

# Leittechnische Migration und Optimierung im Windschatten einer Revision

## Simulatoreinsatz sichert fehlerfreie IBS und Blockanfahrt

Thomas Schröck, Ingo Albrecht und Horst-Günther Stürenburg

### Abstract

*Combining migration and optimisation of DCS in an existing scheduled maintenance – Use of simulator for faultless DCS commissioning and startup*

*During outage for a scheduled maintenance the existing SPPA-T2000 control system of unit K (BoA 1) at RWE Power AG's Niederaußem power plant was to be replaced by the SPPA-T3000 control system. At the same time an increase in the unit's flexibility with regard to primary and secondary control operation, a reduction of smallest exporting load as well as a reduction of startup time were intended. In order to accomplish these goals, the SPPA-S3000 simulator 1,100 MW block unit G (BoA 3) of RWE Power AG's Neurath power plant owned by KWS supporting the new DCS was planned to be used for advance-commissioning and subsequent optimisation of the DCS.*

*This approach was chosen for the benefit of the project's cost effectiveness. The simulator was used in order to reduce the commissioning time period for the main DCS to just a few hours. Within this time, the unit should reach load operation even during the first startup controlled by the unit master program.*

*Based on the existing simulator, the process models for BoA1 were developed. With the help of migration tools from Siemens AG the automation code was translated to the new SPPA-T3000 control system.*

*Thanks to the advanced commissioning of the main DCS independent of the main project, the unit started-up as planned, quickly and efficiently, without any need for further corrections. The operating personnel, which had already been trained on the SPPA-T3000 control system, actively assisted the commissioning of the real unit, successfully safeguarding plant operations.*

### Autoren

**Dipl.-Ing. Thomas Schröck**  
Technische Dienste  
RWE Power AG  
Grevenbroich/Deutschland

**Dipl.-Ing. Ingo Albrecht**  
Siemens AG  
Erlangen/Deutschland

**Dipl.-Ing. Horst-Günther Stürenburg**  
KRAFTWERKSSCHULE E.V.  
Essen/Deutschland

### Projektziele

Im Zuge des sich verändernden Energiemarkts und der damit verbundenen Flexibilisierungsanforderungen auch für Braunkohleblöcke wurde im Jahr 2011 das Projekt „Leittechnikmigration auf SPPA-T3000“ am Block K im Kraftwerk Niederaußem (Bild 1) ins Leben gerufen. Die hierbei im Fokus stehenden Flexibilisierungsmerkmale waren unter anderem die Verkürzung der Blockanfahrzeit, die Erhöhung der Primär- und Sekundärregelleistung sowie des Laständerungsgradienten, die Verringerung des Mindestlastpunkts und die Vollautomatisierung sowie Nachstartfähigkeit des Blockleitsystems. Wirtschaftlich umgesetzt werden kann eine solche Maßnahme nur

- ohne zusätzliche Nicht-Verfügbarkeitszeit und
- im „Windschatten“ einer Revision.

Daher waren eine vorlaufende Qualitätssicherung und Optimierung der Leittechnik unumgänglich. Diese konnten nur durch eine virtuelle IBS sowie Optimierung an einem Simulatormodell der Anlage erreicht werden.

### Simulationstechnik

Bei virtuellen Inbetriebsetzungen (IBS) der Hauptleittechnik (HLT) in Neubau- und Modernisierungsprojekten haben sich Simulatorkonfigurationen bewährt, wie sie in modernen Schulungssimulatoren zum Einsatz kommen. Diese bestehen aus dem virtuellen Leitsystem des HLT-Lieferanten (in diesem Fall SPPA-S3000), das das Verhalten des Originalleitsystems im Kraftwerk nachbildet, und dem Simulationsrechner, auf dem alle verfahrenstechnischen und elektrischen Anlagenbereiche sowie die Bereiche der Nebenleittechnik simuliert werden.

Die Bedien- und Beobachtungsebene des virtuellen Leitsystems besteht aus den Original-Bedienplatzkomponenten des SPPA-T3000-Leitsystems. Sie ist über den Application-Highway, ein Standardrechnernetzwerk, mit der Serverebene verbunden. Die Originalanwendungssoftware des HLT-Systems wird auf den Application-Servern ausgeführt, wobei sowohl die Bedien- und Beobachtungsfunktionen einschließlich Diagnosedarstellung als auch die Engineering-Funktionalitäten uneingeschränkt in der Simulatorumgebung verfügbar sind.



