

Green Power – Fit für die Zukunft



Konnektivität: BELATRON Ladegeräte 3–7



Facelift für Laufwasserkraftwerke 20–29



Internationale HGÜ-Verbindung 30–31

Editorial



Liebe Leserinnen und Leser,

weltweit atmete das Klima in den letzten Monaten durch. Die Emissionswerte sanken, sonst vernebelte Hauptstädte wurden auf Satellitenbildern wieder sichtbar und in Venedigs Kanälen tummelten sich im glasklaren Wasser Fische. Ist die Pandemie also eine Chance für die Umwelt? Es mag auf den ersten Blick so scheinen, aber wenn wir einen nachhaltigen Effekt erzielen wollen, müssen die Investitionen in regenerative Energien und energieeffiziente Systeme deutlich zunehmen.

Die nationalen Klimaschutzziele der Bundesregierung orientieren sich am Ziel des Pariser Abkommens, die Erderwärmung auf unter 2° Celsius zu begrenzen. Dazu wird bis zum Jahr 2050 eine Treibhausgasneutralität angestrebt. Besonders im Fokus liegt die Industrie, die mit einem Anteil von rund 46 Prozent am gesamten Stromverbrauch gefordert ist. Mögliche Einsparungspotenziale werden u.a. in der Digitalisierung und der systematischen Verbesserung der betrieblichen Energieeffizienz erwartet.

Stellt bezogen auf die einzelnen Betriebsmittel der Wirkungsgrad einen wichtigen Indikator dar, reicht dessen Betrachtung allein jedoch nicht aus, um das mögliche Effizienzoptimum zu erreichen. Dazu ist es notwendig die Prozessabläufe, welche den Einsatzzeitraum bestimmen, mit einzubeziehen.

Diese Anforderungen flossen in die Entwicklung der neuen BELATRON Ladegerätegeneration ein. Sie liefern ein Maximum an Energieeffizienz und digitaler Konnektivität. Welche signifikanten Vorteile sich daraus für die Betreiber von Flurförderzeugen hinsichtlich Energieeinsparung und Betriebskosten einer Flurförderzeugflotte ergeben, lesen Sie in dieser Ausgabe.

Finden Sie außerdem heraus, welchen Beitrag BENNING zu nachhaltigen Infrastrukturprojekten leistet. Beispielsweise zu einer Hochspannungs-Gleichstrom-Verbindung zwischen dem europäischen Festland und Großbritannien, die u.a. die Integration von erneuerbaren Energien in das europäische Stromnetz vorantreiben soll.

Erfahren Sie, wie speziell auf den Bahnsektor abgestimmte USV-Systeme die Verfügbarkeit moderner Stellwerke sicherstellen, und auf welche Weise die Erzeugung regenerativen Stroms mittels Laufwasserkraftwerken von BENNING Produkten und Services unterstützt wird.

Nun wünsche ich Ihnen viel Spaß beim Lesen und bleiben Sie gesund!

Ihr Dietmar Papenfort

Tel.: +49 2871 93 264

E-Mail: d.papenfort@benning.de

Inhalt

- 3–7 Die neue BELATRON Ladegerätegeneration kombiniert Effizienz und Konnektivität
Durch Prozessmonitoring als Basis für intelligentes Energiemanagement lassen sich die Betriebskosten einer Flurförderzeugflotte nachhaltig senken.
- 8–15 Laufwasserkraftwerk Harrbach – Sanierung des Generators
Ein 80 Tonnen schwerer Klassiker für saubere und sichere Stromerzeugung wird bis ins Detail überarbeitet.
- 16–19 Höchste Sicherheit und Verfügbarkeit für moderne Stellwerkstechnik
BÄR Bahnsicherung AG setzt auf maßgeschneiderte modulare Stromversorgungssysteme von BENNING.

- 20–29 History meets modern engineering
Ein Facelift, der den Anlagenbetrieb der Laufwasserkraftwerke Ryburg-Schwörstadt und Wyhlen für die nächsten Dekaden sicherstellt.
- 30–31 Maximaler Schutz für internationale HGÜ-Verbindung
BENNING sichert mit einem redundanten Stromversorgungssystem den unterbrechungsfreien Betrieb der Hochspannungs-Gleichstrom-Verbindung „Nemo Link“.

Impressum
Das Kundenmagazin der BENNING Elektrotechnik und Elektronik GmbH & Co. KG
Herausgeber: BENNING Elektrotechnik und Elektronik GmbH & Co. KG
Münsterstraße 135-137, 46397 Bocholt
Konzeption und Produktion: Werbeagentur Paus Design & Medien GmbH & Co. KG, Brinkstegge 13, 46395 Bocholt

Haftung und Urheberrecht
Alle Texte sind urheberrechtlich geschützt. Die Veröffentlichung, Übernahme oder Nutzung von Texten, Bildern oder anderen Daten bedarf der schriftlichen Zustimmung der Firma BENNING GmbH. Für Anleitungen, Hinweise, Empfehlungen oder Einschätzungen wird keine Haftung übernommen. Trotz aller Bemühungen um möglichst korrekte Darstellung und Prüfung von Sachverhalten sind Irrtümer oder Interpretationsfehler möglich.

Bildnachweis:
© BÄR Bahnsicherung AG
© BENNING Elektrotechnik und Elektronik GmbH & Co. KG
© Energiedienst AG
© Energiedienst AG / Hubert Strittmatter
© Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt AG
© Uniper

© chungking, davooda, denisismagilov, FTLPhtography, hachob, hodyl, JustContributor, korunkun, Ipstudio, marius1987, mozz, nadienko, nirutt, picoStudio, strizh, THINK b, Victoria, yelantsev, yewkeo, Zffoto, 安琦 王 – stock.adobe.com

Die neue BELATRON Ladegerätegeneration kombiniert Effizienz und Konnektivität

Durch Prozessmonitoring als Basis für intelligentes Energiemanagement lassen sich die Betriebskosten einer Flurförderzeugflotte nachhaltig senken.

Energiekosten haben sich in den letzten Jahren zu einem bedeutenden Bestandteil unternehmerischer Gesamt- und Produktionskosten entwickelt. Energie wird damit zur strategischen Ressource, die den Erhalt der internationalen Wettbewerbsfähigkeit signifikant beeinflusst. Bis zum Jahre 2050 soll der Primärenergieverbrauch in Deutschland gemessen am Verbrauch von 2008 um 50 Prozent sinken. Dazu setzt die Bundesregierung auf eine deutliche Effizienzsteigerung.

Besonders im Fokus liegt die Industrie, die mit einem Anteil von rund 46 Prozent am gesamten Stromverbrauch gefordert ist. Für diese besteht die Verpflichtung zur systematischen

Verbesserung der betrieblichen Energieeffizienz. Damit beispielsweise Energiesteuervergütungen, wie der sogenannte Spitzenausgleich oder die Begrenzung der EEG-Umlage,

geltend gemacht werden können, benötigen Industrieunternehmen den Nachweis über ein zertifiziertes Umweltmanagementsystem nach EMAS oder ein Energiemanagementsystem (EMS) nach ISO 50001.

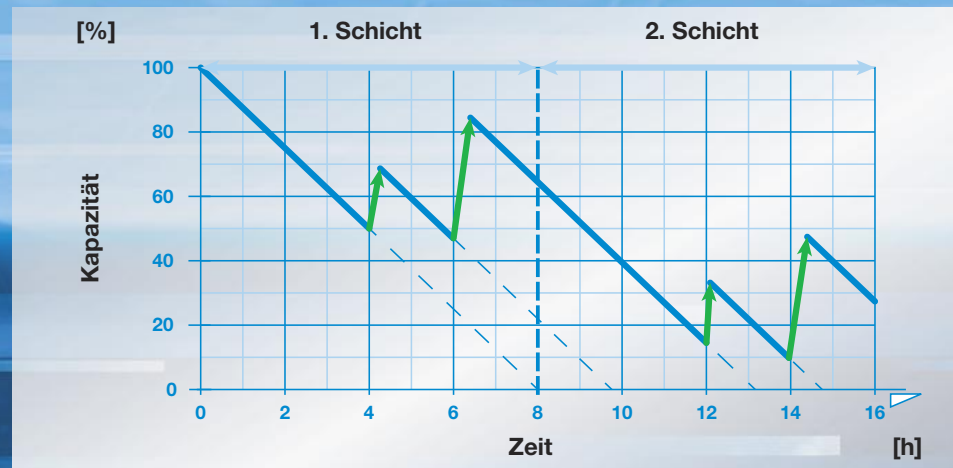
Effizienzoptimum erreichen

Viele Unternehmen wissen oft nicht, an welchen Stellen sie übermäßig viel Energie verbrauchen und somit unnötige Kosten verursachen. Die Energieeffizienz der einzelnen Betriebsmittel stellt einen wichtigen Faktor zur Beurteilung dar. Als Indikator dient hier z. B. der Wirkungsgrad. Schwieriger wird es zu analysieren, ob die Prozessabläufe, welche den Einsatzzeitraum von Maschinen und →





Monitoring und Reporting Plattform BENNING Traction Portal, intuitive Oberfläche zur Visualisierung relevanter Betriebsparameter einer Ladestation



Die Kurve zeigt den Kapazitätsverlauf eines LIONIC® Energiesystems 24 V / 9 kWh (360 Ah) bei 2-Schichtbetrieb mit Zwischenladungen. Werden bei einem 2-Schichtbetrieb in den jeweiligen Pausen (pro Schicht 1x 15 min und 1x 30 min) Zwischenladungen durchgeführt, wird keine Wechselbatterie benötigt und die Phasen niedrigeren Stromverbrauchs werden hinsichtlich eines optimalen Energiemanagements effizient genutzt.



Ladegeräte BELATRON Li+ im WT 60 Gehäuse und BELATRON Gehäuse WT 7

Current charge values	Final charging values	Settings
<p>LP01 - IPUIa Pulse</p> <p>145 Ah charged</p> <p>SOC = 92 %</p>	<p>Record 23</p> <p>Charge start 11.01.11 01:11:11</p> <p>Charging time 08:59:59</p> <p>Charge stop 16.07.14 08:17:34</p> <p>Charging profile LP1 - IPUIa Puls</p> <p>Charging temperature 27 C</p> <p>Charging current 10.5A</p> <p>Charging voltage 2.79 V/Z</p> <p>Charge capacity 462 Ah</p> <p>Error no Error</p>	<p>General settings</p> <p>Battery</p> <p>History</p> <p>BATCOM</p> <p>Service</p> <p>Back</p>

Optimierte Zustandsvisualisierung durch großes Touch-Screen

Geräten bestimmen, das mögliche Effizienzoptimum ausschöpfen.

Der erste Schritt muss deshalb sein, zu erkennen, wie viel Energie das Unternehmen an welchen Stellen, zu welchem Zeitpunkt verbraucht. Hier kommt ein Energiemonitoring ins Spiel. Darunter versteht man die Erfassung, Kontrolle und Steuerung von Verbrauchsdaten. Dazu erfassen Sensoren verschiedenste Arten von Daten, beispielsweise Strom-, Gas- und Wasserverbrauch sowie Luftfeuchtigkeit und Temperatur. Mit Hilfe der so gewonnenen Informationen lässt sich der Verbrauch aktiv steuern und die Kosten senken.

Lastspitzen vermeiden

Lastspitzen oder „Höchstleistungen“, die kontinuierlich gemessen werden, stellen eine wesentliche Komponente des Strompreises für Großkunden dar. Generell gilt: Hohe Lastspitzen sind teuer. Ein Lastenmanagement, basierend auf den Daten des Energiemonitorings, passt sich laufend an die sich verändernden Abnahmeverhältnisse an. Es glättet durch Zu- und Abschaltung oder auch durch Leistungsreduzierung von Verbrauchern die extremen Unterschiede zwischen hohem und geringem Verbrauch. Somit werden kostenintensive Lastspitzen vermieden. Die Kosten für Strom sinken spürbar.

