

# Austausch von Stellantrieben und Armaturen im Kraftwerk Franken I

## Replacement of actuators and valves at the Franken I power generating plant

Holger Scholz

*In den Sommermonaten – jahreszeitlich bedingt die Periode mit dem geringeren Bedarf an Strom und Fernwärme – wird in vielen (Heiz-) Kraftwerken die Anlagenrevision durchgeführt. Dabei wird das Kraftwerk gründlich auf Zustand und Funktion überprüft. Eine Revision beinhaltet sämtliche Instandhaltungsarbeiten, um die Anlage betriebsbereit und sicher zu halten. Auch in dem E.ON Kraftwerk „Franken I“ in Nürnberg stand 2009 eine Revision an, die gleichzeitig zur umfangreichen Modernisierung genutzt werden sollte. Wie dabei rund 200 Stellantriebe – 80 davon komplett mit Armaturen – in nur zwei Wochen betriebsbereit montiert wurden, beschreibt dieser Beitrag.*

*The summer months, the season with the lowest power and community-heating demand, is the time in many power and cogeneration plants for inspections and overhauls. The plant is firstly thoroughly inspected for its condition and correct functioning. Overhaul will include all servicing and maintenance work necessary to keep the entire facility operating reliably and safely. In 2009, E.ON's "Franken I" power plant in Nuremberg was also scheduled for such an overhaul, which simultaneously provided the opportunity for extensive modernization work. This article focuses on the installation ready for restarting of some two hundred actuator systems, eighty of them complete with the appurtenant valves, in just two weeks.*

**D**er Kraftwerksstandort kann auf eine fast 100-jährige Geschichte zurückblicken: Das Kraftwerk Franken I, in Nürnberg-Gebersdorf direkt an der Rednitz gelegen, ging ursprünglich bereits 1913 in Betrieb. Allerdings wäre es heute viel zu klein und nicht umwelt-schonend genug.

Um dem steigenden Energiebedarf gerecht zu werden, wurden daher Anfang der 1970er Jahre die beiden derzeit in Betrieb befindlichen Blöcke 1 und 2 gebaut und 1973 (Block 1) bzw. 1976 (Block 2) ans Netz gebracht. Befeuert mit Gas – oder im Bedarfsfall mit leichtem Heizöl – wird es mit einer installierten Gesamtleistung von 823 MW le-

diglich als Spitzen- und Reservekraftwerk eingesetzt. Zusätzlich versorgt es die Stadt Nürnberg mit Fernwärme.

Um auch für die nächsten 20 Jahre den Betrieb sicherstellen zu können war es notwendig, im Rahmen einer Gesamtrevision wesentliche Komponenten der Elektro- und Leittechnik, die nunmehr das Ende ihrer Lebensdauer erreicht hatten, auszutauschen. Für den Gesamtumfang war je Block ein Stillstandszeitraum von acht Wochen vorgesehen. Ziel der umzusetzenden Maßnahmen war es unter anderem, den weiteren Betrieb der Anlage durch Optimierung in verschiedenen Punkten zu ermöglichen, sicherer zu gestalten oder zu verbessern.

Der erste Revisionsabschnitt bestand aus Block 2 mit Nebenanlagen. Neben dem Austausch der Leittechnik und der Sensorik sollten auch im Bereich der Armaturen und der Stellantriebe Änderungen vorgenommen werden: Ein Teil der Handarmaturen sollte automatisiert werden; entsprechend mussten die Armaturen umgebaut oder ausgetauscht werden; Regelantriebe und Auf-/Zu-Antriebe mit Zwischenstellung wurden gegen neue Antriebe ersetzt.

Die jeweiligen Stückzahlen – rund 200 Stellantriebe und etwa 80 Armaturen – mag man in Anbetracht des Gesamtumfangs der Umbaumaßnahmen kaum erwähnenswert finden. Den vorgegebe-



**Bild 1:** SIPOS-Stellantriebe im Kraftwerk

**Fig. 1:** SIPOS actuators in service in the power plant

nen Zeitrahmen sicherlich schon: Zwei Wochen durfte die Demontage alter und Montage neuer Antriebe, das Heraustrennen alter und Einschweißen neuer Armaturen sowie die Verlegung von Rohrleitungen oder Anpassung der vorhandenen Leitungsführung in Anspruch nehmen. Mit Siemens als Auftragnehmer für den Austausch der leittechnischen Einrichtungen hatte man den ersten Schritt für eine erfolgreiche Abwicklung bereits getan.

