

# Modernste Prozeß- visualisierung im Kraftwerk Schkopau

**Prozeßvisualisierung und -führung erfolgen im neuen 900-MW-Braunkohlekraftwerk Schkopau, Ostdeutschland, erstmals in der Welt ausschließlich über Großbildschirm und PC-Maus. Lediglich zwei Operateure führen diese große Doppelblockanlage. Pro Block stehen drei Bedienbildschirme und zwei Bildschirme für die Anlagenübersicht zur Verfügung. Das hohe Informationsaufkommen wird durch eine geeignete Informationsaufbereitung und Dialoggestaltung Mensch/Bildschirm und nicht etwa durch einen mitwachsenden Bildschirmumfang bewältigt.**

In der Gemeinde Korbetha zwischen Halle und Merseburg hat die Kraftwerk Schkopau GbR, deren Gesellschafter die VEBA Kraftwerke Ruhr AG (VKR) und die Saale Energie GmbH sind, ein modernes Braunkohlekraftwerk mit einem Nettowirkungsgrad von rund 40 % errichtet **1**. Die Konzeption dieses Kraftwerks sowie Planung, Bau- und Inbetriebnahmeleitung erfolgte durch VKR [1].

Auf Basis der mitteldeutschen Braunkohle stellt das Kraftwerk elektrische und thermische Energie für die Chemieanlagen der BSL (BUNA), für die Deutsche Bahn AG und die öffentliche Stromversorgung bereit.

Bei der Errichtung wurde berücksichtigt, daß Strom und Wärme

- sicher und zuverlässig,
- mit den geringstmöglichen Umweltbeeinflussungen und
- zu wirtschaftlichen Bedingungen erzeugt werden.

Das Kraftwerk Schkopau verfügt über eine Gesamtleistung von rund 900 MW, die mit zwei unabhängig voneinander einsetzbaren Blöcken erzeugt wird (Tabelle 1).

## Betriebskonzept und Anforderungen an die Leittechnik

Beide Blöcke können sowohl Prozeßdampf und Bahnstrom liefern als auch Strom für die öffentliche Stromversorgung im Mittellastbereich bereitstellen und dabei die Anforderungen der Deutschen Verbundgesellschaft e. V. (DVG) erfüllen. Das Betriebskonzept der Doppelblockanlage im Kraftwerk Schkopau sieht zwei unabhängig voneinander einsetzbare Blöcke vor, die sich aus Gründen der Versorgungssicherheit bezüglich Bahnstrom und Prozeßdampf gegenseitig absichern.

Daraus resultiert eine hohe Betriebsflexibilität, die große Anforderungen an die Leittechnik [2] stellt hinsichtlich:

- Blockregelkonzept
- Automatisierungsgrad
- Verfügbarkeit

**Ludwig Herbst  
Winfried Rieger**

ABB Kraftwerksleittechnik GmbH

Das von der Leittechnik zu verarbeitende Mengengerüst umfaßt:

- 6300 analoge Messungen
- 7700 binäre Messungen
- 3500 Einzelsteuerungen
- 600 Funktionsgruppen
- 440 Regelungen
- 160 Elektronikschränke

Im Einsatz ist das ABB Kraftwerks-Leitsystem PROCONTROL P. Kernstücke der Blöcke sind die beiden redundanten Fernbussysteme, die die dezentral in Elektro- und Leittechnik-Zentren angeordneten Teile der Leitanlage miteinander verbinden, so daß an jeder Stelle alle Daten zur Verfügung stehen.

Die Gesamtanlage ist in der Weise automatisiert, daß alle Anlagenteile in den vollautomatisierten Betrieb einbezogen sind. Das Automatisierungskonzept hat eine dezentrale hierarchische Struktur mit der ABB-Blockregelung MODAKOND.

## Die Wartenkonzeption

Die von der VKR konzipierte Warte [3] im Kraftwerk Schkopau ist als Doppelblockwarte ausgeführt und mit zwei Operateuren besetzt. Jeder Operateur überwacht grundsätzlich einen Block und die ihm zugeordneten Allgemeinanlagen. Die Vernetzung des Prozeßführungssystems ermöglicht aber auch einen blockübergreifenden Informationsaustausch, so daß sich die Operateure bei Bedarf gegenseitig unterstützen können. Dies gilt sowohl für den Informationszugriff als auch für die Prozeßeingriffe.

