

## **Wiederinbetriebnahme eines Sexto-Reversiergerüsts mit Umwickelanlage**

*Martin Riess, Alfred Zinke, Alfred Dümmler\*, Michael Brensing, Ingo Heberlein, Klaus-Peter Witoschek\*\**

**Nach sechs Monaten Reparaturzeit (nur fünf Monate nach Vergabe des Elektroteils an Siemens) ist bei der ThyssenKrupp Electrical Steel EBG GmbH (ehemals EBG Gesellschaft für elektromagnetische Werkstoffe) in Bochum das Sexto-Reversiergerüst mit Umwickelanlage seit Ende November 2001 wieder in Betrieb. Durch einen Großbrand Ende Mai 2001 wurden große Teile der Mechanik und Elektrik des Walzenständers sowie die Hydraulik und Emulsionsabsaugung komplett zerstört. Ebenfalls war das Schaltheis mit der Steuerungs- und Messtechnik erheblich in Mitleidenschaft gezogen worden. Im Gesamtplan der über 20 an dem Wiederaufbau beteiligten Firmen wurde Siemens Cold Rolling Mills and Processing Lines Technologies mit der Neuzustellung von Elektrik und Automatisierung beauftragt. Unter den verschiedenen Optionen sprachen für das von Siemens vorgelegte Konzept der Zeitplan, die Liefersicherheit durch die lokale Präsenz und die unterschiedlichen Regelungsfeatures.**

Am 25. Mai 2001 wurden große Teile der Mechanik und Elektrik des Walzenständers sowie die Hydraulik und Emulsionsabsaugung durch einen Großbrand komplett zerstört. Auch das Schaltheis mit der Steuerungs- und Messtechnik war erheblich beschädigt worden.

### **Wiederaufbauarbeiten**

Nach der ersten Bestandsaufnahme musste festgestellt werden, dass ein Ersatz der zerstörten Komponenten und Einbinden in den Gesamtprozess im Vergleich zum Neubau deutlich mehr Zeit beanspruchen würde. Darüber hinaus wurde in der Kombination von neuen und alten Komponenten aus dem Jahr 1982 ein hohes Risiko für die Inbetriebnahme gesehen.

**Problemfaktor Zeitplan.** Bei einem Komplettersatz stellte sich für Siemens ebenfalls die Frage, innerhalb welchen Zeitrahmens dieser erhebliche Umfang zu realisieren ist, da die notwendigen Ressourcen in anderen Projekten eingeplant bzw. gebunden waren und das Volumen der Automatisierung einer schnellen Realisierung entgegenstand.

Eine bei Siemens eingesetzte Task Force führte bereits während der Angebotsphase eine Klärung des Aufwandes und der Ressourcenproblematik durch. Dadurch wurde es möglich,

einzelne Mitarbeiter aus anderen Projekten zeitweise herauszulösen, ohne deren Fortschritt entscheidend zu behindern. Gleichzeitig war eine Strategie für eine zeitlich minimierte Abwicklung aufzubauen.

Unter dem Eindruck eines extrem knappen Zeitplans für Kunden und Lieferanten war die Abstimmung der technischen Details zwischen EBG und Siemens effektiv und zielführend. Alle Vorstellungen von der Bedienung und Instandhaltung der Anlage wurden in das Konzept eingebracht. Speziell beim „Human Machine Interface“ (HMI), also Bedien- und Beobachtungssysteme oder -einrichtungen, das eine hohe Bedeutung für die Betriebssicherheit und Diagnosefreundlichkeit hat, wurden die betrieblichen Belange von EBG voll berücksichtigt, **Bild 1**.

**Erhaltung bestehender elektrischer Anlagen.** Während die weitgehend zerstörten 6-kV-Mittelspannungs- und NS-Schaltanlagen komplett erneuert wurden, konnten die dazugehörigen Transformatoren, die vorhandenen DC-Motoren und Leistungsteile der Hauptantriebe nach gründlicher Überholung in den nahe gelegenen Siemens-Werkstätten wieder verwendet werden.