Eine Energiemanagement Software verfügt über eine Reihe von intelligenten Technologien, die sich nicht nur auf die Einsparung von Strom beziehen. Zu den Anwendungsmöglichkeiten gehören z. B.:

- die Überwachung des Strom-, Gas- und Wasserverbrauchs

- die Identifizierung von Hauptverbrauchern
- die Reduzierung von Lastspitzen
- das Aufdecken von Defekten und Modernisierungspotentialen, um Ausfälle zu reduzieren und Wartungskosten zu senken

Vordefinierte Standardaktionen für die häufigsten Anwendungen oder individuell angelegte Routinen helfen, Prozesse schnell, zuverlässig und fehlerfrei zu steuern. Grundvoraussetzungen dazu sind das präzise Messen und lückenlose Erfassen strukturierter Betriebsdaten, wie z. B. Energieverbrauch, Temperatur und Betriebsstunden.

Bedeutung für die Intralogistik

In der Intralogistik stellt die Ladung der Flurförderzeugflotte eine der energieintensivsten

Einheiten in den Unternehmen dar. Entsprechend erfordert dieser Bereich den Einsatz energieeffizienter Produkte, die sich außerdem in digitale Workflowprozesse und Managementsysteme einbinden lassen.

„Die Digitalisierung der Prozesse und das Internet of Things (IoT) rücken Konnektivität und Datenaustausch immer mehr in den Fokus,“ betont Peter Hoepfner, Vertriebsleiter Traction bei BENNING, und führt weiter aus: „Also ist es unsere Aufgabe nicht nur energieeffiziente Produkte zur Verfügung zu stellen, sondern Geräte zu entwickeln, die es erlauben Daten einfach und flexibel auszutauschen. So wird z. B. eine intelligente Vernetzung mit Energiemanagementsystemen ermöglicht. Unsere vollständig überarbeitete BELATRON Ladegerätereihe erfüllt diese Anforderungen.“

BELATRON Ladegeräte

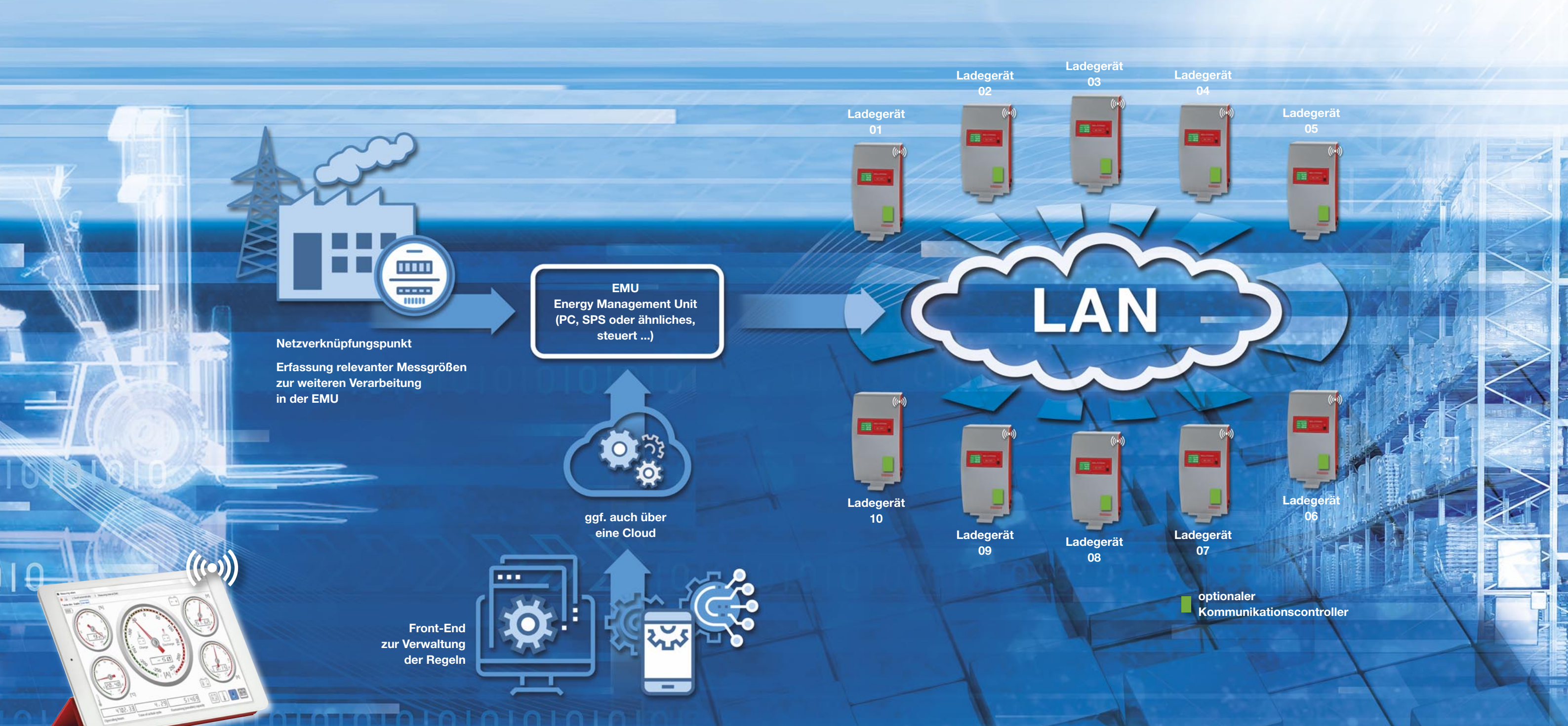
Bei der BELATRON Reihe steht auch die neueste Generation für zukunftsweisende und energieeffiziente Ladetechnik. Nach Abschluss der ausgiebigen Testphase in einem breiten Anwendungsspektrum sind die Geräte seit April 2019 serienmäßig verfügbar. Im Standard können Ladegeräte bis 96 V und 300 A abgedeckt werden.

Der gute Wirkungsgrad von bis zu 96 % sowie ein $\cos \phi$ von bis zu ~ 1 minimieren die erforderliche Netzanschlussleistung und verringern damit die Investitions-, Installations- und Betriebskosten. Eine Erweiterung der Blindstromkompensationsanlage ist durch die sinusförmige Stromaufnahme und den guten Leistungsfaktor nicht erforderlich. →

„Die Implementierung digitaler Kommunikationslösungen in die BELATRON Ladegeräte macht diese für unsere Kunden wertvoller. Sie führt zu erweiterten Nutzungsmöglichkeiten, die in höherer Effizienz und gesteigerter Kostenersparnis münden.“



Peter Hoepfner, Vertriebsleiter Traction, BENNING



Das Gehäusevolumen wurde bei gleicher Ausgangsleistung nahezu halbiert. Die kompakte Bauform erlaubt eine hohe Installationsdichte auf geringstem Raum und reduziert hierdurch den Platzbedarf in der Ladestation. Neu hinzugekommen ist ebenso die Multivoltage-Funktion, die das Laden verschiedenster Batterien mit nur einem BELATRON Ladegerät gestattet. Das sorgt für mehr Flexibilität bei der Optimierung von Ladeprozessen.

Komfortabler Datenaustausch

Die Konnektivität der neuen Ladegerätengeneration generiert einen hohen Mehrwert. Indem die Ladegeräte- und Batteriedaten zukünftig kontinuierlich an ein EMS transferiert werden können, entsteht mehr Transparenz über Auslastung, Nutzungsverhalten und den Zu-

stand des gesamten Batteriepools. Transparenz, die dazu führt, dass das Unternehmen seine Ladestation effizienter und damit kostengünstiger betreiben kann.

Die Ladegeräte können über eine optionale Schnittstellenkarte z. B. mit Energiemanagementsystemen interagieren. Die Kommunikationsschnittstelle liefert im Zusammenspiel mit dem Batteriecontroller BATCOM digital+ vollständige Energiedaten, so dass Energieverbräuche lückenlos dokumentiert werden können.

Eine Visualisierung im EMS lässt dann wichtige Rückschlüsse zur Energieeffizienz des Ladeprozesses und auch über den generellen Status quo der Batterien zu. Ein optimierender Eingriff ist jederzeit möglich. Dazu ge-

hört beispielsweise die zukünftige Steuerung der Ladung, individuell abgestimmt auf die jeweilige Batterie und / oder Umgebungssituation. In Verbindung mit den LIONIC® Lithium-Energiesystemen, lassen sich Prozesse wie das sogenannte „Load Shedding“ zur Vermeidung von Spitzenlasten automatisieren. Die erfassten Ladedaten können als Grundlage zur weiteren Ableitung wichtiger Informationen dienen, um z. B. mögliche Batteriedefekte frühzeitig zu identifizieren.

Verfügbarkeit maximiert

Ausfälle der Ladetechnik können schnell negative Auswirkungen auf die Verfügbarkeit der Flurförderzeugflotte haben. Vor allem dann, wenn nicht mit Wechselbatterien gearbeitet wird. Im schlimmsten Fall kommt es

zum Produktionsstillstand, da die benötigte Ware nicht mehr transportiert werden kann. Ein kurzfristiger Serviceeinsatz ist dann zwingend erforderlich. Hier hilft die modulare Technik mit einer Leistungselektronik, die sich vor Ort tauschen lässt. So wird die MTRR kurz gehalten.

Die modular aufgebauten BELATRON Ladegeräte können beim Ausfall eines Leistungsmoduls auch mit den verbleibenden Modulen weiterbetrieben werden. Das Servicepersonal vor Ort ist in der Lage, einem anderen Leistungsmodul die Masterfunktionalität zuzuweisen. Damit sind Datenkommunikation und Visualisierung nach außen weiterhin sichergestellt. Bis zum Eintreffen der Ersatzteile wird zumindest mit reduzierter Leistung weiter geladen.

Fazit: Effizienz und Prävention

Zuverlässige Daten sind heute entscheidend für alle energietechnischen Prozesse. Sie steigern Qualität, schonen wertvolle Ressourcen und schaffen Wettbewerbsfähigkeit. Über ein EMS können mit wenigen Klicks komplexe Verbrauchsdaten dargestellt und analysiert werden. Die Energieflüsse eines Unternehmens werden transparent und die Energieeffizienz lässt sich maximal steigern.

Aber nicht nur die Energieeinsparverordnung sowie die Motivation zur Reduktion der Energiekosten bewegt die Unternehmen zur Einbindung von Ladegeräten in ihre digitalen Prozesse. Ebenfalls sind präventive Wartungen in der Regel immer günstiger durchzuführen als kurative Reparaturen.

Die Visualisierung und Datenbereitstellung der neuen BELATRON Ladegeräte ermöglicht beides: Eine Optimierung des zum Laden der Antriebsbatterien notwendigen Energieverbrauchs sowie die Maximierung ihrer Verfügbarkeit durch den Fokus auf indizierte Präventivmaßnahmen. □

Autor/Kontakt: Peter Hoepfner
Tel.: +49 2871 93 233
E-Mail: p.hoepfner@benning.de



Scannen Sie den QR-Code für weitere Informationen.

Laufwasserkraftwerk Harrbach – Sanierung des Generators

Ein 80 Tonnen schwerer Klassiker für saubere und sichere Stromerzeugung wird bis ins Detail überarbeitet



In Laufwasserkraftwerken werden i.d.R. langsamdrehende Synchrongeneratoren mit Schenkelpolrotoren betrieben, deren Welle sich in vertikaler Anordnung direkt über den Turbinen befindet. Bei diesen sogenannten „Langsamläufern“ sind Rotordurchmesser von mehr als 20 Metern realisierbar.