### Alles aus einer Hand

Auf der Suche nach einem geeigneten Lieferanten wurde die Prämisse auf folgende drei Kriterien gesetzt:

- Bei der Modernisierung sollten Produkte eingesetzt werden, die die Langlebigkeit der gesamten Funktionseinheit Antrieb-Armatur am ehesten gewährleisten können.
- Der Auftragnehmer sollte sich durch entsprechende Erfahrung im Revisionsalltag auszeichnen. Die Zuverlässigkeit musste sichergestellt sein, da für die Demontage- und Montagearbeiten nur ein sehr kurzer Zeitraum zur Verfügung stand
- Bewährte Kommunikationsfähigkeit mit dem Siemens Leitsystem SPPA T3000 war unerlässlich. „Wir legen

besonderen Wert auf aufeinander abgestimmte Komponenten und Leistungen aus einer Hand“, so Heinz Müller, verantwortlicher Projektleiter bei Siemens.

Die Wahl für den Auftrag fiel schließlich auf SIPOS Aktorik. Der Marktführer im Bereich der drehzahlveränderbaren elektrischen Stellantriebe für Armaturen in Kraftwerken erhielt damit den Auftrag zur Lieferung und Montage von Stellantrieben und Armaturen sowie zur leittechnischen Inbetriebsetzung der Stellantriebe. In dieser Form ein Novum für den Antriebshersteller. Zwar kann SIPOS auf eine eigene revisionserfahrene Servicetruppe zurückgreifen, die bereits weltweit in Kraftwerken erfolgreich im Einsatz war, zwar werden auch immer wieder Armaturen gemeinsam mit den Antrieben geliefert, um dem Kunden eine umfassende Betreuung zu bieten, aber nicht nur Montage von Antrieben, sondern auch Schweißarbeiten zur Demontage und Montage von Armaturen in Rohrleitungen – das war neu.

### Alte Antriebe ersetzen – aber durch was?

Eine der Hauptschwierigkeiten beim Ersetzen von alten Stellantrieben ist die in

den meisten Fällen fehlende Information darüber, was genau ersetzt werden soll. Nicht selten sind die zu ersetzenden Antriebe 25 Jahre alt oder noch älter, die Dokumentation im Kraftwerk lückenhaft und die zum Teil zwischenzeitlich überlackierten Typenschilder nur schlecht lesbar. Zudem enthalten sie nicht alle Informationen, die zum problemlosen Austausch notwendig sind: So sind Antriebstyp, Fabrikationsnummer, Nennspannung, Nennstrom oder eingestellte Abschaltmomente in der Regel in die Aluminiumschilder eingeschlagen, jedoch lassen sich Flanschgröße, Form der Abtriebswelle, Durchmesser der Abtriebswelle oder Durchmesser und Steigung von Gewindespindeln nicht ablesen. Im laufenden Betrieb können die Antriebe nicht zur Erfassung der Daten abgenommen und vermessen werden. Die Details erfährt man erst im Stillstand der Anlage bei der Demontage. Wenn jetzt erst damit begonnen werden kann Adaptionen zu fertigen, droht eine Abwicklungsverzögerung, die kurzfristige Termine gefährdet.

Die Firmengeschichte von SIPOS bringt hier für den Austausch der Antriebe die entscheidenden Vorteile: 1999 aus dem verkauften Bereich Stellantriebe

der Siemens AG hervorgegangen, hat das Unternehmen Zugriff auf die Prüfscheine und technischen Daten von nahezu allen elektrischen Stellantrieben für Kraftwerksarmaturen, die von Siemens in den letzten 30 bis 40 Jahren weltweit verkauft wurden. Die oben erwähnte Fabrikationsnummer stellt eine Art Fingerabdruck des Antriebs dar, mit deren Hilfe sich in den meisten Fällen die zugehörigen Unterlagen bestimmen lassen. Diese beschreiben eindeutig die ursprüngliche Konfiguration und ermöglichen so die Fertigung eines passenden Austauschtriebs, der dann ohne Zeitverlust montiert werden kann und die Funktion des alten Antriebs übernimmt.