Für alle drehzahlveränderbaren DC-Antriebe wie Hauptantriebe von Gerüst und Haspel werden Simoreg DC-Master verwendet, wobei bei den Hauptantrieben des Reversiergerüsts neue Ankerregelungen, Feldspeisungen und logische Antriebssteuerung zum Einsatz kamen. Der komplette Ankerkreis inkl. Thyristorschränke, Impulsverstärker etc. konnten aber erhalten bleiben. Die Nahtstelle zwischen weiter verwendeter und neuer Ausrüstung war hier also das Impulskabel zu den Thyristorschränken. Bei den Gerüstantrieben wurde aufgrund der vorhandenen Thyristorenschaltung der alte Stromregler ebenfalls wieder verwendet. Die Schnittstelle zur vorhandenen Anlage war damit der Stromsollwert.

Für die DC-Antriebe von Doppelkopfhaspel (DKH) im Reversiergerüst (RCM) sowie für die Haspeln in der Umwickelanlage (UWA) kommen neue Simoreg DC-Master Kompletteräte mit integrierten Thyristorsätzen zum Einsatz.

Für alle neuen drehzahlveränderbaren AC-Antriebe wie Umlenk- und Planheitsrollen, geregelte Absaugventilatoren, Verstellantriebe der mechanischen Anstellung sowie mehrere Hilfsantriebe der Umwickelanlage werden Simovert Masterdrive-Geräte und Drehstrom-Asynchronmotoren verwendet. Die Antriebe werden dabei von einer gemeinsamen Gleichstrom-Zwischenkreisschiene gespeist.

Die durchlaufenden Festdrehzahlantriebe für die Nebenanlagen sowie der neuen Öl-, Schmier- und Wassersysteme werden direkt von den neuen Niederspannungsverteilungen gespeist.

Für das für die Unterbringung der neuen Schaltanlage und Automatisierungssysteme notwendige Schalthaus wurden die gesamten Infrastruktureinrichtungen wie Beleuchtung, Klimatechnik und Kommunikation geliefert. Auch das durch den Brand vollständig zerstörte Steuerhaus ist durch einen neuen zentralen Leitstand ersetzt worden.

### **Neue Automatisierung**

Bereits in einem frühen Klärungsstadium zeichnete sich ab, dass einem klaren Schnitt bei der Automatisierung der Vorzug zu geben wäre - vor einer „Flicklösung“ mit einer teilweisen Beibehaltung von alten Antriebs- und Automatisierungskomponenten. Auch wenn manche Teile erhalten hätten werden können, zeigte es sich bereits bei der Klärung, dass eine Teillösung zu einer inhomogenen Automatisierungslandschaft und somit zu einer Vielzahl von speziellen Schnittstellen geführt hätte, die einem späteren wirtschaftlichen, stabilen und wartungsfreundlichen Betrieb entgegengestanden hätten.

So konnte die heute übliche dezentrale Peripherie parallel mit den überholten und teilweise neuen Aggregaten installiert werden und über die neuen Bussysteme an die Automatisierungsgeräte angeschlossen werden, **Bild 2**.

Für die Automatisierung wurden Simatic TDC für schnelle technologische Regelungen und Simatic S7 für Steuerungen verwendet, wobei bei den Anwendungslösungen weitgehend das bewährte Siroll-Konzept zum Einsatz kam. Der hohe Standardisierungsgrad dieses Konzepts trug zur schnellen Realisierung bei.