Die Leistung von Schenkelpolmaschinen hat sich in den letzten 120 Jahren mehr als ver-hundertfacht. Während die größten Anlagen heute über rund 750 – 850 MVA Leistung verfügen, galten in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts, Maschinen mit Leistungen von rund 6 MVA als Meisterwerke der Ingenieurskunst.

Eine leichtere Sonderform der Schenkelpolmaschinen bildet die Gruppe der Schirmgeneratoren. Bei diesen nur einfach gelagerten und damit i.d.R. kostengünstigeren Konstruktionen, hängen sowohl der Turbinen- als auch der Generatorläufer an der Welle. Es ist nur ein Führungslager zwischen dem Generator und der Turbine vorhanden, sodass der Aufbau einem Schirm ähnelt.

Maschinen dieser Größenordnung mit Läuferdurchmessern von mehreren Metern müssen zur Ausführung von Wartungs- oder Instandsetzungsmaßnahmen demontiert werden. Gewicht und Durchmesser lassen einen Transport als Ganzes nicht zu.

Saubere und sichere Stromerzeugung

In vielen Laufwasserkraftwerken Deutschlands befinden sich derartige Systeme aus der ersten Hälfte des letzten Jahrhunderts im Einsatz. Denn als Klassiker unter den erneuerbaren Energien tragen sie nach wie vor dazu bei, dass die Stromerzeugung sauberer wird und sicher verfügbar bleibt. →

Gesamtanlage des Laufwasserkraftwerks Harrbach



Technische Daten des Generators:

Hersteller: BBC Mannheim
 Baujahr: 1940
 Bemessungsleistung: 4000 kVA
 Nennstrom: 1215 A
 Nenndrehzahl: 68 min⁻¹

Stator:
 Ständergewicht: ca. 28 t
 Bohrungsdurchmesser: 7200 mm
 Gehäusedurchmesser: 8600 mm
 Nutzahl: 792

Rotor:
 Gewicht: ca. 51,6 t
 Polzahl: 88

Die Abbildung zeigt den Generator kurz vor Beginn der Demontage.



Die Statorsegmente im Bereich elektrische Maschinen - kurz vor Fertigstellung



Abtransport der Statorsegmente zwei und drei

Eine dieser Anlagen ist das im Jahr 1940 in Betrieb genommene Laufwasserkraftwerk Harrbach. Es wird durch die Uniper Wasserkraft GmbH betrieben und liegt am Main, bei Flusskilometer 219, zwischen den Gemeinden Grmünden und Karlstadt.

Der Maschinensatz mit einer Nennleistung von 4000 kVA wird über eine Kaplan turbine angetrieben. Das Gesamtgewicht des Generators beträgt ca. 80 Tonnen. Davon entfallen allein 28 Tonnen auf den dreiteiligen Stator mit seinem nicht nur für damalige Verhältnisse beeindruckenden Durchmesser von 8600 Millimetern.

Aufgrund von Schäden am Statorblechpaket sowie schlechter Isolationswerte an Stator und Rotor, entschied sich Uniper im August 2018 zu einer Sanierung des Generators. Die darauf folgende Ausschreibung sah die Erneuerung des Blechpaketes, der Statorwicklung, sowie die Neuisolierung der Polradwicklungen vor.

Wirtschaftlichkeit und Know-how überzeugen

Die finale Auftragsvergabe erfolgte mittels Internet-Auktion. Es waren nur Instandsetzungsunternehmen zugelassen, die sich während der Präqualifikationsphase durch ein überzeugendes Angebot, technische Expertise und entsprechende Referenzprojekte ausgezeichnet hatten.

Das BENNING bereits zuvor für einige andere Kraftwerksbetreiber Wasserkraftgeneratoren instand gesetzt hatte, wurde positiv gewichtet.

Zusätzlich überzeugten Uniper die eigenen Erfahrungen im Zusammenhang mit dem Retrofit der vier Generatoren des Laufwasserkraftwerks Kachlet (POWER news 04/2015 berichtete). BENNING zeichnete sich durch höchste Flexibilität aus, ohne Abstriche an Arbeitssicherheit oder Qualität zu machen, sowie durch die erzielte Leistungssteigerung der Generatoren.

Bei der am 8. Januar 2019 stattfindenden Online-Auktion gewann BENNING schließlich mit dem wirtschaftlichsten Angebot dieses interessante Projekt.

Der BENNING Bereich elektrische Maschinen (BeM) befasst sich seit den 1930er Jahren mit der Instandsetzung von Generatoren und Motoren.

Jahrzehntelange Erfahrungen und Referenzen in Neubau, Nachbau und Instandsetzung von E-Maschinen für die unterschiedlichsten Branchen, zeichnen diesen Unternehmensbereich aus.

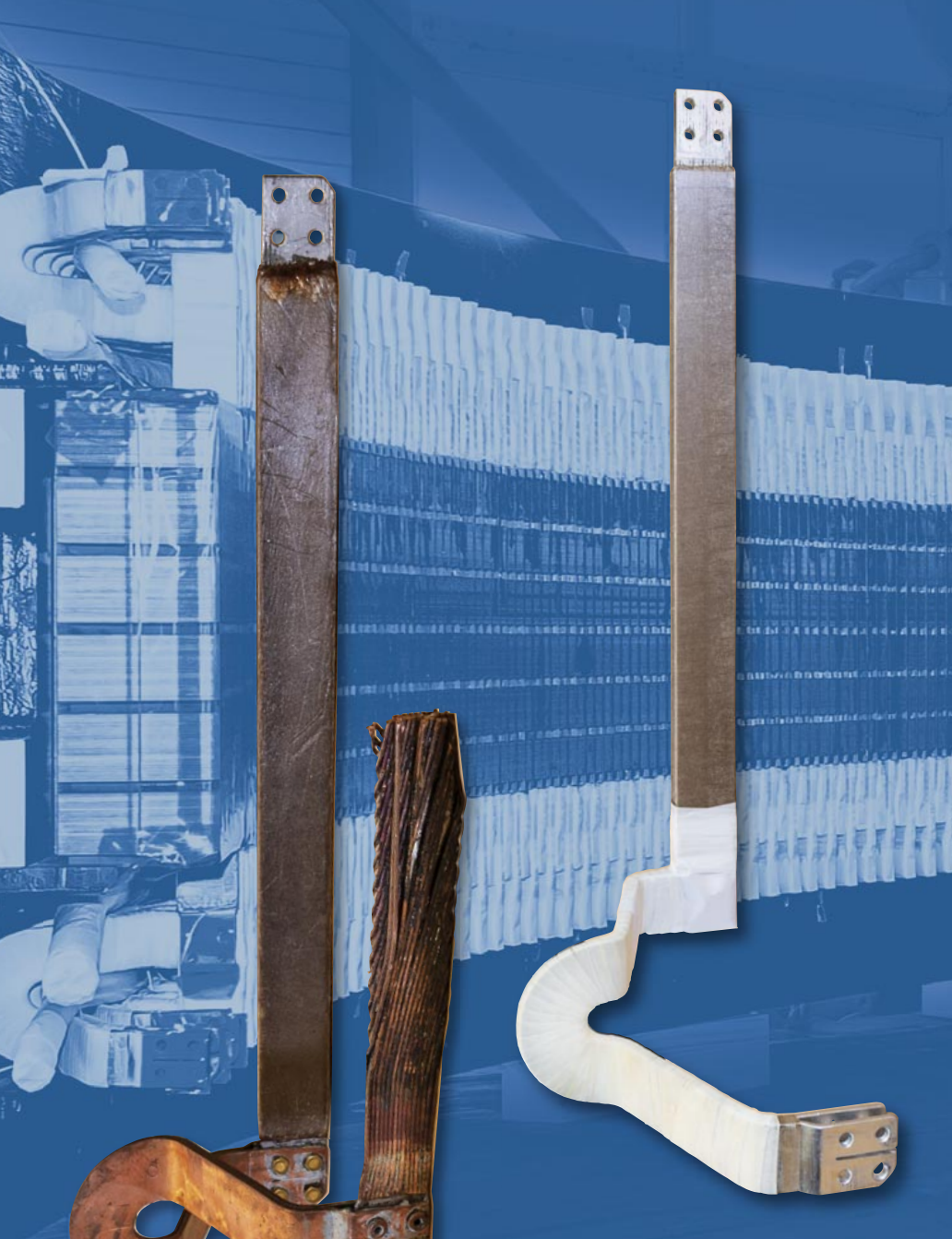
Enges Zeitfenster

Um die Einspeiseverfügbarkeit schnellstens wiederherzustellen und so die Stromerzeugungsverluste entsprechend gering zu halten, sollte die Anlage in kürzester Zeit demontiert, instandgesetzt und wieder in Betrieb genommen werden.

Das knapp bemessene Zeitfenster sah einen Demontagertermin am 10. Juni 2019 vor. Remontage und Wiederinbetriebsetzung sollten bereits Ende September abgeschlossen sein. Der ca. 52 Tonnen schwere Rotor sollte im Kraftwerk saniert werden. Die Arbeiten am Stator mit mehr als 8 Metern Durchmesser, mussten im BENNING Instandsetzungswerk in Bocholt erfolgen. Der Transport dieser Bauteile war eine logistische Herausforderung, denn in den Jahrzehnten nach der Inbetriebnahme des Kraft-

werks wurde in den Infrastrukturplanungen ein eventuell einmal notwendig werdender Transport des Generators niemals berücksichtigt. Straßenverläufe wurden verändert und eine neue Brücke über die Bahntrasse entstand.

Allein um diese nicht zu überlasten, musste das Maximalgewicht der Transporteinheiten genauestens abgestimmt werden. Die Lasten des dreiteiligen Stators wurden entsprechend auf mehrere Transportfahrzeuge verteilt. →



Röbelstab alt (Abb. oben links),
Röbelstab neu (Abb. oben rechts)

Qualitätssicherung von Anfang an

Aber auch schon vor Beginn der Demontage ergriff das BeM-Team einige qualitätssichernde Maßnahmen. Da aufgrund des Alters der Maschine nur wenige Unterlagen existierten, führte BENNING zunächst vor Ort umfangreiche Messreihen durch. Damit konnten das Betriebsverhalten beurteilt und relevante Kennlinien generiert werden. Mittels moderner Thermografiekameras wurden Temperaturverläufe bei verschiedenen Betriebspunkten aufgezeichnet und bewertet.

Weitere Messungen erfolgten nach dem Eintreffen des Stators im Instandsetzungswerk in Bocholt. Zur Ermittlung der Leiterdimensionen und der Ständerblechgeometrie musste die vorhandene Wicklung ausgebaut und auch das alte, zu ersetzende Statorblechpaket komplett entnommen werden. Parallel zur Reinigung und Grundierung des nun freiliegenden Statorgehäuses konnte mit



Das Blechpaket mit den eingebauten Röbelstäben, kurz vor der Fertigstellung

der Fertigung der ca. 24.500 neuen Bleche begonnen werden. Dabei war trotz der großen Menge und des hohen Zeitdrucks eine Fertigungstoleranz von nur wenigen Hundertstel Millimetern einzuhalten. Für die deshalb im Laserschnittverfahren hergestellten Präzisionsbleche wurde ein den hohen Anforderungen entsprechender, moderner Werkstoff eingesetzt.

Mit dem Einschichtvorgang des neuen Statorblechpakets konnte planmäßig begonnen werden.

Röbelstäbe als Wicklungsbasis

Die Wicklung des Generators wies einige Besonderheiten auf. So bestand sie nicht aus einzelnen, stabförmigen, elektrischen Leitern, sondern aus ca. 800 Röbelstäben.