Nicht bei allen Antrieben ist solch eine Vorgehensweise jedoch möglich. So waren unterschiedlichste Antriebe zu ersetzen. Antriebe, die hydraulisch betätigt wurden, einige, die besonders genaue Regelergebnisse liefern mussten, oder andere, die über Sonderadaptionen an Kurvenscheiben gekoppelt waren, um darüber Armaturen mit speziellen Kennlinien zu betätigen. Dabei waren es nicht die Funktionen, die Kopfzerbrechen bereiteten – mit der SIPOS 5 Flash Baureihe werden solche Sonderaufgaben zur Standardfunktion. Aber in diesen Fällen, oder jenen, in denen das Typenschild aufgrund der Montagesituation auch beim besten Willen nicht lesbar war, half die breite Datenbasis aus dem Archiv auch nicht weiter. Erst im Stillstand der Anlage und nach Demontage der alten Antriebe konnte die genaue Anschlussform bestimmt werden. Die erforderlichen Adaptionenkomponenten wurden, wenn sie nicht einer Standardform entsprachen, innerhalb kürzester Zeit gefertigt, sodass meist bereits zwei Tage später der vorbereitete Austauschtrieb fertig konfiguriert war und montiert werden konnte.

### Gute Vorarbeit durch den Betreiber

Bereits während der Ausschreibung waren durch den Bauherrn Antriebs- und Armaturenlisten beigefügt, die einen weitgehend umfassenden Überblick darüber ermöglichten, welche Antriebe ersetzt oder welche Armaturen erneuert werden sollen. Die notwendigen techni-

schen Daten oder Fabrikationsnummern der Antriebe waren eingetragen und über die verwendeten Anlagenkennzeichen eine eindeutige Zuordnung möglich geworden. Aufgrund der Erfahrungen, die SIPOS bei ähnlich umfangreichen Umbauten in Kraftwerken wie zum Beispiel den Kraftwerken Altbach oder RDK gesammelt hat, wurde ergänzend zu der guten Vorarbeit eine Begehung des Kraftwerkes durchgeführt und die als kritisch eingestuften Sonderfälle besonders in Augenschein genommen. Bei gerade einmal zwei Wochen Umbauzeit durfte man nichts dem Zufall überlassen: während die beschriebenen Sonderadaptionen mit Hilfe einer guten Fertigung quasi über Nacht hergestellt werden können, ist es die richtige Einschätzung der örtlichen Gegebenheiten, die durchaus über Erfolg oder Misserfolg eines solchen Vorhabens entscheiden kann: Anzahl der Aufzüge, Breite der Treppen oder Stege, notwendige und mögliche Hebezeuge, Platzverhältnisse bei den Armaturen.

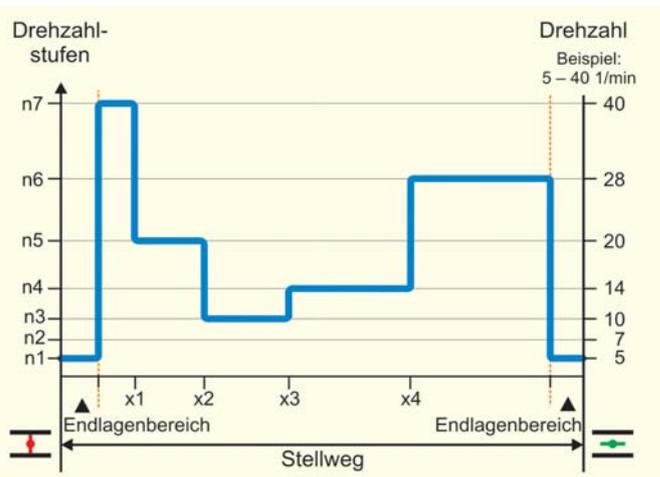
Können Antriebe zwischengelagert werden? An welchen Stellen sind Gerüste notwendig, wo können die demontierten Antriebe gelagert werden? Wie ist die Zugänglichkeit zu den Schweißorten, wie sieht die gesamte Infrastruktur der Baustelle aus? Wie erfolgt der Abtransport der demontierten Antriebe und der herausgetrennten Armaturen? Wann wird das Kraftwerk heruntergefahren, wann sind die Leitungen kalt, wann entleert?