**Basisautomatisierung.** Die Struktur der Basisautomatisierung spiegelt die Einteilung in funktionale Einheiten wider. Für Steuerungsaufgaben werden frei programmierbare Steuergeräte der Simatic-S7-Systeme verwendet. Die technologischen funktionalen Einheiten sind in graphisch projektierbaren Steuerungs- und Regelungsrechnern Simatic TDC implementiert. Diese sind untereinander verbunden durch einen Hochgeschwindigkeitssystembus in Lichtwellenleitertechnik, der einen Zugriff im Basisautomatisierungssystem auf alle relevanten Daten in Echtzeit erlaubt (sogenannter Global Data Memory, GDM). Auch das übergeordnete Prozess-Daten-Akquisitionssystem (PDA) nutzt diese Schnittstelle. Die Hauptfunktionen der Basisautomatisierung sind:

- Leitgeschwindigkeitsvorgabe und automatisches Abbremsen beim Stichende;
- Dickenregelung nach dem Massenflussregelungskonzept inkl. Vorsteuerung und Dickenmonitor;
- Planheitsregelung vor und hinter dem Gerüst, die bestehende Planheitsmesseinrichtungen wurden lediglich überholt;
- Bandzugsteuerungen;
- Regelungen der hydraulischen und mechanischen Anstellung;
- Walzenbiegeregelungen;
- Walzablaufsteuerung (Fahrschaltung / Master Control);
- Positionierungen der Zwischenwalzenverschiebung und der HS-Verschiebung;
- Verriegelungs- und allgemeine Ablaufsteuerungen für alle mechanischen Bewegungen, Materialtransportaufgaben und Walzenwechsel,
- zentrales Ein- und Ausschalten mit Prozessführung und Zustandsüberwachung der Antriebe, der Hydraulik- und der Emulsionsanlage sowie der Hilfseinrichtungen;
- Alarm- und Fehlermeldesystem für die Fehleranzeige und -aufzeichnung;
- Diagnosesystem.

**Prozessautomatisierung.** Die Prozessautomatisierung hat als Hauptaufgabe die Bereitstellung der Sollwerte für den Walzprozess. Hierfür wird vom Prinzip her ein klassenorientierter Stichplanspeicher verwendet. Entscheidend ist jedoch die neuartige Ergänzung, die hier bei EBG erstmalig in der Praxis von Siemens in Betrieb gesetzt wurde.

Die während eines jeden Stichts gemessenen Walz- und Biegekräfte (Ist-Werte ausgewählter Messwerte) werden einem Modellsystem zugeführt, das auf der Grundlage selbstlernender Neuronaler Netzwerke realisiert ist. Dieses Modellsystem liefert Korrekturwerte für den jeweils nächsten Stich (Stich-zu-Stich-Anpassung) bzw. für das nächste zu walzende Material (Band-zu-Band-Anpassung). Es ergibt sich ein verbesserter Sollwertsatz für den bevorstehenden Stich, da die Messwerte aus der Vergangenheit mit berücksichtigt werden. Auf diese Weise werden sowohl der aktuelle Zustand der Anlage wie auch spezifische Besonderheiten des Walzgutes in die Rechnung mit einbezogen.

Durch dieses System wird die Voreinstellung des Gerüsts und damit das Anwalzen bei neuen Bändern und beim Stichwechsel wesentlich effektiver gestaltet. Das Bedienpersonal wird beim

Fahren des Gerüsts deutlich entlastet. Die Walzaufträge werden vom übergeordneten BDE-System entgegengenommen und bearbeitet.

Die *Hauptfunktionen* der Prozessautomatisierung sind:

- Entgegennahme von Aufträgen vom BDE,
- Verwaltung der Walzreihenfolge,
- Verwaltung des Stichplanspeichers,
- Selektion des bundspezifischen Stichplanes,
- Implementierung eines vom Kunden vorgegebenen Algorithmus zur Walzkraftberechnung,
- Modellierung für Walzkräfte und Biegekräfte auf der Basis selbstlernender Neuronaler Netze,
- Vorgabe der ermittelten Sollwerte an die Basisautomatisierung sowie
- Eingabe und Verwaltung der Walzendaten.

**Schnittstellen.** Von der Basis- und Prozessautomatisierung werden die in **Tafel 1** aufgeführten externen Schnittstellen realisiert, wobei weitestgehend offene Bussysteme verwendet wurden.