Kommunikationsmittel sind Großbildschirme mit Bedienmaus **2**. Ihre Anzahl ist konsequent auf die Handhabbarkeit des Menschen ausgerichtet. So hat ein Operateur pro Block drei Bedienbildschirme und zwei Bildschirme für die Anlagenübersicht. Das hohe Informationsaufkommen dieser Großanlage wird durch eine geeignete Informationsaufbereitung und Dialoggestaltung Mensch/ Bildschirm und nicht etwa durch einen mitwachsenden Bildschirmumfang bewältigt.

Das Besondere in dieser Warte ist der Verzicht auf Pultmonitore. An ihre Stelle



**900-MW-Braunkohlekraftwerk Schkopau, Ostdeutschland. Die beiden Blöcke arbeiten unabhängig voneinander und erzeugen elektrische Energie für die öffentliche Stromversorgung sowie für die Deutsche Bahn AG. Zudem liefern sie thermische Energie für die chemische Industrie.**

**1**

**Tabelle 1:  
Das Kraftwerk Schkopau in Zahlen**

<i>Gesamtanlage</i>			
Leistung			900 MW
Wirkungsgrad			40 %
<i>Dampferzeuger</i>			
Feuerungswärmeleistung (therm.)			2 × 1265 MW
Dampfleistung			2 × 1360 t/h
Dampfparameter	Hochdruck		285 bar/545°C
	Zwischenüberhitzung		70 bar/560°C
<i>Turbinen</i>			
Nennleistung	50 Hz		2 × 425 MW
	16 ⅔ Hz		1 × 110 MW
<i>Generatoren</i>			
Nennleistung	50 Hz		2 × 575 MVA
	16 ⅔ Hz		1 × 138 MVA

treten variabel belegbare Großbildschirme in der unteren Reihe einer Großbildwand.

Darüber sind die Großbildschirme zur Anlagenübersicht angeordnet **3**. Diese sind ihrer Aufgabe entsprechend als permanent vorhandene Anzeigen konzipiert. Alle wesentlichen, den Prozeß charakterisierenden Informationen erscheinen hier ergonomisch vorteilhaft immer an der gleichen Stelle, so daß der aktuelle Anlagenzustand und das Anlagenverhalten schnell erfäßbar sind. Darüber hinaus bleibt auch das Prozeßbewußtsein des Operators erhalten, d. h. er lernt einzuschätzen, ob die Vorgänge richtig ablaufen.

### Das Prozeßführungssystem

Der Systemaufbau ist gekennzeichnet durch redundante, vernetzte Systemkomponenten **4**. Hauptkomponenten sind die Datenserver, die Koppelgeräte zum Leitanlagenbus, das Local Area Network (LAN) und die Bildschirmbedieneinheiten. Der Ausfall einer Einzelkomponente hat für die Warte keine Folgen.

Die Systemvernetzung sowie die Eingabe spezieller Benutzerberechtigungen ermöglichen ein hochflexibles, den jeweiligen Erfordernissen angepaßtes Prozeßführungskonzept. So kann vom Prozeßführungspult der zentralen Warte die Gesamtanlage bedient und überwacht werden. Dagegen wird in den noch zusätzlich vorhandenen, aber nicht ständig besetzten Vor-Ort-Leitständen für die Ver- und Entsorgung sowie für die Wasseraufbereitung der Zugriff auf die jeweils zugehörigen Anlagenbereiche begrenzt. Am Schichtleiterplatz wird nur informiert, Prozeßeingriffe aber sind gesperrt.