Die Erkenntnisse aus der Begehung flos-

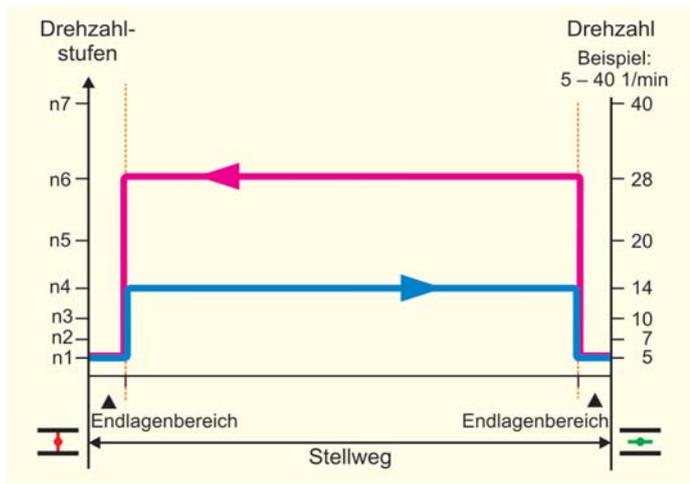
sen natürlich in die Vorbereitung mit ein. Den beauftragten Armaturenlieferanten wurden die entsprechenden Stellantriebe zum Aufbau und Inbetriebsetzung noch im Werk zur Verfügung gestellt, für den Rohrleitungsbau wurden Leitungsführung und Montagesituationen geklärt.

### Zeitraumen eingehalten

Trotz aller Vorbereitung konnte dann doch nicht so schnell gestartet werden, wie man es gerne gehabt hätte. Sämtliche betroffenen Gewerke warteten auf die erforderliche Freischaltung der jeweiligen Geräte, Komponenten oder Aggregate. Viele hundert Arbeitsscheine wurden benötigt, beantragt und ausgegeben. Alle Beteiligten waren um eine zügige Abwicklung bemüht, konnten jedoch trotzdem nicht verhindern, dass mit mancher Arbeit erst am Nachmittag des ersten Tages begonnen werden konnte. Bei nur zehn zur Verfügung stehenden Arbeitstagen eine enorme Verzögerung, der man aber gewappnet entgegnet: Mit einer bis zu 17 Personen starken Mannschaft – einem Gesamtbauleiter, einem Fachbauleiter Rohrleitungsbau und Armaturen, zehn Antriebsspezialisten und fünf Schweißern – war SIPOS auf der Baustelle vertreten und entschlossen, den gesteckten Zeitrahmen einzuhalten. Dabei erwies es sich als richtig, so zahlreich anzutreten. Bei einem solchen Umbau unvermeidbare Umstände, wie Änderungen, Korrekturen, Nacharbeiten oder Verzögerungen durch nicht Vorhersehbares wie vorübergehende Unzugänglichkeit



**Bild 2:** Sanftes Verfahren in die Endlagen  
**Fig. 2:** Soft movement to the end positions



**Bild 3:** Drehzahlveränderbarkeit während des Betriebs

**Fig. 3:** Speed variability during operation

erhalten hat, aber sich nicht drehen kann, weil er durch einen äußeren Widerstand daran gehindert wird, also im Fall der Blockade. Im Falle eines Ventils kann das der Ventilsitz sein, im Falle einer Klappe der Anschlag. Fährt ein herkömmlicher Stellantrieb einen Ventilkegel in den Sitz, führt der durch den Motor aufgebrachte Druck des Kegels gegen den Sitz zum Auslösen der auf einen bestimmten Wert eingestellten Drehmomentschalter – der Antrieb schaltet ab. Soweit die Theorie. Tatsächlich spielt in dem gesamten Ablauf ein gewichtiger Faktor mit: die Zeit. Bis das Ansprechen der Drehmomentschalter von der zugehörigen Steuereinheit erfasst, und der Stellbefehl zurückgenommen wird, vergeht Zeit, in der der Motor mit seinem Blockademoment, das ein Vielfaches über dem eingestellten Abschaltmoment liegen kann, die Ventilsitz und den -sitz belastet.