Bild 1. RWE-Power-Kraftwerk Niederaußem (Quelle: RWE Power AG).

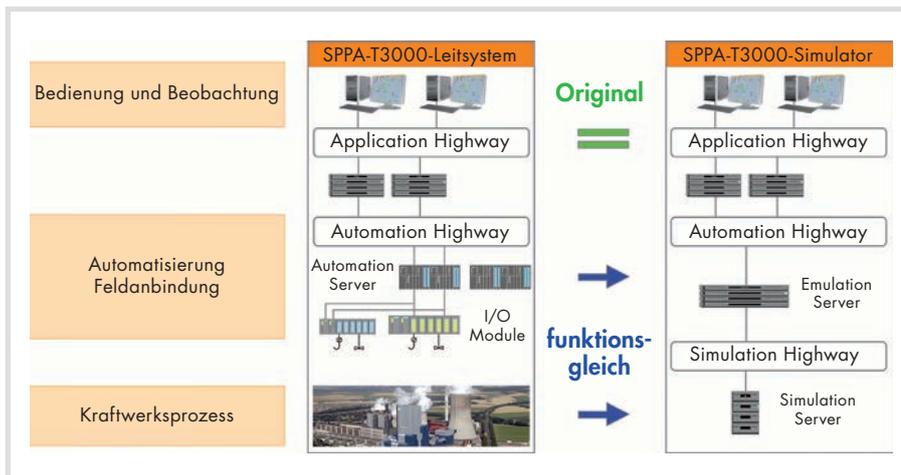


Bild 2. Simulatorkonfiguration – SPPA-T3000 vs. SPPA-S3000.

Im Kraftwerk sind die Automation-Server über den Automation-Highway mit der Serverebene verbunden. Diese werden in der Simulatorumgebung auf einem Emulationsserver softwaremäßig nachgebildet. Sie führen den von der Serverebene geladenen Automatisierungscode aus bzw. interpretieren diesen. Bei diesem Emulationsprinzip verhält sich die emulierte Automatisierung in der Simulatorumgebung gegenüber den Prozessmodellen so wie die Original-HLT im Kraftwerk gegenüber den realen Prozessen.

Auf dem Simulationsrechner werden die Kraftwerksanlagenbereiche sowie die Nebenleittechnik nachgebildet. An der Schnittstelle zum Leitsystem werden im Modell die Sensorik sowie die Kopplungen zur Nebenleittechnik und zu den Blackbox-Systemen simuliert. Das Dateninterface zwischen Hauptleittechnik und Simulationsmodellen entspricht im Umfang der Feldanbindung im Kraftwerk, die dort verdrahtet oder in Form von Signalbussen ausgeführt ist. Das Signalinterface umfasst bei einem modernen Kohlekraftwerk typischerweise mehr als 40.000 Signale. In der Simulationsumgebung ist dieser Signalumfang vollständig nachgebildet und wird zehnmal pro Sekunde zwischen virtuellem Leitsystem und Simulationsmodellen ausgetauscht.

Mit dieser Simulationsumgebung ist eine Testumgebung verfügbar, in der vorlaufend zur eigentlichen IBS im Kraftwerk der nahezu vollständige Test der leittechnischen Funktionen der HLT durchgeführt werden kann. Die Tests umfassen die Einzel-, Gruppen- und Blockleitebene und decken den Bereich von der Anbindung des Feldes an die HLT über einzelne Verriegelungen bis hin zum Test des Anfahr- und Abfahrvorgangs eines Blocks ab. Bei einem ausreichend definierten Testumfang und bei genügender Testzeit können die in der HLT konfigurierten leittechnischen Funktionen getestet werden. Korrekturen der Konfiguration und Parametrisierung des Leitsystems können unmittelbar in der

Simulatorumgebung durchgeführt und bis zur fehlerfreien Funktion wiederholt geprüft werden (Bild 2).