Herzstück des Prozeßführungssystems ist die Dialoggestaltung Mensch-Prozeß. Dazu verfügt das System über ein modernes User-Interface mit folgenden wesentlichen Merkmalen:

- Bildanwahl und Prozeßeingriffe erfolgen ausschließlich mittels Maus und entsprechenden Bedienfenstern.
- Die Bedienfenster sind objektorientiert und werden in Objektnähe eingeblendet **5**. Als Objekte sind z.B. Meßkreise, Antriebe oder Regelungen zu verstehen.
- Die Tastenfelder sind objektspezifisch und beinhalten nur die zu dem jeweiligen Objekt benötigten Funktionen.

Über die Bedienfenster können auch Zusatzinformationen aufgerufen werden. Als Zusatzinformation sind generell alle zu dem Objekt gehörenden Bildtypen anwählbar. Diese und weitere Möglichkeiten zu sogenannten Bild-Queranwahlen verschaffen dem Operateur immer den direkten Zugang zur gewünschten Information. Ein Bildsuchen über Menüs oder Bildhierarchien ist nicht erforderlich bzw.

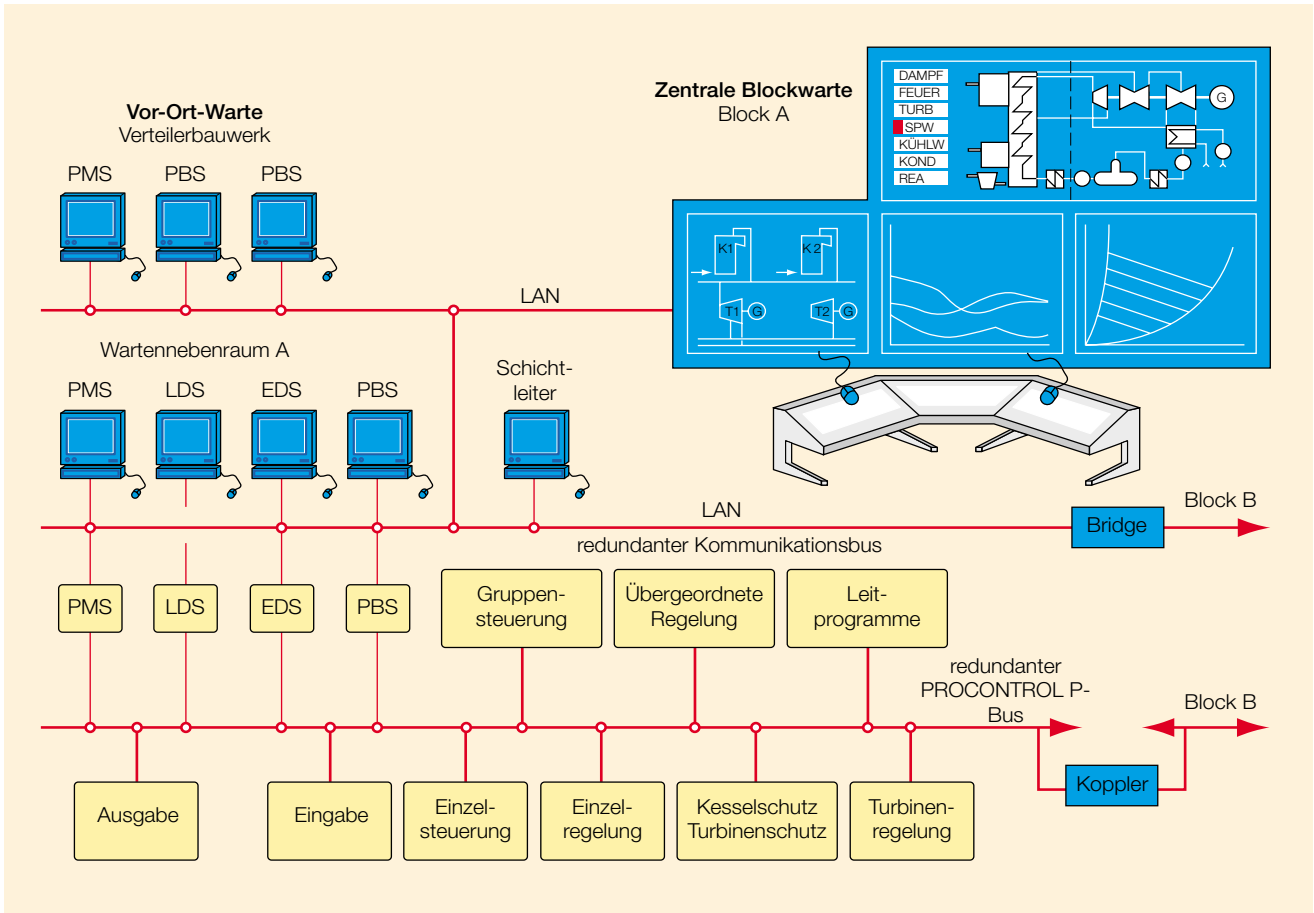


**Die Betriebsführung im Kraftwerk Schkopau erfolgt über Großbildschirme und Bedienmaus** **2**

**Großbildwand zur Prozeßüberwachung und -bedienung** **3**







**Vernetztes, redundantes Prozeßführungssystem**

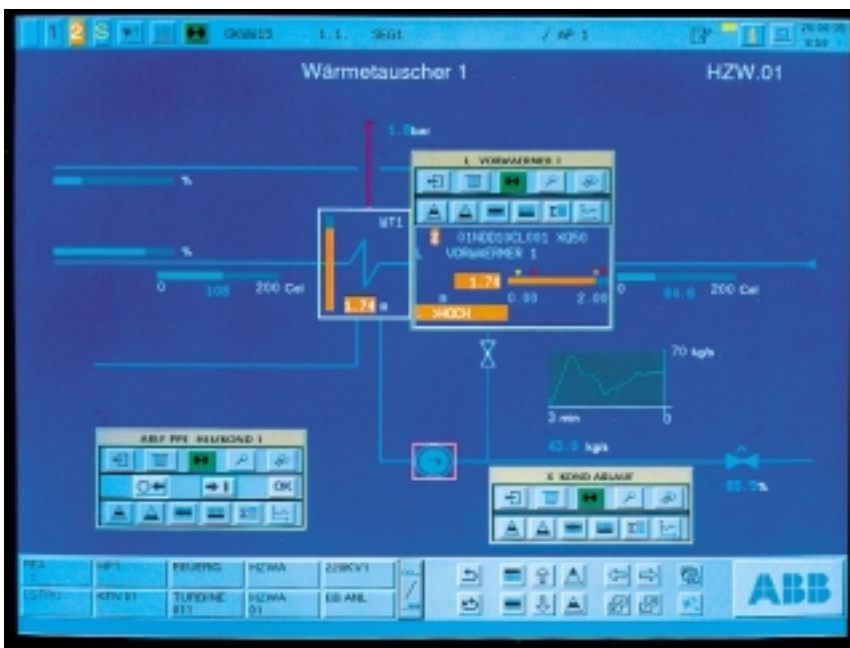
4

EDS *Engineering- und Dokumentationssystem*  
 LDS *Leitanlagen-Diagnosesystem*

PBS *Prozeßbedienstation*  
 PMS *Kraftwerks-Managementsystem*

**Fließbild mit Bedienfenstern**

5



bleibt Sonderfällen vorbehalten. Im Störfall führt ein speziell hierfür entwickeltes Suchprogramm den Operateur zur Meldung der Störfursache bzw. zum Detail-Fließbild, so daß ein korrigierender Prozeßeingriff rasch möglich ist. Des weiteren kann sich der Operateur «seine» Standard-Bildschirmbelegung für bestimmte Betriebsphasen (Anfahren, Lastbetrieb usw.) auf einfache Weise selbst konfigurieren und über nur eine Eintastung für alle zu seinem Arbeitsplatz gehörenden Bildschirme aufschalten. Gleiches gilt im Einzelfall für besonders «beliebte» Bilder.

Aus ergonomischer Sicht ist damit eine der zwingendsten Aufgaben zur vorteilhaften Nutzung der Bildschirmtechnik – nämlich die Anwendung geeigneter Bild-anwahlstrategien, die den Operateur in allen Situationen über nur wenige Anwahlschritte zur gewünschten Information führen – optimal gelöst.