Das Prinzip des Röbelstabes wurde bereits 1912 entwickelt. Bei einem solchen ist der

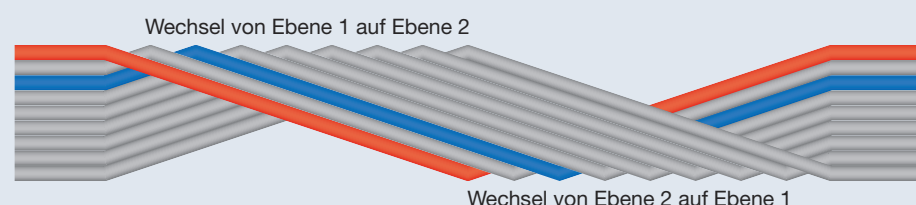
elektrische Leiter in mehrere parallele Teileiter aufgesplittet. Diese sind voneinander isoliert, speziell geschichtet und verdreht. Das Herstellungsverfahren ist sehr aufwendig und mit vergleichsweise hohen Kosten verbunden. Röbelstäbe kommen daher in der Regel nur bei großen elektrischen Maschinen zur Verbesserung des Wirkungsgrades und zur Leistungssteigerung zum Einsatz.

Jeder der 792 für die Neuwicklung benötigten Röbelstäbe durchlief vor dem Einbau ein Prüfprogramm entsprechend der Kundenspezifikationen. Zusätzlich wurden zur Bemessung der Systemgrenzen, einige der gefertigten Stäbe, im Beisein des Kunden, speziellen Überspannungsprüfungen, bis hin zur Materialzerstörung unterzogen. →

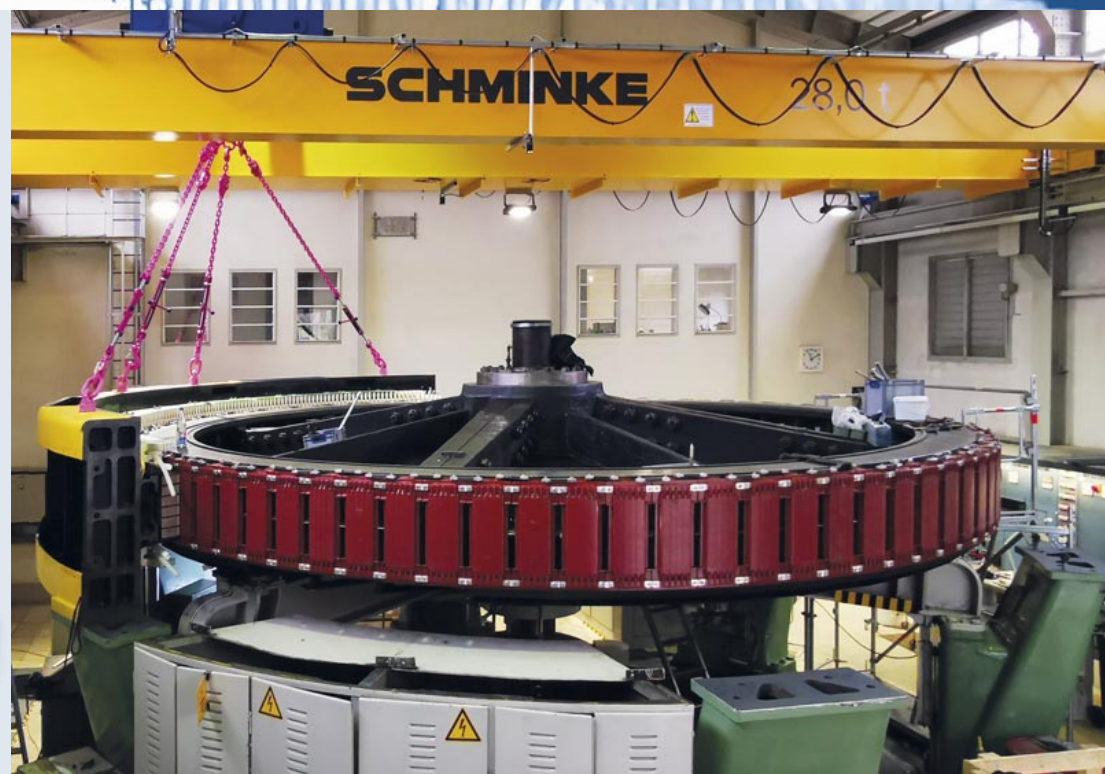
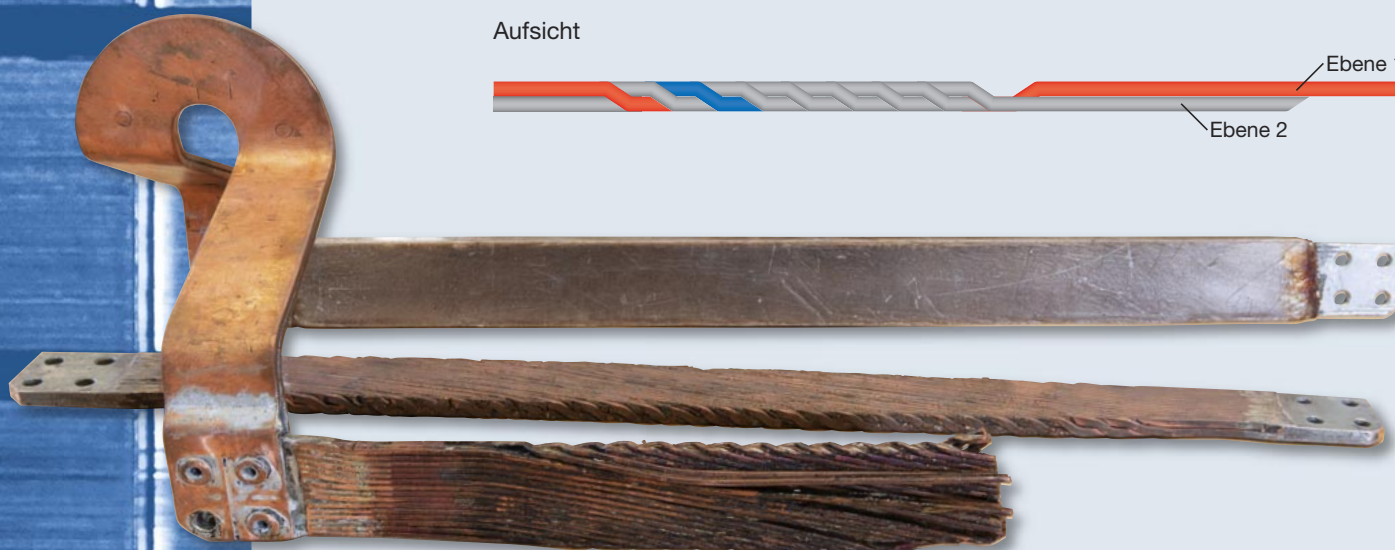
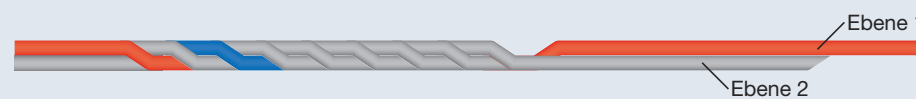
Aufbau eines Röbelstabs

Prinzipdarstellung eines Röbelstabs

Seitenansicht



Aufsicht



Blick auf das Polrad während der Remontage des ersten Statorsegments



Foto: © Uniper



Aalmanagement – Nachhaltigkeit und Umweltschutz made by Uniper

Der Aalbestand in Europa ging in den letzten Jahren deutlich zurück. Denn in vielen Flüssen ist ihnen der Weg zurück zu ihren Laichgründen in der Saragossa-See im westlichen Atlantik durch Wasserkraftwerke versperrt.

Zum Schutz der Aale und zur Verbesserung der Aalabwanderung führte Uniper daher den aalschonenden Betrieb der Kraftwerke ein. Sogenannte Aal-Migromaten lösen vollautomatisch Alarm aus, wenn die Wanderschaft beginnt. Die Leitzentrale der Wasserkraftwerke kann dann binnen weniger Minuten auf den aalschonenden Kraftwerksbetrieb umschalten.

Parallel dazu wird mit dem Fang der Aale begonnen, die dann in großzügige Behältnisse verbracht und zum Rhein transportiert werden. Dort wieder in die Freiheit entlassen, haben sie eine gute Chance, ihre mehrere tausend Kilometer lange Wanderung in die Laichregionen erfolgreich fortzusetzen.

Da die Schaltung der Röbelstäbe durch Schraubverbindungen ausgeführt werden musste, führte BENNING im Vorfeld thermografische Untersuchungen durch. So konnte das thermische Verhalten der Verbindungen genauestens analysiert werden. Somit stand fest, dass keine unvorhergesehenen Übergangswiderstände auftreten.

Nach erfolgreichem Abschluss weiterer Hochspannungs- und Teilentladungsmessungen im Werk ging es für die drei Statorsegmente auf die Rückreise zum Kraftwerk. Um in die Maschinenhalle zu gelangen, verlor ein Autokran die Generatorbauteile auf spezielle Transportanhänger. Dort angekommen begann die Remontage des Stators mit dem im Kraftwerk sanierten Rotor. Dieser hatte inzwischen neu isolierte Polspulen mit moderner Isolierstofftechnik erhalten. Auf die Montagearbeiten folgte die Qualitätssicherung. Mittels verschiedener Prüf- und Messverfahren wurden diverse Isolationswerte bestimmt.

Erwartungshorizont mehr als erfüllt

Die Sanierung schloss mit der Inbetriebnahme des Generators am 13. Dezember 2019 erfolgreich ab. Dazu war in nur 2 Tagen gemeinsam mit dem Betreiber ein aufwendiges Messprogramm abgespult worden, das sowohl Kundenanforderungen als auch Empfehlungen des BeM einfließen. Da parallel zu der Instandsetzung des Generators auch die Regelung im Kraftwerk modernisiert worden war, mussten diese neuen Komponenten ebenfalls erstmalig getestet und auf den Generator abgestimmt werden.

Nach der nochmaligen Überprüfung der Isolationswerte schalteten die Spezialisten die Maschine ein. Damit der Zustand des Generators zukünftig einfacher bewertet werden kann, führte BENNING Teilentladungsmessungen durch, die später als Referenz dienen werden. Der BENNING Bereich elektrische Maschinen verfügt dazu über modernste

Messtechnik, mit der vor Ort Hochspannungsprüfungen mit bis zu 12 kV Prüfspannung ausgeführt werden können.

Die erste Synchronisation zum Netz erfolgte nachdem die Leerlaufkennlinien und Kurzschlusswerte aufgenommen waren. Ein für alle Beteiligten spannender Moment. Unterschiedliche Belastungszustände wurden angefahren und es zeigte sich, dass das tatsächliche Schwingungs- und Temperaturverhalten des Generators sowohl den Erwartungen der BeM Fachleute als auch denen des Betreibers in allen Parametern entsprach.

Damit war am Ende des zweiten Tages die Inbetriebnahme erfolgreich abgeschlossen. Seitdem trägt das Laufwasserkraftwerk Harrbach – nach inzwischen 80 Betriebsjahren – weiterhin verlässlich zur nachhaltigen, umweltfreundlichen Energiegewinnung bei. Das Know-how des BENNING Bereichs elektrische Maschinen hat seinen Anteil daran. □



Der Generator nach Abschluss der Remontage im Laufwasserkraftwerk Harrbach

Autor/Kontakt: Matthias Lörwink
Tel.: +49 2871 93 318
E-Mail: m.loerwink@benning.de



Scannen Sie den QR-Code für weitere Informationen.