### Durchgeführte Projekte mit virtueller IBS

RWE Power AG, Siemens AG und KRAFTWERKSSCHULE E.V. (KWS) haben bisher bei zwei Projekten die virtuelle IBS der HLT erfolgreich gemeinsam durchgeführt:

- Kraftwerk Neurath Block D, 600 MW Braunkohle, HLT-Retrofit-Projekt und
- Kraftwerk Westfalen Block D, 800 MW Steinkohle, Kraftwerksneubau.

Der 600-MW-Block D im Kraftwerk Neurath ist seit dem Jahr 1975 in Betrieb. Die HLT wurde seinerzeit in BBC Decontic (Steuerung) und H&B Contronic 2 (Regelung) ausgeführt. Im Rahmen des Retrofitprojekts zur Blockflexibilisierung wurde die HLT durch das Leitsystem SPPA-T3000 der Siemens AG ersetzt. Die Verbesserung der Primär- und Sekundärregelbarkeit sowie eine deutliche Absenkung des Mindestlastpunkts zur Blockflexibilisierung waren ebenfalls die wesentlichen Hauptziele des Modernisierungsprojekts.

Zur Absicherung einer effizienten und erfolgreichen Blockinbetriebnahme wurde im März 2010 von den Vertragspartnern entschieden, eine virtuelle IBS der HLT vorlaufend an einer Simulatorplattform der KWS durchzuführen. Nach einer Projektdauer von nur sieben Monaten wurden die wesentlichen Funktionsbereiche im Rahmen der virtuellen IBS im September 2010 erfolgreich getestet.

Das im Bau befindliche Kraftwerk Westfalen mit seinen Blöcken D und E wird als Steinkohle-Doppelblockanlage der neuesten Generation mit überkritischen Prozesswerten ausgeführt. Die Leittechnik wurde im Jahr 2012 ebenfalls im Vorlauf zur IBS im Kraftwerk am Simulator für Steinkohlekraftwerke der KWS getestet und optimiert. Ziel dieses Projekts war einerseits das frühzeitige Erkennen und Bearbeiten von Problemen im Automatisierungscode

der HLT, andererseits die Erstellung einer betriebsfähigen Simulatorumgebung zur Erstsichtung des zukünftigen Bedienpersonals. Nach erfolgreichem Abschluss der virtuellen IBS startete der Schulungsbetrieb am Steinkohlesimulator 800 MW am 27. Februar 2012 im Kraftwerk Westfalen.

### Projekt – Ort und Team

Wie auch bei den bereits durchgeführten Leittechnikprojekten, bei denen eine virtuelle Inbetriebsetzung zum Einsatz gekommen war, wurde ein Projektkernteam zusammengestellt, das die Automatisierung einschließlich Steuerung und Regelung an dem Blockmodell verifizierte.

Dabei hat sich bewährt, dass der Betreiber Fachleute des Produktionsbetriebs wie der Verfahrens- und Leittechnik entsendet. Vom Leittechniklieferanten wurden Spezialisten mit Anlagen-Know-how und Kenntnissen der Leitsysteme SPPA-T2000 (Teleperm XP) und SPPA-T3000 benötigt. Weitere Experten unterstützten die Fail-safe-Funktionen und den Turbinenregler. Darüber hinaus waren erfahrene Modellingenieure von KWS und GSE Power Systems Inc., USA, sowie ein KWS-Simulatortrainer in das Projektteam eingebunden.

Die Einsatzorte des Projekts waren für die Leittechnikmigration der Siemens-Standort Erlangen und für die virtuelle IBS die KWS in Essen. Die Systemgespräche wie auch die IBS wurden auf der Anlage im Kraftwerk Niederaußem durchgeführt (Bild 3).

### Projektverlauf

Elf Monate vor geplanter Netzschaltung nach Revision erfolgte die Auftragsvergabe an die Siemens AG und KWS. Der zeitliche Rahmen zur Modellierung des Blocks, der Migration der Leittechnik und der Durchführung der virtuellen IBS mit anschließender Optimierungsphase der komplexen Kraftwerksfahrweisen war damit sehr eng bemessen. Die vorlaufende virtuelle IBS wurde in zwei Phasen aufgeteilt:

In der ersten Phase, der Migrationsphase, wurden die vorhandenen leittechnischen Funktionen aus SPPA-T2000 mit Software-Werkzeugen automatisiert in die SPPA-T3000-Umgebung umgesetzt. Notwendige manuelle Anpassungen der Logiken und der Anlagenbilder wurden auf den Entwicklungsservern bei Siemens vorgenommen. Funktionserweiterungen der HLT wurden bewusst zu diesem Zeitpunkt noch nicht in den Automatisierungscode eingebracht.