**Das Informations- und Bedienkonzept**

Beide Kraftwerksblöcke und auch die Nebenanlagen sind hoch automatisiert. Das ist Voraussetzung für eine 1-Mann-Fahrweise. Zum Blockstart sind nur wenige Befehle einzugeben. Dies erfolgt in der Gesamtanlagenübersicht. Der Anfahrvorgang sowie der anschließende Leistungsbetrieb werden auch hier überwacht.

Die Kenngrößen des Blocks werden als normierte Balken im oberen linken Bildfeld dargestellt **6**, so daß Unregelmäßigkeiten leicht und schnell erfaßbar sind. Die Anlagenübersicht enthält auch Sammel-Störungsmeldungen zu den wichtigsten Anlagenbereichen. Die Felder zur Störungsanzeige sind gleichzeitig Anwahlfelder für das zugehörige Bereichsbild, was dann auf einem der drei frei belegbaren Bildschirme im unteren Teil der Großbildwand erscheint. Nach nur einer weiteren Eintastung wird dem Operateur über das automatische Störungssuchprogramm das Detailfließbild mit der Einzelmeldung angeboten.

Pro Block sind neben den beiden festen Anlagenübersichtsbildern 30 Bereichsfließbilder und 200 Detailfließbilder vorhanden. Über diese Fließbilder erfolgen bei Bedarf auch die Prozeßeingriffe. Als Zusatzinformation kann der Operateur über 220 Kurven-, 7 Kennlinien- und 10 Profilbilder verfügen, die über sogenannte Queranwahlen ebenfalls sofort erreicht werden.

Alleiniges Bediennittel ist die Maus, sowohl zur Bildanwahl als auch für Prozeßeingriffe. Aus ergonomischer Sicht bietet die Maus die beste Hand-Augen-Koordination, so daß ihre Beliebtheit

leicht verständlich ist. Der Blickwechsel zu einer Tastatur entfällt ebenso wie das Suchen von Einzeltasten innerhalb der Tastatur, die in Anbetracht der umfangreichen Funktionalität des Prozeßführungssystems doch recht zahlreich sein müßten.

Zur Störungsanalyse und für die Auswertung des gesamten Betriebsgeschehens werden alle binären und analogen Prozeßgrößen aufgezeichnet und archiviert. Ein Ausdruck erfolgt nur auf gezielte Anforderung. Ansonsten können alle Informationen über Bildschirm abgerufen werden.

**Die Wartungsgestaltung**

Bei der Gestaltung der Warte hat die VKR neue Wege beschritten: Das Erscheinungsbild des kreisrunden Wartenraums wird geprägt durch die ca. 7 m breite und im Zentralbereich fast 2 m hohe Bildschirmwand **7**. Davor steht das Prozeßführungspult in ebenfalls runder Form. Da die sonst hier üblichen Pultmonitore fehlen, ergeben sich geometrische Ver-

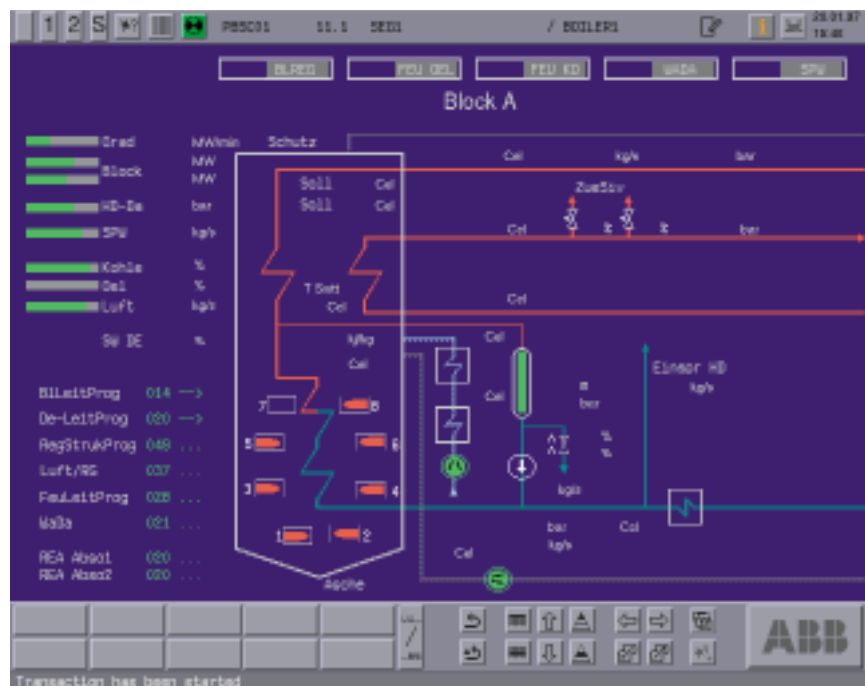
hältnisse, die die Anordnung der unteren Bildschirme der Großbildwand im optimal nutzbaren Gesichtsfeld ermöglichen – ein wichtiger Aspekt, da dies die frei belegbaren Bildschirme sind, an denen gemäß dem definierten Informations- und Bedienkonzept auch mal länger dauernde Vorgänge getätigt werden müssen.