Sollte die entsprechende Thyristoreinheit oder Wendeschützkombination im Schaltschrank sitzen, kann diese Zeit – die sogenannte Abschaltverzögerung – durchaus mehrere hundert Millisekunden betragen. Fährt ein herkömmlicher Antrieb die Armatur dazu noch von einer Endlage in die andere, kommt dieser „Schwung“, die auf dem Weg gesammelte kinetische Energie, noch erschwerend hinzu: Abgebaut wird diese Energie ebenfalls am Anschlag, dem Ventilsitz. Im Kraftwerk Franken I hat man sich nicht zuletzt deswegen für Antriebe entschieden, deren Drehzahl über einen integrierten Frequenzumrichter während des Betriebs verändert werden kann. Diese Antriebe reduzieren in einem definierbaren Endlagenbereich – im Standard die ersten und die letzten

von Montageorten wurden so erfolgreich kompensiert. Termingerecht konnte daher mitgeteilt werden: „Alle Armaturen montiert, alle Stellantriebe aufgebaut“. Das Ziel, rund 200 Antriebe – davon 80 komplett mit Armaturen – in zwei Wochen betriebsbereit zu montieren, war erreicht. Es folgte noch die Phase der Inbetriebsetzung und vereinzelt Nachstellen und Neuparametrieren. Mittlerweile ist das Kraftwerk wieder am Netz.

### Besonderheiten im Kraftwerk

Die örtlichen Gegebenheiten sowie die besonderen Ansprüche an das Umbaueergebnis in Bezug auf Anlagenverfügbarkeit, optimierte Anfahrvorgänge oder Erhöhung des Wirkungsgrades, um nur einige zu nennen, erfordern besondere Lösungen, die mit Hilfe der eingesetzten Stellantriebe gefunden wurden:

### Betrieb im kritischen Umfeld

Der Stellantrieb SIPOS 5 Flash besteht – vereinfacht dargestellt – aus zwei Hauptkomponenten: dem mechanischen Unterbau mit Motor, Grundgetriebe und Meldegetriebe, sowie dem „Elektronikkopf“, in dem sowohl die Steuer- als auch die Leistungselektronik mit integriertem Frequenzumrichter untergebracht sind.

Sollte es durch die Umgebungsbedingungen erforderlich sein, kann die Elektronik Einheit getrennt von der Getriebeinheit montiert werden. Dies ist dann

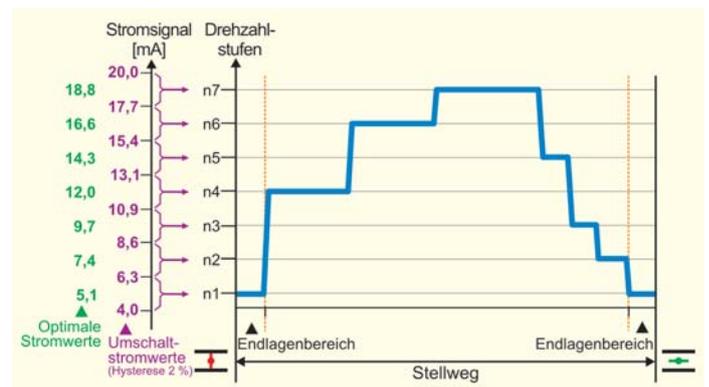
sinnvoll, wenn der Zugang zu einer direkt montierten Elektronikeinheit erschwert ist, aus Platzgründen keine komplette Aufstellung möglich ist, hohe Umgebungstemperaturen im direkten Umfeld des Antriebs die Elektronik beeinträchtigen oder starke Vibrationen über die Armatur auf die Elektronik einwirken würden. War bislang die Kabellänge durch Anforderungen an die EMV-Verträglichkeit auf 10 m begrenzt, können mittlerweile durch Einsatz entsprechender zusätzlicher Filter auch Kabellängen bis zu 50 m realisiert werden.