Parallel hierzu wurde bei KWS eine Simulatorumgebung (SPPA-S3000) eingerichtet, die das virtuelle Leitsystem und den Simulationsrechner für die Nachbildung der Prozessmodelle umfasst. Die Prozessmodelle für die BoA 1 wurden aus den vorhandenen Prozessmodellen des KWS-



Bild 3. Virtuelle IBS bei der KWS.

Schulungssimulators für Braunkohlekraftwerke (Variante BoA 3) entwickelt und mussten daher nicht komplett neu erstellt werden.

Der migrierte Code des Leitsystems wurde Anfang 2012 in das virtuelle Leitsystem der Simulatorumgebung importiert und anschließend mit den Prozessmodellen gekoppelt. Die Schnittstellen neuer Komponenten wurden am Simulator angepasst. Bereits zu diesem frühen Zeitpunkt wurden Unstimmigkeiten im Automatisierungscode erkannt und an die Experten am Siemens-Entwicklungsserver in Erlangen zurückgemeldet. Fehler wurden dort beseitigt, und mit einem zweiten Codeabzug konnte eine Qualität erreicht werden, mit der sich im Zusammenspiel von Prozessmodellen und Leittechnik Anfahrvorgänge durchführen ließen. In dieser Projektphase lag der Schwerpunkt zunächst auf der Validierung der Prozessmodelle. Weitere Probleme, die sich aus der Migration des Codes ergeben hatten, wurden identifiziert und gelöst. Notwendige Engineeringarbeiten dazu wurden nun direkt in der Simulatorumgebung durchgeführt, die ab diesem Zeitpunkt somit die Funktion des „Masters“ für den Leittechnik-Code übernahm.

Die Fail-safe-Software und die Turbinenregelung konnten nicht automatisch migriert werden, sodass diese in Erlangen neu projektiert wurden. Die identifizierten Programmierfehler wurden in der Simulatorumgebung direkt bearbeitet. Am Ende der Migrationsphase, lange vor der IBS des Kraftwerksblocks nach der Revision, stand ein qualitätsgeprüfter Automatisierungscode (Migrationscode) zur Verfügung, mit dem der Block hätte in Betrieb gesetzt werden können. Darüber hinaus stand ein

geprüftes Modell des simulierten Blocks für die nächste Entwicklungsstufe zur Verfügung.

Nun galt es in der zweiten Phase, die in der realen Anlage im Vorfeld identifizierten Optimierungsmöglichkeiten sowie alle aus verfahrenstechnischen Änderungen resultierenden leittechnischen Erweiterungen in die Automatisierung der Simulatorumgebung einzubringen. Dabei konnten jeweils unmittelbar anschließend die Tests im Zusammenspiel mit dem Modell durchgeführt werden. In dieser Projektphase war der Simulator weiter Master für das Engineering des Automatisierungscodes. Zum Abschluss dieser Phase wurden wiederholt vollständige An- und Abfahrvorgänge durchgeführt, wobei das Blockleitprogramm und die untergeordneten Funktionsgruppen alle Kraftwerkskomponenten in bzw. außer Betrieb nahmen. Ausgewähltes Bedienpersonal des Blocks wurde in dieser Phase am Simulator vorab mit der erweiterten Funktionalität der Leittechnik vertraut gemacht.

Wenige Tage vor der IBS des Kraftwerksblocks mit der neuen HLT wurde der Code aus der Simulatorumgebung exportiert und in das Leitsystem am Kraftwerksstandort importiert. Ab diesem Zeitpunkt wurden die Server im Kraftwerk Master für die Leittechnik. Mit Beginn der IBS im Kraftwerk wurde die vorlaufende IBS am Simulator planmäßig beendet.

Während der Revision wurden alle Automatisierungsserver aus den vorhandenen Schränken ausgetauscht, die FUM-Baugruppen des TXP-Systems hochgerüstet und im Anschluss in Betrieb genommen. Aufgrund der Beibehaltung sämtlicher Verkabelung wurden die Geber und Messungen nur stichprobenartig auf Plausi-

bilität geprüft. Es erfolgte unter anderem eine 100%-Prüfung vom Geber bis zum Anlagenbild aller schutzrelevanten Signale. Weiterhin wurde eine 100%-Prüfung aller Signale, die verdrahtungstechnisch geändert wurden, getätigt.