Höchste Sicherheit und Verfügbarkeit für moderne Stellwerkstechnik

BÄR Bahnsicherung AG setzt auf maßgeschneiderte modulare Stromversorgungssysteme von BENNING



Die nächste Zuggeneration ist ultraschnell, energieeffizient und intelligent. Lokführer sind nicht mehr vorgesehen, diese Züge fahren autonom. Sie sollen mit 400 Stundenkilometern Kontinente verbinden. Die Züge der Zukunft könnten dann zum Rückrat der neuen schienenbasierten Seidenstraße von China nach Europa werden.

Diese Vision setzt eine moderne Leit- und Sicherheitstechnik und die Harmonisierung des weltweiten Bahnverkehrs voraus. In Europa gibt es diese Bestrebungen schon einige Zeit. Zur Beschleunigung und Vereinfachung der Prozesse erhielt die 2004 gegründete Europäische

Eisenbahnagentur 2019 einen Behördenstatus. Zu Ihren Aufgaben gehört es die Sicherheit und Interoperabilität des Schienenverkehrs zu stärken.

Modernisierungen gefordert

Eines der weltweit am stärksten ausgelasteten Bahnnetze findet sich in der von der EU umschlossenen Schweiz. Hier stoßen die Kapazitäten immer häufiger an ihre Grenzen. Schweizer Experten erhoffen sich von autonomen Zügen den Vorteil eines dichteren Fahrplans, der eine höhere Taktfrequenz ermöglicht. Eine Umsetzung im offenen Betrieb, also außerhalb von Teststrecken wird jedoch nicht vor 2040 erwartet.

Kurz- und mittelfristig sollen mit dem Innovationsprogramm „smartrail 4.0“ die Kosten gesenkt, die Sicherheit erhöht und die Kapazität massiv gesteigert werden. Die vorhandene Leit-, Signal- und Stellwerkstechnik muss modernisiert oder gänzlich erneuert werden, um den gestiegenen Anforderungen hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, maximaler Verfügbarkeit und Sicherheit zu genügen.

Kosten senken, Sicherheit erhöhen

Bei der Sanierung und dem Neubau von Stellwerken sind neben hoher Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit auch die System- und Lebenszykluskosten ein wichtiges Entscheidungskriterium für die Infrastrukturbetreiber.

Speziell auf diese Anforderungen ausgelegt, entwickelte die Firma BÄR Bahnsicherung AG das neuartige elektronische SPS-Stellwerk EUROLOCKING®. Es erfüllt die höchste Sicherheitsintegritätsstufe 4 (SIL 4) gemäß den CENELEC-Normen. Gleichzeitig konnte eine deutliche Reduktion der Investitions- und Betriebskosten unter Beibehaltung hoher Verfügbarkeit und Qualität erreicht werden.

Bereits erfolgreich im Einsatz

Erste EUROLOCKING®-Systeme wurden bereits in La-Chaux-de-Fonds (gare de Bellevue), Montbovon, Châtel-Saint-Denis und Palézieux (alle Schweiz) installiert und in Betrieb genommen.

EUROLOCKING®-Systeme sind modular aufgebaut. Daraus ergeben sich viele Vorteile. Maßgeschneiderte Lösungen können sehr wirtschaftlich umgesetzt werden. Es besteht eine hohe Zukunftssicherheit, denn diese Stellwerke sind einfacher an veränderte Bedingungen anpassbar.

Die modulare Hardware lässt sich beliebig ausbauen oder erweitern. Änderungen an der Software sowie spätere Erweiterungen der Anlage sind wirtschaftlich realisierbar. Die verwendeten Steuerungen bieten Hot-Swap Funktionalität und Plug and Play. Wartungs- und Servicearbeiten werden vereinfacht und die MTTR (Mean Time To Repair) wird deutlich verkürzt. →



Modularer Gleichrichtereinschub,
Ausgang 24 V - 280 A



Blick in das neue Gebäude der Stellwerksanlage Montbovon während der Installation. Die Stromversorgungsanlage EUROLOCKING® von BENNING (Hintergrund) sichert das Herz des Stellwerks – das SPS-Steuerungssystem – gegen Netzstörungen ab.



ENERTRONIC modular SE mit 20 kVA Modulen
und einem modularen Batterieschrank



Foto: © BÄR

BÄR Bahnsicherung AG
Luppmenstrasse 3
CH-8320 Fehraltorf
Telefon +41 44 956 52 52

BÄR Bahnsicherung blickt auf eine über 30-jährige Firmengeschichte zurück. Das Unternehmen verfügt über mehrere Standorte in der Schweiz. Von dort aus werden Bahnprojekte für die gesamte Schweiz sowie internationale Projekte bearbeitet.

Ein Großteil der schweizer Privatbahnen sowie die SBB zählen nach eigenen Angaben zum Kundenstamm.

Das Produkt- und Dienstleistungspektrum wurde seit der Gründung bis hin in die Gegenwart kontinuierlich erweitert. Während am Anfang die Projektierung von Domino-Stellwerken (Relaistechnik) im Vordergrund stand, ist BÄR heute in allen Projektphasen aktiv.

Mit mehr als 100 Mitarbeitern plant, projiziert, realisiert, montiert und prüft das Unternehmen Eisenbahn-Sicherungsanlagen und unterstützt sowohl bei Neubauten wie auch bei Anpassungen an bestehenden Bahnübergangsanlagen, Stellwerken, Zugbeeinflussungs- oder Leitsystemen.

Maßgeschneiderte Lösungen

Vor gut vier Jahren begann BÄR mit der Entwicklung des neuen SIL 4-Stellwerkes. Schnell wurde deutlich, dass auch die Stromversorgungsanlage, welche die gesamte Stellwerkstechnik gegen Netzausfall schützen soll, denselben hohen Anforderungen genügen muss. Nach einem entsprechenden Evaluationsverfahren entschied sich BÄR für eine Zusammenarbeit mit dem Unternehmen BENNING. Ausschlaggebend waren neben den wirtschaftlichen Aspekten, insbesondere die hohe Produktqualität und die Fähigkeit des Unternehmens sehr kundenspezifisch zu fertigen.

Intelligente Lösungen zur Umwandlung von elektrischem Strom in vielfältig nutzbare oder speicherbare Energie zeichnen das Unternehmen BENNING seit Jahrzehnten aus. Modulare BENNING Stromversorgungssysteme bieten Sicherheit rund um die Uhr. Sie vereinen höchste Wirtschaftlichkeit mit maximaler Zuverlässigkeit und Flexibilität.

Die von BENNING für die EUROLOCKING® Stellwerke konzipierte Stromversorgungsanlage basiert auf einem standardisierten modularen Grundkonzept. Daher kann sie individuell und maßgeschneidert an situative Anforderungen angepasst werden.

Neben der Stromversorgung des Stellwerks, übernimmt sie auch die Versorgung der in den Streckenabschnitten bedienten Signale, Weichen und Bahnübergänge. In der Regel wird hierbei eine Überbrückungszeit von einer bis zu sechs Stunden gewährleistet.

Modularität und Flexibilität

Im Rahmen einer Stellwerksumrüstung sind häufig Schnittstellen und Abhängigkeiten zu noch nicht hochgerüsteter historisch gewachsener Peripherie einzukalkulieren. Daher ist die Gleichspannungsversorgung des Systems nicht nur auf 24 Volt ausgelegt, sondern auch dazu qualifiziert kundenspezifische

Sonderspannungen von 48, 60, 72, 84 und 96 Volt bereitzustellen.

Die modularen Stromversorgungsanlagen EUROLOCKING® von BENNING bestehen im Kern aus:

- einem AC-Anschluss- und Verteilfeld inklusive Eingangstrenntransformator
- einer modularen, 2N-redundanten, batteriegestützten 24 V DC-Versorgung auf Basis der robusten Industriegleichrichter TEBECHOP 3000 HDI. Diese sichert über A/B Schienen das Herz des Stellwerks – das SPS-Steuerungssystem – gegen Netzstörungen oder Ausfälle ab.

*1: Mit der ENERTRONIC modular SE RAIL steht optional ein speziell auf die Anforderungen im Bahnsektor abgestimmtes USV-System zur Verfügung, das gleichzeitig vom öffentlichen Netz (400 V / 230 V / 50Hz) und vom Bahnnetz (230 V / 16,7 Hz) gespeist wird.

- einer ENERTRONIC modular SE AC-USV-Anlage. Das USV-System ist bestückt mit 20 kW Modulen und beinhaltet einen modularen Batterieschrank. Es bietet maximale Verfügbarkeit (99,9999 %) durch n+1 Redundanz, Hot-Swap Fähigkeit und eine geringe MTTR. Das dreiphasige System versorgt u.a. die Weichenmotoren und die Signaltechnik außerhalb des Stellwerks.¹

Qualität die BÄR überzeugt

Ein Gesamtsystem, das BÄR in allen Bereichen durch Qualität, maximale Sicherheit und höchste Verfügbarkeit überzeugt. Als Konse-

quenz wurde die gute Zusammenarbeit mit BENNING gefestigt. Inzwischen befinden sich Stromversorgungsanlagen für die Stellwerksumrüstungen in Palézieux und Châtel-St-Denis (beide Schweiz) sowie in Cochabamba (Bolivien) in der Umsetzung. Fünf weitere befinden sich bereits in Planung.

Sicherlich ist es noch ein weiter Weg bis die Vision hinsichtlich eines interkontinentalen Hochgeschwindigkeits-Güterverkehrs basierend auf autonom fahrenden Zügen konkrete Formen annimmt.

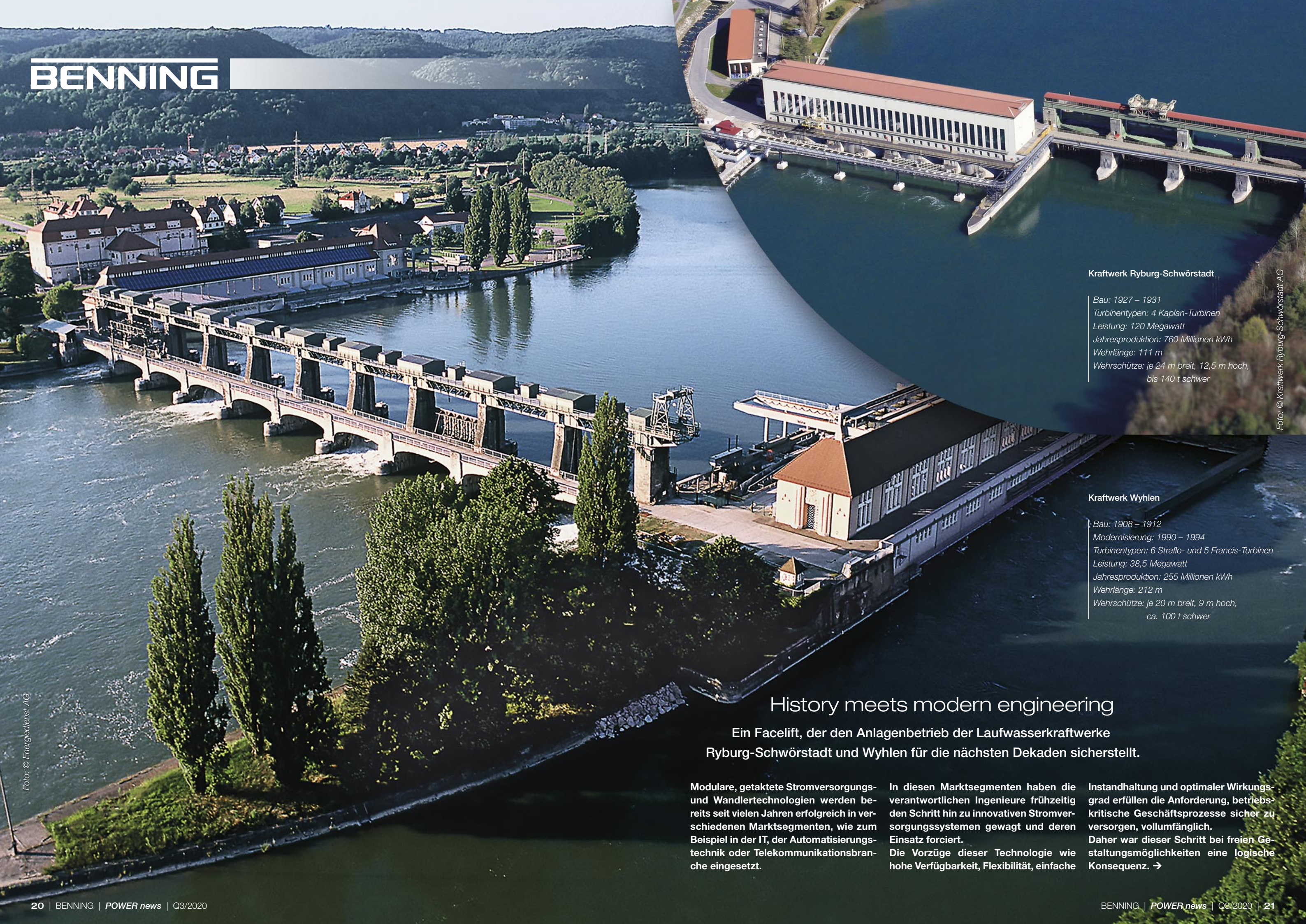
Dennoch sind die neuen modernen elektronischen Stellwerke, unterstützt durch die sicheren Stromversorgungsanlagen EUROLOCKING® von BENNING ein wichtiger Beitrag zur nachhaltigen Weiterentwicklung des Bahnverkehrs. Ebenso verringern Sie schon heute