Diese neue Prozeßvisualisierung faßt also die permanent benötigte Anlagenübersicht und die frei belegbaren Arbeitsfelder in einer Ebene zusammen. Das wird insbesondere aus Sicht des Bedienhandlings als angenehm empfunden, zumal mit der Maus über mehrere Bildschirme agiert werden kann.

Die Möglichkeit, jede Art von Prozeßinformation über Großbild darzustellen, hat weitere Vorteile: Gruppendiskussionen in Problemfällen werden erleichtert, da für mehrere Betrachter gleichwertige Beobachtungsbedingungen bestehen. Für repräsentative Aufgaben kann der eine oder andere frei belegbare Bildschirm im stationären Normalbetrieb ohne Beeinträchtigung des laufenden Betriebsgeschehens benutzt werden.

**Gesamtanlagenübersicht des Blocks B. Die Kenngrößen werden als normierte Balken im oberen linken Bildfeld dargestellt.**

**6**





### **Doppelblockwarte im 900-MW-Braunkohlekraftwerk Schkopau**

7

Die Gestaltung der Warte und ihrer Kommunikationsmittel basiert auf ergonomisch gesicherten Kenntnissen.

Zum Beispiel berücksichtigt das Konzept:

- Methoden und Mittel zur sicheren Prozeßführung, wie aufgabenorientierte Gestaltung der Bildinhalte, der Bildanwahl und der Bedienvorgänge
- Farbcodes bei der Informationsdarbietung entsprechend der üblichen Erwartungshaltung der Menschen: Signalfarben für Störungsmeldungen und Medienfarben zur Kennzeichnung von Stoff-Flüssen
- anthropometrische Gesetze bei der Arbeitsplatzgestaltung

Nicht zuletzt verhelfen aber auch die übrige Raumgestaltung mit Sicht ins Freie sowie die Schaffung bester Arbeitsbedingungen durch geeignete klimatische,

akustische und lichttechnische Verhältnisse zu einem erfreulichen und motivierenden Arbeitsklima.

#### **Literaturhinweise**

[1] Braunkohlekraftwerk Schkopau. eb Elektrische Bahnen, Jg. 93 (1995) 9/10, 290–298.

[2] PROCONTROL P: Leitanlage für das 900-MW-Kraftwerk Schkopau. ABB Kraftwerksleittechnik. Druckschrift Nr. D KWL 661596.

[3] Karweina, D.: Perspektiven der Leittechnik am Beispiel des Kraftwerks Schkopau. VGB Kraftwerkstechnik 6/96.

[4] Thierfelder, H. G.: Modernisierung bestehender Kraftwerke. Sonderdruck VGB Kraftwerkstechnik 5/96.

#### **Adresse der Autoren**

Ludwig Herbst  
Winfried Rieger  
ABB Kraftwerksleittechnik GmbH  
Postfach 100 351  
D-68128 Mannheim  
Telefax: +49 (0) 621/381-2267