Alle SIPOS- und SIMOCODE-Antriebe, die eine Profibus-Kopplung haben, sowie auch alle konventionell angesteuerten Antriebe wurden zu 100 % geprüft und in Teststellung durchgefahren. Am Ende der Revision konnte der Block über die Blockleitebene ohne weitere Störungen ans Netz gebracht werden.

Nach der erfolgreichen IBS des Kraftwerksblocks wurde der in der Anlage genutzte Automatisierungscode wieder in das Leitsystem der Simulatorumgebung importiert. Hier wurde der Automatisierungscode noch einmal im Zusammenspiel mit Simulationsmodellen verifiziert. Vom Blockleitprogramm gesteuerte An- und Abfahrvorgänge, die Primär- und Sekundärregelbetriebspunkt und die leittechnischen Funktionsabläufe von Kannlastfällen wurden abschließend am Simulator ohne Gefährdung der realen Anlage getestet. Diese Erkenntnisse wurden aus der Simulatorumgebung in die Automatisierung eingebracht und an das Kraftwerk zur Codeänderung vor Ort gemeldet.

### Erkenntnisse aus der virtuellen IBS

Durch die oben beschriebene Vorgehensweise der virtuellen IBS in zwei Phasen konnten viele wichtige Erkenntnisse gewonnen werden. Aufgrund der Trennung in die Migrations- und die Optimierungsphase wurden Unstimmigkeiten eindeutig ihrer Ursache zugeordnet. Die Migrationsprozesse konnten dadurch stark verbessert werden. Eine hohe Qualität der Optimierungen wurde ebenfalls erreicht.

Die Umsetzung des Automatisierungs-codes von SPPA-T2000 nach SPPA-T3000 ist größtenteils automatisch erfolgt. Teile mussten aufgrund der Weiterentwicklung des Leitsystems sowie moderner neuer Regel- und Steuerungskonzepten von Hand umgesetzt werden. Speziell komplexere Softwarestrukturen wie Gruppensteuerungen, Untergruppensteuerungen oder Aggregatumschaltungen mussten manuell an die Eigenschaften von SPPA-T3000 angepasst werden. Aufgrund dieser Umsetzung war die Überprüfung des neuen Automatisierungs-codes an einem Simulator sehr hilfreich.

Die BoA 1 zählt durch den Einsatz innovativer Techniken zu den modernsten Braunkohlekraftwerken der Welt. Dafür mussten schon bei der Erst-IBS alle Möglichkeiten des Leitsystems SPPA-T2000 ausgeschöpft werden. Für die Siemens AG ergab sich daraus auch die Chance, in komplexen Großanlagen Erfahrungen im Migrationsprozess zu sammeln.

Die während der virtuellen IBS gewonnenen Erkenntnisse wurden am Simulator bewertet, umgesetzt, katalogisiert und im Anschluss erneut getestet. Durch die Intensität und vor allem durch die Praxisnähe der Tests konnten auch kleine Probleme wie nicht ordnungsgemäße Bildanbindungen aufgedeckt und im Vorfeld behoben werden.

Ein weiterer Vorteil des Zweiphasentests war die Validierung der Simulationsmodelle in der Migrationsphase. Durch eine in der Funktion stimmige migrierte Software konnte das Modell optimal auf die Optimierungsphase vorbereitet werden. Es wurden Ungenauigkeiten im Modell aufgedeckt und mit deren Behebung ein möglichst genaues Bild der Anlage erreicht. Diese realitätsgetreue Modellgüte war für die Optimierungsphase besonders wichtig. Insbesondere wurden die neu projektierten Verbesserungen intensiv auf ihr Verhalten in der realen Anlage getestet. Dadurch konnte ein reibungsloser Ablauf der IBS auf der Anlage garantiert werden. Abschließend wurden alle Kannlastfälle ausgelöst und auf den richtigen Ablauf beim Abfangen der Anlage kontrolliert.

