehen Ihnen bei allen Fragen rund um die Wasserkraft zur Seite und sind für Sie persönliche Ansprechpartner, die über viele Jahre erreichbar bleiben. Über unterschiedliche Kommunikationsverbindungen kann Ihr Servicefall umgehend bearbeitet werden.

## INNOVATION

Die langjährige Erfahrung unserer auf Wasserkraft spezialisierten Mitarbeiter und die speziellen Anforderungen unserer Kunden ermöglichen F.EE Innovationen in Details.

## TERMINTREUE

Für F.EE schon immer ein Muss!

## MENSCH – MASCHINE

Wir bieten nicht nur Bedienoberfläche und Archiv. F.EE integriert auch die Alarmierung, den Fernservice, die Parametrierung und Diagnosemöglichkeiten in die Visualisierung.



flexibel – innovativ – nachhaltig  
**WASSERKRAFT**

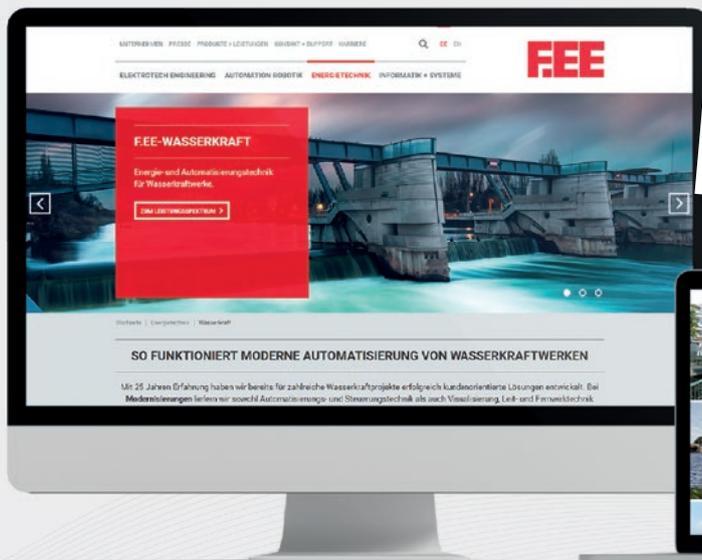
04/2018

Dieses Dokument enthält Informationen, die urheberrechtlich geschützt sind. Kein Teil dieses Dokuments darf ohne die vorherige schriftliche Zustimmung von F.EE fotokopiert, reproduziert oder in eine andere Sprache übersetzt werden.

F.EE GmbH. Alle Rechte sowie Irrtümer und Änderungen vorbehalten.

Andere Produktnamen oder Marken, die in diesem Dokument erwähnt werden, können Marken oder eingetragene Marken anderer Unternehmen sein und sind Eigentum der jeweiligen Inhaber.

Bildquellen: www.shutterstock.com (Seite 3) | www.istockphoto.com (Seite 1).



MEHR INFORMATIONEN  
UND INSBESONDERE NEUE UND  
AKTUELLE PROJEKT-REFERENZEN  
FINDEN SIE UNTER  
[www.fee.de/wasserkraft](http://www.fee.de/wasserkraft)



**F.EE Wasserkrafttechnik**

In der Seugn 10  
D-92431 Neunburg vorm Wald

Tel.: +49 9672 506-0

Fax: +49 9672 506-139

[www.facebook.com/fee.neunburg](https://www.facebook.com/fee.neunburg)

[www.twitter.com/fee\\_gmbh](https://www.twitter.com/fee_gmbh)

BAYERN'S  
BEST 50  
PREISTRÄGER

2014 | 2011 | 2008 | 2003