signifikant den zum Betrieb eines Stellwerks notwendigen Energieverbrauch und tragen so zu einer niedrigeren CO₂-Belastung und geringerem Ressourcenverbrauch bei. ■

Autor/Kontakt: Jürg Badertscher
Tel.: +41 44 805 75 81
E-Mail: juerg.badertscher@benning.ch



Scannen Sie den QR-Code für weitere Informationen.



Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt

Bau: 1927 – 1931
Turbinentypen: 4 Kaplan-Turbinen
Leistung: 120 Megawatt
Jahresproduktion: 760 Millionen kWh
Wehrlänge: 111 m
Wehrschütze: je 24 m breit, 12,5 m hoch,
bis 140 t schwer

Kraftwerk Wyhlen

Bau: 1908 – 1912
Modernisierung: 1990 – 1994
Turbinentypen: 6 Straflo- und 5 Francis-Turbinen
Leistung: 38,5 Megawatt
Jahresproduktion: 255 Millionen kWh
Wehrlänge: 212 m
Wehrschütze: je 20 m breit, 9 m hoch,
ca. 100 t schwer

History meets modern engineering

Ein Facelift, der den Anlagenbetrieb der Laufwasserkraftwerke
Ryburg-Schwörstadt und Wyhlen für die nächsten Dekaden sicherstellt.

Modulare, getaktete Stromversorgungs- und Wandlertechnologien werden bereits seit vielen Jahren erfolgreich in verschiedenen Marktsegmenten, wie zum Beispiel in der IT, der Automatisierungstechnik oder Telekommunikationsbranche eingesetzt.

In diesen Marktsegmenten haben die verantwortlichen Ingenieure frühzeitig den Schritt hin zu innovativen Stromversorgungssystemen gewagt und deren Einsatz forciert. Die Vorzüge dieser Technologie wie hohe Verfügbarkeit, Flexibilität, einfache

Instandhaltung und optimaler Wirkungsgrad erfüllen die Anforderung, betriebskritische Geschäftsprozesse sicher zu versorgen, vollumfänglich. Daher war dieser Schritt bei freien Gestaltungsmöglichkeiten eine logische Konsequenz. →



„Da BENNING konventionelle Thyristor-
technik wie auch hochmoderne, getaktete
Geräte in Modulbauform produziert,
waren wir in der Lage, den Anwender wert-
und technologieutral zu beraten.“



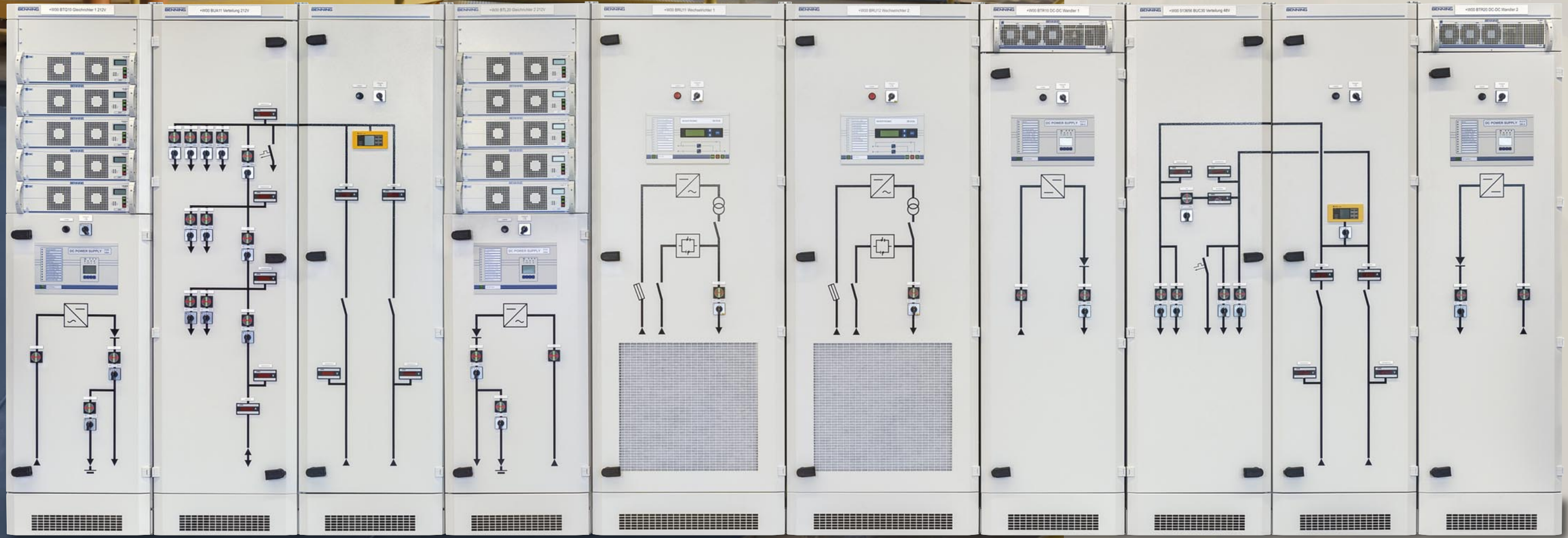
Claus Kirmaier,
Leiter Niederlassung Süd,
BENNING

In klassischen industriellen Anwendungen
hingegen hat sich diese moderne Technologie
bisher nur sehr langsam verbreitet. Insbeson-
dere der konservativ orientierte Kraftwerks-
bereich war bis in die jüngere Vergangenheit
hinein durch althergebrachte Thyristortechnik
dominiert.

Vorschriften basierten auf der zum Zeitpunkt
ihrer Verfassung verfügbaren Thyristor-Tech-
nologie. Damit wurde die Einführung moder-
ner Systementwürfe und die Durchdringung
dieses Industriesektors mit innovativer Technik
bis in die heutige Zeit hinein verzögert.

Für die Versorgung des sogenannten „Kraft-
werks-Eigenbedarfs“ galten und gelten bei

Das hier im Folgenden beschriebene Projekt
zeigt eindrucksvoll auf, wie sich die Einstellung
eines Kraftwerksbetreibers hin zu den innova-



Hochintegriertes, redundantes Stromversorgungssystem zur gesicherten Energieversorgung
für das Maschinenhaus im Kraftwerk Wyhlen

systemrelevanten Kraftwerksbetreibern zu-
meist selbstverfasste, technische Richtlinien.
Diese meist vor Jahrzehnten geschaffenen
tiven, modularen Stromversorgungssystemen,
durch eine wertneutrale und kompetente
Technologieberatung verändert hat. →



Einblick in die Generatorenhalle des Laufwasserkraftwerks Wyhlen.

Foto: © BENNING / Claus Kirmaier

Vorteile der modularen Technik im Vergleich zu Thyristortechnik

- Ausgezeichnete Verfügbarkeit
- Hohe Wirtschaftlichkeit
- Maximale Netzqualität

Nachteile im Vergleich zu Thyristortechnik

- Höhere Bauteilzahl daher rechnerisch schlechtere MTBF (jedoch im Fehlerfall geringerer Impact, da ein System im Regelfall nie komplett ausfällt)
- Lüfterbehaftete Module (jedoch sind die Lüfter geschwindigkeitsgeregelt und im kalten Zuluftstrom angeordnet, wodurch optimale Standzeiten erreicht werden – weiterhin sind die Lüfter in Bezug auf Soll- und Ist-Drehzahl mittels Tacho überwacht, womit eine Warnmeldung deutlich vor einem Ausfall ausgegeben werden kann)

- Wesentlich höherer Wirkungsgrad
- DC-Ausgang praktisch rippelfrei
- Optimales dynamisches Verhalten
- Betrieb auch ohne Batterie möglich
- Deutlich kleineres Volumen und geringeres Gewicht
- Flexibler durch Optionsplätze für zukünftige Erweiterungen (Skalierbarkeit)
- N+1 Redundanz auch in Zusammenarbeit von N+N Systemen möglich
- Hot-Plug-Tauschbarkeit der Module zwischen Anlagen gleicher Spannungsebene
- Erstinterventionsmöglichkeit durch Standortpersonal im Fehlerfall
- Bei Thyristortechnik ist im Fehlerfall in der Regel eine Instandsetzung nur mit Vor-Ort-Einsatz eines Technikers und Bereitstellung spezieller Ersatzteile (Regler, Leistungsteil etc.) möglich, weshalb bei getakteter Technik deutlich geringere Instandsetzungskosten auftreten
- Kurze MTTR und einfache Ersatzteilverhaltung
- Praktisch keine Netzurückwirkungen im Gegensatz zu 6- oder 12-Puls-Thyristorsätzen

Die Energiedienst Holding AG, mit Sitz in CH-Laufenburg, startete zu Beginn des Jahres 2019 mit ersten Planungen zur Modernisierung und Ersatz der Eigenbedarfs-Stromversorgungssysteme für ihre vollautomatisierten Laufwasserkraftwerke in Wyhlen und in Ryburg-Schwörstadt bei welchem Energiedienst für die Betriebsführung zuständig ist.

Verfügbarkeit hat höchste Priorität

Eine zuverlässige Stromversorgung der betriebswichtigen Anlagentechnik des Kraftwerks-Eigenbedarfs, hat dabei höchste Priorität. Eine lückenlose Datenerfassung an einer Vielzahl von Messstellen stellt die Basis für

sämtliche Regelungs- und Steuerungseingriffe an einer enormen Menge von Aktoren innerhalb des Kraftwerkes und dessen Herzstück, den Maschinensätzen dar.

Die letzte Modernisierung der Stromversorgungssysteme der zwischen 1908 und 1931 am Hochrhein in Betrieb genommenen Wasserkraftwerke lag inzwischen bereits mehr als 25 Jahre zurück. Somit musste in den nächsten Jahren mit einem erhöhten Ausfallrisiko gerechnet werden.