### IBS im Kraftwerk

Nach der Außerbetriebnahme des auszutauschenden Leitsystems SPPA-T2000 wurden die notwendigen Hardwareumbaumaßnahmen zur Umrüstung auf SPPA-T3000 durchgeführt. Nach der Systeminbetriebnahme erfolgte eine punktuelle Zuordnungsüberprüfung der Messtechnik sowie eine 100%-Prüfung aller schutzrelevanten Signale. Antriebe, die aus der Schaltanlage angesteuert werden, erhielten eine 100%-Zuordnungsüberprüfung durch Betätigung eines jeden Fern-Vorortschalters. Sowohl Blackboxen als auch die busgesteuerten Antriebe wurden vollständig in Teststellung durchgefahren.

Zum Ende der Revision konnte dann die leittechnische Wiederinbetriebnahme des Blocks erfolgen. Dabei wurde die verbleibende Revisionszeit genutzt, um bereits betriebsbereite Nebenanlagen über die Untergruppensteuerungen zu starten. Des Weiteren wurde die Vorwärmung des Dampferzeugers nach Freigabe des Luft-Rauchgaswegs frühzeitig angestoßen.

Nach Beendigung aller Revisionsarbeiten wurde das Blockleitprogramm in Betrieb genommen. Aufgrund der umfangreichen Tests bei der virtuellen IBS wurden nahezu keine leittechnischen Änderungen notwendig. Bis auf die standardisierte Brennerverriegelungsprüfung und die Wartezeit auf Dampfreinheit konnte der Block ohne weitere Haltepunkte und Störungen innerhalb von 14 Stunden ans Netz gebracht werden.

### Erreichte Ziele

Zum Ende der virtuellen IBS stand ein getesteter und nahezu fehlerfreier Automatisierungscode zur Verfügung, der in der Simulatorumgebung durch umfangreiche Tests qualifiziert worden war. Das Engineering der HLT war damit nahezu abgeschlossen.

Zu diesem Zeitpunkt war das Bedienpersonal bereits mit dem Leitsystem und den realisierten Automatisierungsfunktionen in der Einzel-, Gruppen- und Blockleitebene vertraut und hatte schon mehrfach den Anfahrvorgang durchgeführt. Es war somit optimal für eine aktive Unterstützung der realen IBS vorbereitet. Es konnte auftretende Fehler schnell und sicher erkennen.

Dieser Ausgangszustand führte dazu, dass die reale IBS der HLT im Kraftwerk auf eine Minimalzeit reduziert wurde, der Kraftwerksblock planmäßig in den Produktionsbetrieb überführt werden konnte und damit das Projektziel abgesichert wurde. Der erste Anfahrvorgang verlief ohne Blockausfall.

Leittechnische Änderungen aufgrund fehlerhafter Programmierung waren im Kraftwerk nicht mehr notwendig. Weitere Zeiterparnisse wurden durch bereits am Simulator ausgeführte Testfahrten erreicht, zum Beispiel Prozessfreigaben, Schutzverriegelungen und Aggregatumschaltungen. Insbesondere war die Nachstartfähigkeit der Funktionsgruppen und des Blockleitprogramms bereits zu Beginn der IBS im Kraftwerk gegeben.

Der aufwendige Test der Fail-safe-Funktionen erfolgt oft im Umleitbetrieb mit laufender Zünd- bzw. Hauptfeuerung, aber noch vor dem Synchronisieren des Generators mit dem Netz. Da diese Tests vorab

in der virtuellen IBS durchgeführt worden waren, wurde die Inbetriebnahmezeit der Feuerung auf ein Minimum verkürzt. Betriebsmittel wie Brennstoffe konnten in größerem Umfang eingespart werden. Die sicherheitsrelevanten Abnahmen der Fail-safe-Systeme verliefen in der Anlage zeitoptimiert, weil die verantwortlichen Mitarbeiter die notwendigen Abnahmeversuche am Simulator vorbereitet hatten.

Prozessfreigaben und Schutzauslösungen von Großkomponenten waren vorab in der Simulatorumgebung ausreichend getestet worden, sodass diese während der realen IBS nur noch exemplarisch durchgeführt werden mussten. Unnötige Abschaltungen wurden somit vermieden und die Großkomponenten geschont. Alle geforderten Projektziele wie Verkürzung der Blockanfahrzeit, Erhöhung der Primär- und Sekundärregelbarkeit sowie der Laständerungsgeschwindigkeit und die Verringerung der Mindestlast wurden erreicht.

