

The logo for STEAG, featuring the word "steag" in a blue, lowercase, sans-serif font. The letters are slightly shadowed, giving a 3D effect. The background is a light blue square with a white border.The logo for E.ON Anlagenservice, featuring the word "e-on" in a red, lowercase, sans-serif font. To the right of "e-on" is a vertical line, followed by the word "Anlagenservice" in a smaller, red, sans-serif font. The background is a light red square with a white border.

Schnittstellenfreie Komplettrevision des 110 MW-Bahnstrom-Turbosatzes im STEAG Kraftwerk Lünen

Dipl.-Ing. Harald Fink, STEAG Kraftwerk Lünen
Dipl.-Ing. Stephan Frense, E.ON Anlagenservice GmbH

VGB Konferenz „Instandhaltung in Kraftwerken 2006“

15./16. Feb. 2006, Leipzig

1 Zusammenfassung

Abgesehen von einer gewissen Zurückhaltung mit Blick auf die bevorstehenden Erneuerungen der deutschen Kraftwerksparks, zählen Zeit und Kosten zu den Hauptgründen, Revisionen in größeren Abständen durchzuführen, als es in früheren Zeiten der Fall war. Dem steht jedoch die Erwartung sicherer Verfügbarkeit gegenüber und hier stellt sich für den Betreiber die Frage: Wo liegt letztlich der Vorteil? In der Sicherheit der Regelmäßigkeit mit geplantem Revisionsstillstand oder im Strecken der Intervalle mit dem Risiko, die Anlage möglicherweise bis zu einem Ereignis zu fahren, das zu einem ungeplanten Revisionsstillstand führt?

Beide Varianten kosten Zeit und Geld, wobei die letztere sich zweifellos als die aufwändigere erweisen wird. Selbst unter dem Aspekt, dass während einer geplanten Revision weitere Schäden erkannt werden, die sich negativ auf den vereinbarten Zeit- und Kostenrahmen auswirken können, sind hier noch Aufwandsminimierungen möglich. Vorausgesetzt, die Serviceteams vor Ort präsentieren umgehend praktikable Lösungsvorschläge, die unter Einbeziehung der entsprechenden Fachkompetenzen kurzfristig abgestimmt und flexibel umgesetzt werden.

Im Kraftwerk Lünen der STEAG AG setzt man zur Optimierung der Kraftwerksleistung auf einen bewährten Revisionszyklus, abgestimmt mit der Fahrweise des Blocks.

Der Verlauf der Turbosatz-Komplettrevision in der Zeit vom 1. April bis zum 5. August 2005 zeigt, wie der Konsens zwischen Betreiber und Serviceunternehmen, mit allen beteiligten Fachbereichen, eine reibungslose und schnittstellenfreie Abwicklung von der Planung bis zur Inbetriebnahme und Dokumentation gewährleistet.

2 Kontraktpartner

Das Kraftwerk Lünen der STEAG AG verfügt über zwei Steinkohleblöcke mit einer installierten Gesamt-Leistung von 500 MWel. Jährlich werden rund 2,2 Mrd. kWh elektrische Energie und 70 Mio. kWh Fernwärme erzeugt. 110 MW Bahnstrom gehen an die Deutsche Bahn.

In Deutschland ist das bahneigene Netz, ein Einphasenwechselstromsystem, vom üblichen Stromversorgungsnetz abgekoppelt und wird mit 16,7 Hz betrieben.

Der 110 MW-Bahnstrom-Turbosatz im Kraftwerk Lünen wurde 1984 in Betrieb genommen. Die Turbine (T 7328) ist auf 1.000 Umdrehungen ausgelegt. Die Kopplung zwischen ND- und Generatorläufer erfolgt über eine Torsionswelle.