**Tafel 1. Übersicht über externe Schnittstellen**

<b>Anschluss</b>	<b>Direkt</b>	<b>Profibus</b>	<b>Fast Ethernet</b>
BDE-System (EBG Produktionsplanungssystem)			X
IMS-Dickenmessgeräte Planheitsrollen (EBG-Beistellung)	X		X
Spritzbalken (EBG-Beistellung)		X	
Weitere von EBG beigestellte E-Komponenten wie Ventile, Geber, Motoren, etc.	X	X	
Mittenregelungen		X	

### **Technologische Regelungen**

Die technologischen Funktionen der Automatisierung umfassen neben den hydraulischen Anstell-, Biege- und Schiebesystemen die Zugregelung, Walzkraftregelung mit Walzenexzentrizitätskompensation, Massenflussregelung. Planheitsregelung auf beiden Gerüstseiten und die Haspelschlagkompensation für die beiden Reversierhaspeln.

Hierbei zeigen sich die Vorteile des Automatisierungssystems Siroll. Die leistungsfähige Prozessorhardware Simatic TDC ermöglicht es, dass spezielle Anwendungen im synchronisierten

Parallelbetrieb mit Zykluszeiten von 1 ms realisiert werden können. Der Einsatz des GDM gewährleistet darüber hinaus die Dateikonsistenz für diese Regelungen über mehrere Baugruppenträger hinweg. Dadurch ist es möglich geworden, ein hochdynamisches Regelsystem als Voraussetzung für exzellente Dicken- und Planheitsergebnisse zu erstellen.

**Bediensysteme.** Die Anlage wird inklusive der Automatikzyklen komplett von der neuen Steuerbühne aus gefahren. Für Reparaturen und besondere Betriebsfälle sind weiterhin Vor-Ort-Pulte vorhanden. Das HMI wurde auf eine vollgraphische und auf Windows basierende Oberfläche umgestellt, die ein einheitliches Bedienkonzept sowie komfortable Diagnosefunktionen integriert.

**Prozessdatenerfassung (PDA).** Das PDA-System greift ebenfalls auf den GDM zu. Es ist dadurch in der Lage, alle notwendigen Messwerte und Signale zyklisch zur Verfügung zu stellen, ohne dass ein besonderer Verkabelungsaufwand notwendig wäre. Komfortable Standardauswerte- und -anzeigefunktionen unterstützen den Instandhalter bei Optimierungen oder Analyse von Störungen.

**Montage und Inbetriebnahme.** Parallel zu den Aufbau- und Demontearbeiten begannen die detaillierten Planungen. So konnte bereits kurz nach der Vergabe der wichtigsten Komponenten (Mechanik und Elektrik) die Endplanung abgeschlossen und mit dem Bau des neuen Schalthauses begonnen werden. Das vormals vorhandene Container-Schalthaus wurde durch ein neues, gemauertes Schallhaus ersetzt, hier sind alle elektrischen und automatisierungstechnischen Einrichtungen zentral untergebracht.

Auf der Baustelle wurden Mechanik und Elektrik praktisch zeitgleich montiert. Neben der oben beschriebenen elektrischen Ausrüstung lieferte Siemens ebenfalls eine komplette neue Steuerbühne, die Beleuchtung sowie Interkom- und ITV-Ausrüstung.

Ab Oktober 2001 wurde zuerst die Umwickelanlage in Betrieb genommen, ehe dann am 28. November 2001 das erste Band auf der renovierten Anlage gewalzt wurde. Dabei wurde bereits von Anfang an im Automatikbetrieb mit aktiver Dickenregelung gewalzt. Die hohe Systemstabilität und die exzellenten Walzergebnisse ermöglichten von Beginn an ein zügiges Hochfahren der Produktion.

## Ergebnisse und Fazit

Ein Vergleich zeigt, dass die Dicken- und Planheitstoleranzen die Ergebnisse von früher bei weitem übertreffen, **Tafel 2**. Auch die Produktion insgesamt lag bereits im vierten Monat nach Wiederaufnahme der Produktion über dem Wert vor dem Umbau. Dies ist im Wesentlichen auf die Verkürzung der Walznebenzeiten, auf eine erhebliche Reduzierung der Störungen durch Bandrisse und auf eine Erhöhung der Gesamtverfügbarkeit der Anlage zurückzuführen.