Insbesondere im Kraftwerk Wyhlen ist eine gesicherte Versorgung der als Ergänzung zu den neueren Straflo-Turbinen im Bedarfsfall

eingesetzten Francis-Maschinen von großer Bedeutung. Ein Ausfall der Versorgungsspannung könnte hier, wie auch im Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt im schlimmsten Fall zu schweren Schäden an diesen unersetzlichen, historischen Maschinensätzen führen, die Energiedienst seit vielen Jahrzehnten mit großem Einsatz in Schuss hält.

Um einem Produktionsstillstand und den damit verbundenen hohen Folgekosten in den Laufwasserkraftwerken vorzubeugen, wurde im Juni 2019 eine entsprechende Ausschreibung veröffentlicht. Mit der geplanten Investition verfolgt Energiedienst als Betreiber das Ziel, die Kraftwerksfunktion auch

bei einer Netzstörung sicherzustellen. Ebenso ist sie die Grundlage für einen aus der Ferne rund um die Uhr überwachten, automatisierten und dadurch kostenoptimalen Betrieb der Kraftwerke.

Planung und Expertise

Ebenfalls im Juni 2019 fand dann ein erster Vor-Ort-Termin zur Recherche der örtlichen Gegebenheiten statt. Dabei wurden grundlegende Möglichkeiten erörtert, wie eine zeitgemäße Erneuerung der Systeme „state of the art“ erfolgen könnte.

Daraus resultierten in der weiteren Bearbeitung der Ausschreibung im Juli 2019 eine

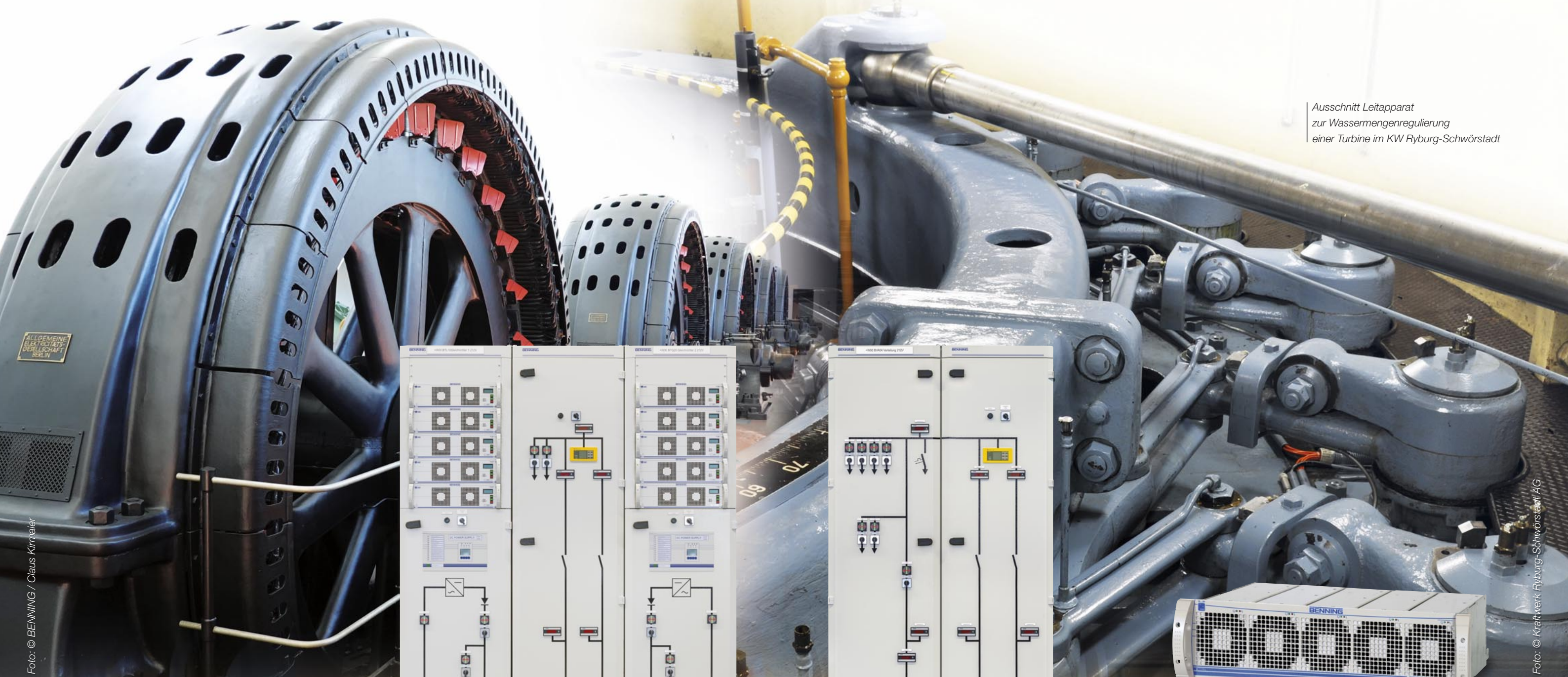
Reihe von Bieterfragen, die auf Kundenseite eine erste Abwägung der Vor- und Nachteile von moderner, getakteter Technik gegenüber der in der Ausschreibung spezifizierten klassischen Thyristortechnik ermöglichten.

Bereits Ende Juli 2019 reichte BENNING ein erstes Angebot ein. Tatsächlich waren es zwei Angebote.

Denn obwohl die Planungsingenieure bereits zu diesem Zeitpunkt davon überzeugt waren, die Anforderungen mit moderner getakteter Technik besser und wirtschaftlicher erfüllen zu können, gab man wie gewünscht ebenfalls ein Nebenangebot für die zunächst ausgeschrieben Thyristortechnik ab.

Da BENNING herkömmliche Technik genauso wie modulare, getaktete Geräte im Produktportfolio führt, hatte der Kraftwerksbetreiber die vorteilhafte Möglichkeit, von einer wert- und technologieneutralen Beratung zu profitieren.

Es folgte eine umfassende Gegenüberstellung und Bewertung der Technologien unter Berücksichtigung sämtlicher relevanter Kriterien (Details siehe Abbildung: Vorteile und Nachteile im Vergleich zu Thyristortechnik). Bewertet wurden neben maximaler Verfügbarkeit die Anwenderfreundlichkeit und alle wirtschaftlichen Aspekte. Ein sehr wesentlicher Punkt war für Energiedienst eine →

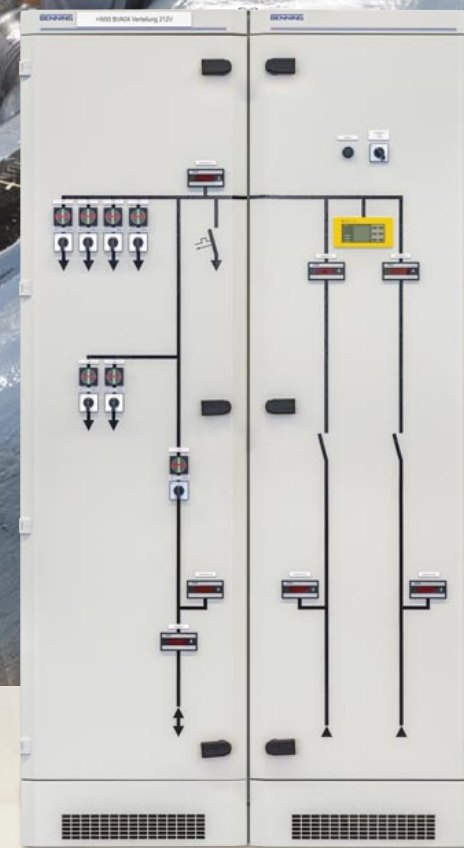


Ausschnitt Leitapparat zur Wassermengenregulierung einer Turbine im KW Ryburg-Schwörstadt

Foto: © BENNING / Claus Kirmaler

Foto: © Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt AG

Stromversorgungssystem der 40-Megawatt Schaltanlage



Redundant eingespeiste Verteilung zur gesicherten Versorgung der Francis-Maschinenhalle im Kraftwerk Wyhlen

19" DC/DC-Wandlereinschub modular mit 5 Modulen TEBECHOP 3000 IDC

maximale Nachhaltigkeit des gesamten Stromversorgungssystems hinsichtlich Umweltschutz und Ökologie.

Vorteile begeistern

Schlussendlich begeisterten den Kunden die Vorteile der hochmodernen, modularen Technik. Die Beauftragung für das Laufwasserkraftwerk Wyhlen erfolgte im Dezember 2019 und für das Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt im Januar 2020.

Nicht nur die maximierte Verfügbarkeit aufgrund der Auslegung der Systeme in N+1 Redundanz überzeugten den Betreiber. Ebenso

sieht Energiedienst erhebliche betriebliche Vorteile durch eine Gleichteilverwendung über mehrere Kraftwerksstandorte hinweg.

Einfache Erstinterventionsmöglichkeiten mit eigenem Betriebspersonal durch Hot-Plug-Tauschbarkeit mit der implementierten automatischen Modulkonfiguration waren ein weiteres schlagkräftiges Argument. Für das verantwortliche Personal erleichtert sich damit die Anlagenbedienung im Regelbetrieb sowie im Störfall und auch aus logistischer Sicht wird das Teilehandling wesentlich optimiert.

Für die Betriebsabteilung war eine perfekte Integration in die kraftwerksseitige Infrastruk-

turen und Automatisierungstechnik von entscheidender Bedeutung.

Die Lösung dieser Aufgabe gestaltete sich überraschend einfach. Durch die flexibel gestaltbaren Daten-Interfaces der modularen Stromversorgungssysteme können alle historisch bedingt unterschiedlichen Schnittstellen der Kraftwerksleittechnik flexibel und vollumfänglich bedient werden.

„Tailor-made“ trotz Produktvielfalt

BENNING verfügt als global aufgestellter Hersteller von AC- und DC-Stromversorgungssystemen über eine hohe Produktvielfalt und

ist in der Lage kurzfristig individuell zugeschnittene Lösungen zu entwickeln und umzusetzen. Somit erhält der Kunde immer die für ihn technisch und konstruktiv optimale Lösung.

Im Rahmen dieses Projektes wurden beispielsweise nicht nur die vom Planer ursprünglich gewünschten Thyristorgeräte für die geforderten Spannungsebenen 220 VDC und 48 VDC durch getaktete Geräte modernster Bauart ersetzt. Aufgrund fachlicher Empfehlung von BENNING wurden die Kraftwerke nicht zusätzlich mit herkömmlichen 48 VDC Gleichrichtern, sondern mit modularen, eingangsseitig auf 220 VDC basierten

DC/DC-Wandlern des Typs 3000 IDC ausgestattet. Durch den Einsatz dieser modularen 19"-Systeme können durch Spannungsabfall bedingte Energieverluste deutlich reduziert werden. Die DC/DC-Wandler liefern gleichzeitig auch im Netz-Störfall eine stets konstante 48 VDC Versorgungsspannung gerade für die sensiblen, historischen Francis-Maschinensätze.

Des Weiteren gehören zum Lieferumfang hochautomatisierte Verteiler mit einer Vielzahl an motorisch betriebenen Leistungsschaltern, die eine Remote-Steuerung der Kraftwerke von der zentralen Leitwarte aus ermöglichen. Die Zu- und Abschaltbarkeit sowie Koppel-

barkeit einzelner Kraftwerkssegmente ist nicht nur für den Normalbetrieb wichtig, sondern ermöglicht auch im Ernstfall eines flächendeckenden Blackouts einen systemdienlichen Notbetrieb.