Die E.ON Anlagenservice GmbH ist ein stark expandierendes Dienstleistungsunternehmen mit langjähriger Betreibererfahrung und zurzeit rund 650 Fachleuten und Spezialisten in den fünf Geschäftsbereichen Apparate-, Kessel-, Maschinentechnik und Elektro- und Leittechnik sowie einem umfangreichen Equipment am Standort Gelsenkirchen. Die Konzentration liegt auf herstellerunabhängigen Instandhaltungsmaßnahmen und Komplettleistungen für unterschiedliche Kraftwerkstypen, Energieerzeugungsanlagen und Industriebetriebe. Der Aktionsradius erstreckt sich über die gesamte BRD und Anrainerländer. Etwa 40 % der Auftraggeber gehören nicht zu Unternehmen des E.ON-Konzerns.

3 Ausgangssituation

Gestern noch war es üblich, Revisionen in Eigenregie durchzuführen, also mit eigenem Personal und mit der Unterstützung des Herstellers. Die gesamte Ablauforganisation und -überwachung, die Einbindung von Spezialfirmen, Zulieferanten etc. erforderte von Management und Personal einen hohen Arbeitsaufwand.

Heute sieht das anders aus. Mit der Liberalisierung des Energiemarktes und der daraus folgenden Verschlankung der Kraftwerksmannschaften brach eine neue Ära an, die unter anderem auch ein Umdenken in der Instandhaltungsorganisation erforderte.

Auch im STEAG Kraftwerk Lünen werden, im Hinblick auf das Kostenmanagement, die Revisionszyklen gestreckt - allerdings abgestimmt auf die Fahrweise des Blocks und bei ständiger Überwachung durch das Betriebspersonal sowie Messung und Bewertung des Anlagenzustandes, zum Beispiel des inneren Turbinenwirkungsgrades.

Mit Erfolg, denn seit der letzten Großrevision des 110 MW Bahnstrom-Turbosatzes sind immerhin 14 Jahre mit rund 73.000 Betriebsstunden und einer erbrachten Leistung von etwa 5,1 Mio. MWh vergangen.

Für die Revision 2005 wurde entschieden, diesen Auftrag erstmals als Komplettpaket zu vergeben, um Wettbewerbsvorteile erzielen zu können und den internen Aufwand deutlich zu reduzieren. Nach den Ausschreibungs- und Vergabemodalitäten sollte nur noch **EIN** Ansprechpartner für die reibungslose Abwicklung aller beauftragten Leistungen verantwortlich zeichnen.

Im Folgenden geht es nun nicht um die Dokumentation einer Revision. Wenn auch einige Details aufgegriffen werden, so steht im Mittelpunkt dieses Vortrages nicht **WAS** im Einzelnen realisiert, sondern **WIE** der Auftrag abgewickelt wurde. Von elementarer Bedeutung ist hierbei, dass dies mit einem ausgeprägten Kosten-/Nutzendenken erfolgte, das in diesem Fall nicht nur auf der Betreiberseite zu finden war.

4 Turbosatz-Komplettrevision 2005

Die Vergabe erfolgte nach einer EU-Ausschreibung. Nur zwei Bieter qualifizierten sich für diesen Auftrag, begründet in der besonderen Konstruktion der Maschine und den geforderten einschlägigen Referenzen.

Obwohl in erster Linie der Hersteller über das Know-how für einen derartigen Auftrag verfügt, entschied sich das Kraftwerk Lünen für E.ON Anlagenservice (EAS). Der Grund dafür lag nicht ausschließlich an dem kostengünstigeren Angebot, sondern vielmehr am gesamten Preis-/Leistungsverhältnis.

Die besondere Betonung liegt dabei auf **LEISTUNG**, was nun keineswegs die des Herstellers schmälern soll. Vielmehr geht es um die Sicht der Dinge aus dem Blickwinkel des Kraftwerks. Ein Serviceunternehmen mit einer derart langen Betreibererfahrung setzt andere Maßstäbe und bringt seine Erfahrungen und Leistungsmöglichkeiten ent-

sprechend ein. Und natürlich weiß EAS um die Besonderheiten des Bahnstromnetzes und kennt sich mit ähnlichen Turbinen und baugleichen Generatoren aus. Dafür sprechen Arbeitseinsätze an etwa zwei Dritteln von rund einem Dutzend Bahnstromturbinen in Deutschland.