Im Juni 2002 wurde der bisher bestehende Tagesrekord um 25 % überschritten, Dieser Wert ist umso bemerkenswerter, als die Optimierungsphase noch nicht endgültig abgeschlossen ist.

EBG besitzt mit dem renovierten Reserviergerüst eine Produktionsanlage, die sich elektrisch und automatisierungstechnisch auf dem modernsten Stand der Technik befindet, **Bild 3**.

Ermöglicht wurde diese außergewöhnliche Leistung innerhalb von nur zehn Monaten nach dem Brandschaden durch die gute Zusammenarbeit der beteiligten Firmen.

**Tafel 2. Toleranzen, Bandrisse und weitere Kennwerte des Revfersiergerustes KWR 1**

	vor dem Brand	Stand Juni 2002	Verbesserung
<b>Anwalzverhalten</b>	ca. 6 m Bandverlust (Schrott) bis Bandanfang in Maßtoleranz	Band ist ab der Stichmarke innerhalb von 1 m maßhaltig (in Toleranz)	Pro Band ca. 5m mehr Ausbringen (ca. +1%)
<b>Stillsetzautomatik</b>	Stillsetzen von Hand Stichmarkenabstand 1 m	automatisches hochgenaues Stillsetzen. Stichmarkenabstand 0,2 m	0,8 m je Stich ca. 0,5% höheres Ausbringen
<b>Dickentoleranz</b>	= 3 % (2 Sigma-Wert)	die geforderten 2 % (2-Sigma-Wert) werden deutlich unterschritten	
<b>Planheitsmessung/Regelung</b>	Auslaufseite	Einlauf / Auslauf Regelungen:AW/ZW-Biegung, schwenken, kühlen	verbesserter Bandlauf an den D-Öfen, weniger Bandreißer
<b>Bandrisse</b>	3 1/2 Stck. / 1000 t	2 Stck. / 1000 t	Leistungssteigerung 3 % weniger Walzenwechsel
<b>Walzenverbrauch AW</b>	14,3 mm / 1000 t	12,5 mm / 1000 t (Mai 2002)	
<b>Stichwechselzeit</b>	15 s	< 10 s Halbautomatik	Leistungssteigerung 1 %

Weiterhin wird eine Leistungssteigerung um 6 % durch folgende Verbesserungen erzielt:

- Stichplanrechner für reproduzierbare Walzdatenvorgaben,
- höhere mittlere Anlagengeschwindigkeit,
- zusätzliche Automaten zur Reduzierung der Nebenzeiten,
- höhere Anlagenverfügbarkeit

\*Martin Riess, Oberingenieur für Kaltwalzwerke; Alfred Zinke, Projektleiter EBG; Alfred Dümmler, Marketing Kaltwalzwerke, Siemens AG, Erlangen.

\*\* Dr. Michael Brensing, Leiter Produktion und Wartung; Ingo Heberlein, Betriebsleiter Produktion Kaltwalzwerk, Klaus-Peter Witoschek, Betriebsleiter Instandhaltung Kaltwalzwerk, ThyssenKrupp Electrical Steel EBG GmbH, Bochum.

### **Bild 1. Zeitplan**

**Fig. 1. Time schedule**

### **Bild 2. Automatisierungsübersicht**

**Fig. 2. Outline of the automation system**

### **Bild 3. Walzgerüst in neuem Glanz**

**Fig. 3. New rolling mill**

***Erschienen in „Stahl und Eisen“, Verlag Stahleisen GmbH, Düsseldorf, Nr. 12, Dezember 2002, Seiten 111-115***

Leseranfragen bitte unter dem Stichwort „**I&S 0702.2904**“ an:

Siemens AG, I&S GC P, Dr. Rainer Schulze, D-91050 Erlangen

Tel.: 09131-7-44544, Fax: 09131-7-25074

E-Mail: [rainer.schulze@siemens.com](mailto:rainer.schulze@siemens.com)