Die in den von BENNING als Systemkomponenten mitgelieferten Batterieanlagen gespeicherte Kapazität bietet hierbei im Notfall die benötigte Energiereserve, um bei einem Netzausfall die Anlagenfunktion völlig unterbrechungsfrei zu gewährleisten.

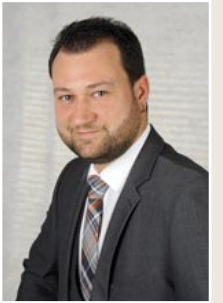
Gleichzeitig ermöglichen die Akkumulatoren den Kraftwerken die Durchführung eines sogenannten „Schwarzstartes“. Bei einem →



Energiedienst Holding AG
Sitz der Gesellschaft Energiedienst Holding AG ist in CH-Laufenburg.
Standort der Kraftwerke am Hochrhein sind u. a. Wyhlen und Ryburg-Schwörstadt.

Energiedienst betreibt gesamthaft 21 größere und kleinere Wasserkraftwerke und ist gleichfalls mit der Tochtergesellschaft ED Netze GmbH als Netzbetreiber aktiv.

„Mit der Partnerschaft zu BENNING verfügen wir über die Möglichkeit, uns aus einem optimal aufgestellten Produktportfolio in Verbindung mit einem zuverlässigen Service zu bedienen.“



Marco Gerspach,
Ing. Energiemanagement (B. Eng.),
Kraftwerk Engineering,
Energiedienst



Motorbetriebene Leistungsschalter in den von BENNING gelieferten Verteilersystemen ermöglichen eine vollständig automatisierte Betriebsführung durch die Leitwarte in allen systemrelevanten Spannungsebenen der Kraftwerke

220 V Gleichrichtersystem des Schalthauses mit Kupplungsmöglichkeit zur Notversorgung der Maschinensätze im Kraftwerk Wyhlen

Verbraucherverteilung Francis-Maschinensätze

flächendeckenden Netzausfall im Falle eines gleichzeitigen Kraftwerksstillstandes könnte die Batterieenergie die Regelfunktion der Wehre nur eine begrenzte Zeit überbrücken. Um die Wasserführung durch die viele Tonnen schweren Stauweherschütze stets kontrollieren zu können, ist es jedoch unabdingbar für diese Bauteile, dauerhaft die nötige Versorgung zur Verfügung zu stellen. Die für den Anlauf eines völlig autarken Inselbetriebes erforderliche „Startenergie“ kann hierfür zunächst den Batteriesystemen entnommen

werden und wird nach dem Anlauf der gewaltigen Maschinensätze aus der stets verfügbaren Wasserkraft gewonnen. BENNING führt als Systempartner für Energiedienst neben der Hardware-Produktion auch die Montagedienstleistung durch. Eine Netz- und Selektivitätsberechnung, Demontage der Altsysteme, Einbringung, Aufstellung der Neuanlagen, Verkabelung und Inbetriebnahme gehören zum Leistungsumfang. Besondere Vorteile kann BENNING hierbei

mit seinem für „AuS“ (Arbeiten unter Spannung) geschulten Personal bieten. Mit dieser speziellen Befähigung können nichtabschaltbare Verbraucher in einem Kraftwerk unterbrechungsfrei auf die neu errichteten Anlagenteile umgeschwenkt werden.

Fazit

Zur Entscheidung des Kunden pro moderner, modularer Stromversorgungssysteme trug maßgeblich die Chance bei, sich wertneutral,

glaubhaft und kompetent über die Vorteile und den Nutzen dieser Topologie im Vergleich zu konservativen Monoblocksystemen zu informieren und detailliert beraten zu lassen.

Mit der Partnerschaft zu BENNING verfügt Energiedienst über die Möglichkeit, sich aus einem optimal aufgestellten Produktportfolio zu bedienen. Die jahrzehntelange Erfahrung in den Bereichen Hardware-Design, Qualitätsmanagement und Montageplanung stellen eine effiziente Fertigung und zügige Instal-

lation sicher. Letztere soll mit der geplanten Inbetriebnahme im Juli 2020 abgeschlossen werden. Damit werden die Energiedienst Laufwasserkraftwerke Wyhlen und Ryburg-Schwörstadt auch in Zukunft zuverlässig rund um die Uhr nachhaltig erzeugten Strom bereitstellen und einen wichtigen Beitrag zur Energiewende leisten. □

Autor/Kontakt: Claus Kirmaier
Tel.: +49 8332 936363
E-Mail: c.kirmaier@benning.de



Scannen Sie den QR-Code für weitere Informationen.

Maximaler Schutz für internationale HGÜ-Verbindung



BENNING sichert mit einem redundanten Stromversorgungssystem den unterbrechungsfreien Betrieb der Hochspannungsgleichstrom-Verbindung „Nemo Link“.

Die Hochspannungsgleichstrom-Verbindung „Nemo Link“ soll dafür sorgen, dass das Stromnetz Großbritanniens mit dem belgischen Netz verbunden wird. Es handelt sich hierbei um eine rund 140 km lange Verbindungsleitung über Unterseekabel durch die Nordsee. Mit ihrer Hilfe will man eine Erhöhung der Energiesicherheit beider Staaten erreichen. Zum anderen soll Nemo Link die Integration von erneuerbaren Energien in das europäische Energiesystem vorantreiben. Durch diesen internationalen Stromaustausch kann die Variabilität der regionalen Erzeugung erheblich verringert werden.

Bipolare HGÜ-Seekabel

Endpunkt in Belgien ist das Industriegebiet Herdersbrug, ein Stadtteil von Brügge. Auf englischer Seite endet die Verbindung auf dem Gelände des stillgelegten und 2012 abgerissenen Kraftwerks Richborough, nahe der Stadt Sandwich in Kent. Das Rückgrat der Übertragungsstrecke bilden zwei Seekabel, die als symmetrische Monopol-Konfiguration jeweils mit einem Hochspannungspotenzial in entgegengesetzter Polarität und mit einer Gleichspannung von ± 400 kV betrieben werden.

Die maximale Übertragungsleistung beträgt 1 Gigawatt. Alle für den Betrieb notwendigen Stromrichterstationen und Transformatoren wurden von einem Konsortium bestehend aus der Siemens AG (Deutschland), der

Siemens Transmission and Distribution Ltd. (Manchester, UK) und Siemens Belgien geliefert und entwickelt.

Erfahrener Industriepartner

Zur Absicherung des Systems gegen Netzstörungen oder Ausfälle suchte Siemens einen Partner, welcher über entsprechende Erfahrungen sowie höchst zuverlässige Stromversorgungen und USV-Anlagen im Bereich industrieller Anwendungen verfügt. Eine Anfrage ging daher auch an das Unternehmen BENNING, das bereits auf eine langjährige erfolgreiche Partnerschaft mit Siemens zurückblickt und sich u. a. durch seine Zuverlässigkeit und die hervorragende Unterstützung des Projektes „Western HVDC Link“ empfehlen konnte.

In der Designphase zwischen August 2016 und Februar 2017 wurden sowohl der endgültige Systemaufbau entwickelt als auch die kaufmännischen Bedingungen vereinbart. Gemäß den individuellen Kundenanforderungen entwickelte man eine technisch konforme und höchst zuverlässige Lösung mit langer Lebensdauer sowie niedrigen Gesamtbetriebskosten. Im Februar 2017 erteilte Siemens den Auftrag zur Herstellung der gewünschten dualen Stromversorgungen und USV-Anlagen.

Maximale Verfügbarkeit

Der Aufbau des von Siemens konzipierten und von BENNING realisierten Systems ist 2n+1 redundant.



TEBECHOP 13500 SE,
19" Gleichrichtermodul,
110 V - 110 A

INVERTRONIC,
Wechselrichter, 15 kVA

ENERTRONIC I 3-3,
Industrie-USV-System,
160 kVA - 384 V DC Zwischenkreisspannung

Eingesetzt werden zwei Industrie-USV-Anlagen der Baureihe ENERTRONIC I 3-3 (160 kVA / 384 V Zwischenkreisspannung), zwei modulare in n+1 Redundanz ausgelegte Gleichrichtersysteme (jeweils basierend auf fünf Modulen des Typs TEBECHOP 13500 SE / 110 A) sowie zwei Industrie-Wechselrichter des Typs INVERTRONIC I (15 kVA). Hinzu kommen zwei Batteriesysteme, welche die Lasten jeweils während einer maximalen Überbrückungszeit von sechs Stunden mit Strom versorgen können. Der redundante Systemaufbau gewährleistet eine maximale Verfügbarkeit aller angeschlossenen kritischen Verbraucher.

Die Gleich- und Wechselrichtersysteme dienen der Versorgung der Steuerungs- und Sicherheitssysteme vor Ort. Gleichzeitig sichern die USV-Systeme die Motoren des HGÜ-Konverter-Wasserkühlsystems gegen einen Netzausfall ab und überbrücken den Zeitraum bis der Diesel-Notstromgenerator hochgefahren ist.

Die Dimensionierung des Bypass-Transformers ist entsprechend den hohen Strömen, die beim Anlaufen der Motoren evoziert werden, ausgelegt. Käme es hier zu einem Ausfall der USV-Anlage, würde auch das Wasserkühlsystem nicht mehr funktionieren. Ein Totalausfall des Stromversorgungssystems hätte eine Unterbrechung der HGÜ-Verbindung zur Folge.

Permanenter Kundenkontakt

Der gesamte Fertigungszeitraum betrug 21 Wochen. Die Lieferung am Standort Belgien erfolgte im Juli 2017 – am britischen Standort im November 2017. Für das Projektmanagement und die Abstimmung mit Siemens in Manchester war BENNING UK verantwortlich. Diese Niederlassung stand mit dem Kunden permanent in persönlichem Kontakt, was im Hause BENNING seit jeher die zentrale Basis für eine erfolgreiche Zusammenarbeit darstellt.

Das Stromversorgungssystem wurde im August 2018 in Betrieb genommen, und auch die Inbetriebnahme des gesamten HGÜ-Systems ist inzwischen abgeschlossen.

Weitere HGÜ-Projekte

Darüber hinaus erhielt BENNING den Auftrag für die Stromversorgungssysteme im Rahmen des Cobracable HGÜ-Projektes, einer Verbindungsleitung zwischen den Niederlanden und Dänemark – sowie dem ALEGrO-Projekt (Aachen Liège Electricity Overlay), der ersten Stromverbindungsleitung zwischen Deutschland, Belgien und dem „ElecLink“ HGÜ-Projekt. Letzteres soll die Stromnetze von Frankreich und Großbritannien durch den Eurotunnel verbinden.

„Wir verstehen dies als Bestätigung unserer professionellen Arbeit und als Ansporn für zukünftige Projekte“, so Ulrich Borkers, zuständig für die Geschäftsfelder Industrie und UPS bei BENNING.

Fazit: Effizient und zuverlässig

Zusammen mit der HVDC Plus-Technik von Siemens sorgen die BENNING Stromversorgungen und USV-Anlagen dafür, dass ein unterbrochener und effizienter Stromtransport über eine Entfernung von etwa 140 Kilometern realisiert wird. Beide Unternehmen tragen daher maßgeblich dazu bei, dass die Haushalte auf beiden Seiten des Ärmelkanals zuverlässig mit Strom versorgt werden. □

Autor/Kontakt: Ulrich Borkers
Tel.: +49 2871 93-389
E-Mail: u.borkers@benning.de



Scannen Sie den QR-Code für weitere Informationen.

BENNING

Elektrotechnik und Elektronik
GmbH & Co. KG

Werk I
Münsterstr. 135-137

Werk II
Robert-Bosch-Str. 20

46397 BOCHOLT
GERMANY

Tel.: +49 2871 93 0
Fax: +49 2871 93 297

E-Mail: info@benning.de

www.benning.de