### Langlebigkeit der Funktionseinheiten Antrieb – Armatur

Das Risiko, eine Armatur durch einen Stellantrieb zu beschädigen, ist dann am größten, wenn auch die angewandte Kraft am größten ist. Bei einem Elektromotor ist das der Fall, wenn er sich drehen soll, weil er den Fahrbefehl

**Bild 4:** Analoge Drehzahlvorgabe

**Fig. 4:** Analog speed selection



zwei Prozent des Stellweges – die Drehzahl auf eine der untersten Stufen, bauen damit die kinetische Energie ab und fahren dann mit der niedrigen Stellgeschwindigkeit, aber dem eingestellten Abschaltmoment, in die Endlage (**Bild 2**). Durch die Erfassung des aufgebrauchten Drehmomentes in der Steuer elektronik des Antriebs, die auch für die Abstimmung verantwortlich ist, geht die Abschaltverzögerung gegen null. Die für die Armatur gefährlichen Überhöhungsmomente treten nicht auf. Gerade bei der nachträglichen Automatisierung von Armaturen oder dem Austausch älterer Stellantriebe ist dieser „schonende Umgang“ mit der Armatur ein wichtiges Kriterium.

### *Drehzahlveränderbarkeit während des Betriebs*

Die hier eingesetzten Antriebe verfügen grundsätzlich über integrierte Frequenzrichter. Daraus ergeben sich in der Anlage folgende Vorteile:

- Einsparungen in den Schaltanlagen durch in den Antrieben integrierte Steuer- und Leistungsteile
- Vermeidung von Druckschlägen in den Rohrleitungen oder übermäßiger Kavitation in den Armaturen durch veränderbare Stellgeschwindigkeit in den Endlagen

- Gute Anpassungsmöglichkeiten auf die einzelnen Anlagenabschnitte durch unterschiedliche Drehzahlen für „Auf“ und „Zu“ Bewegung.
- Wegabhängig können verschiedene Drehzahlen über maximal 10 Stützpunkte zur Linearisierung der Armaturenkennlinie verwendet werden.

In speziellen Fällen kann es entscheidend sein, dass mit  $5 \text{ min}^{-1}$  eine extrem niedrige Drehzahl an der Abtriebswelle des Antriebs gewählt werden kann. Ergänzt durch Armaturen schonende Anfahrstufen und optimiertes Bremsverhalten lassen sich damit optimale Regelergebnisse erzielen. Bei richtig dimensionierten Regelorganen ist ein Überschwingen eines Regelkreises, zumindest aufgrund einer zu hohen Stellgeschwindigkeit des Antriebs, ausgeschlossen. Um bei – beispielsweise in Bezug auf die Kennlinie einer Stellklappe – unkritischen Öffnungswinkeln jedoch nicht gleichzeitig eine unnötig lange Laufzeit zu erhalten, können im mittleren Kennlinienbereich trotzdem höhere Stellgeschwindigkeiten gewählt werden (**Bild 3**).

### *Analoge Drehzahlvorgabe – prozessabhängige Stellgeschwindigkeit*

Nicht bei allen Armaturen und nicht in allen Anwendungen ist es mit dem Verfahren des Antriebs nach einer bestimm-

ten Kennlinie getan. Da zunehmend immer genauere Prozesse mit verbesserten Regeleigenschaften gefordert werden, muss auch der Stellantrieb immer feinfühler auf immer kleinere Veränderungen reagieren. Geringe Abweichungen von Soll- und Istwert sind dabei nur mit Hilfe niedriger Drehzahlen zu korrigieren, während die schnelle Reaktion auf große Regelabweichungen gleichzeitig hohe Drehzahlen erfordert. Durch die Verknüpfung eines analogen Signals  $0/4-20 \text{ mA}$  mit der Regelabweichung kann genau das erreicht werden (**Bild 4**): Abhängig von der Signalthöhe verfährt der Antrieb mit einer anderen Geschwindigkeit. Zudem kann auch eine Notstellfunktion damit gewährleistet werden. Bei besonderen Ereignissen oder Umständen verfährt der Antrieb mit einer hohen Stellgeschwindigkeit in eine bestimmte Position. Während früher dazu mächtige Zweimotoren-Antriebe erforderlich waren, wird dies heute mit einem herkömmlichen Antrieb erreicht.

**Holger Scholz**  
SIPOS Aktorik GmbH  
90518 Altdorf  
Tel. 09187 9227-5131  
holger.scholz@sipos.de