### Fazit

Die Wiederinbetriebnahme des Kraftwerksblocks konnte nach dem leittechnischen Retrofit bzw. der leittechnischen Migration durch die vorlaufende virtuelle IBS ohne leittechnisch bedingte Blockausfälle während der Anfahrprozesse und dem darauf folgenden kommerziellen Betrieb gewährleistet werden. Zusätzlich zeigte sich wiederholt eine wesentlich stressfreiere Inbetriebnahme der Realanlage.

Durch die geringere Anfahrzeit nach dem Leittechnikumbau und den sich daraus ergebenden minimierten Test- und Nachweisfahrten an der Realanlage sowie der Umsetzung der Maßnahmen im Windschatten der Revision konnte die Nicht-Verfügbarkeitszeit stark reduziert werden. Das daraus resultierende beachtliche Wirtschaftlichkeitspotenzial ergibt sich durch den vorlaufenden Einsatz der virtuellen IBS. Die Simulatorplattform kann darüber hinaus für zukünftige Projekte im Rahmen von verfahrens- und leittechnischen Optimierungen verwendet werden. Je nach Ausbaustufe ist die Plattform auch als Schulungssimulator einsetzbar. |

## VGB-Kongress

# KRAFTWERKE 2013

25.-27. September 2013 in Maastricht/Niederlande  
mit Fachausstellung –

Nähere Auskünfte und Informationen:  
VGB PowerTech e.V.  
Postfach 10 39 32 | 45039 Essen  
Tel.: +49 201 8128-211  
Fax: +49 201 8128-350  
E-mail: marthe.molz@vgb.org

# VGB | P O W E R T E C H

International Journal for Electricity and Heat Generation



Please copy >>> fill in and return by mail or fax

Yes, I would like order a subscription of VGB PowerTech.

The current price is Euro 275.- plus postage and VAT.

Unless terminated with a notice period of one month to the end of the year, this subscription will be extended for a further year in each case.

Return by fax to

VGB PowerTech Service GmbH  
Fax No. +49 201 8128-302

or access our on-line shop at [www.vgb.org](http://www.vgb.org) | MEDIA | SHOP.

\_\_\_\_\_  
Name, First Name

\_\_\_\_\_  
Street

\_\_\_\_\_  
Postal Code

\_\_\_\_\_  
City

\_\_\_\_\_  
Country

\_\_\_\_\_  
Phone/Fax

\_\_\_\_\_  
Date 1st Signature

Cancellation: This order may be cancelled within 14 days. A notice must be sent to VGB PowerTech Service GmbH within this period. The deadline will be observed by due mailing. I agree to the terms with my 2nd signature.

\_\_\_\_\_  
Date 2nd Signature

# VGB PowerTech-DVD

More than 12,000 digitalised pages with data and expertise  
(incl. search function for all documents)



## Please fill in and return by mail or fax

I would like to order the VGB PowerTech-DVD  
1990 to 2012 (single user license).

- Euro 950.-\* (Subscriber of VGB PowerTech Journal <sup>1</sup>)
- Euro 1950.-\* (Non-subscriber of VGB PowerTech Journal <sup>2</sup>)  
Plus postage, Germany Euro 7.50 and VAT
- Network license (corporate license), VGB members' edition (InfoExpert) and education license on request (phone: +49 201 8128-200).

\* Plus VAT.

Annual update <sup>1</sup> Euro 150.-; <sup>2</sup> Euro 350.-  
The update has to be ordered annually.

Return by fax or in business envelope with window to  
VGB PowerTech Service GmbH  
Fax No. +49 201 8128-329

\_\_\_\_\_  
Name, First Name

\_\_\_\_\_  
Street

\_\_\_\_\_  
Postal Code

\_\_\_\_\_  
City

\_\_\_\_\_  
Country

\_\_\_\_\_  
Phone/Fax

\_\_\_\_\_  
Date      1st Signature

Cancellation: This order may be cancelled within 14 days. A notice must be sent to VGB PowerTech Service GmbH within this period. The deadline will be observed by due mailing. I agree to the terms with my 2nd signature.

\_\_\_\_\_  
Date      2nd Signature