Für die Durchführung der Turbinen- und Generator-Revision wurde der Zeitrahmen vom 1. April bis zum 12. Juni festgesetzt. Der Auftrag bezog sich auf die Gesamtabwicklung – von der Planung, Organisation und Leistung bis zur Inbetriebnahme und Dokumentation.

Mitauslöser der Revision war der seitens des Herstellers gegebene Hinweis auf einen Isolationsschaden am Induktor. Die Behebung dieses Schadens sollte im Herstellerwerk erfolgen. De- und Remontage sowie die Transportorganisation gehörte zum Auftragsvolumen der EAS.

Darüber hinaus stand bereits fest, dass besonderes Augenmerk auf den erhöhten Wärmeverbrauch und den Laufzustand des ND-Teils zu richten war.

5 „Zeitbombe“ Befundung

Bei einer geplanten Revision mit einem festgesetzten Zeitrahmen sollte es nun für ein versiertes Serviceunternehmen keine Schwierigkeit darstellen, die einzelnen Punkte eines Auftrages durchzuplanen und zügig abzuwickeln.

Selbst dann, wenn neben den regulären Revisionsarbeiten ein umfangreiches Prüfprogramm mit der Untersuchung und Beurteilung aller rissgefährdeten Stellen an Turbinen- und Ventilgehäusen durchgeführt wird und zusätzlich zur kompletten Turbinenrevision einzelne Anlagenteile wie Klappen, Wassereinspritzventile, Sperrdampfventile und die Hauptölpumpe etc. revidiert werden.

Das Risiko, besonders bei einem Auftrag dieser Größenordnung, liegt eindeutig bei den unplanmäßigen Arbeiten, die erst während der laufenden Revision festgestellt

werden und, je nach Umfang und erforderlichem Aufwand, unter Umständen den gesamten Zeitplan ins Wanken bringen und die Kosten in die Höhe treiben können.

Dann ist auf beiden Seiten, Auftraggeber und Auftragnehmer, Flexibilität und fachliche Kompetenz gefragt. Während das Serviceunternehmen in der Lage sein muss, kurzfristig optimale Lösungsvorschläge zu unterbreiten, werden vom Betreiber schnelle Entscheidungen erwartet.

Im Kraftwerk Lünen klappte dieses Zusammenspiel einwandfrei. Alle Befundungen wurden während der Revision zeitnah miteinander erörtert und Lösungsvorschläge des Serviceteams zügig entschieden

Ein Beispiel zum vorab schon erwähnten Laufzustand des ND-Teils: Die Kontrolle der Kupplung zwischen ND-Teil und Generator zeigte eine starke Abweichung zu den vorgegebenen Ausrichtwerten. Im Prinzip hätte der Generator nun tiefer gelegt werden müssen. Das war jedoch nicht möglich, da aufgrund von Fundamentveränderungen bei der letzten Revision alle Unterlegbleche entfernt werden mussten, um eine entsprechende Ausrichtung vornehmen zu können.

Zum Zeitpunkt der Befundung wurde von einer termingerechten Rücklieferung des Induktors ausgegangen, so dass die Lösung, schon aus logistischer Sicht, in der Höherlegung des gesamten Turbinenstranges lag. Das Kraftwerk Lünen und EAS vereinbarten einvernehmlich diese Vorgehensweise.

So wurde der Turbostrang um 5 mm höher gelegt, die Ankopplung des Induktors vorgerichtet und nach dessen Rücklieferung die Feinausrichtung vorgenommen.

Jetzt hat der Generator wieder Unterlagen von >2mm und dadurch ist, falls erforderlich, zu einem anderen Zeitpunkt eine nochmalige Ausrichtung möglich.

Während der Inbetriebsetzung wurden vom Auftragnehmer Schwingungsmessungen durch ein spezialisiertes Unternehmen veranlasst. Die Messungen erfolgten während des Anwärmbetriebes und ergaben, dass die Schwinggüte nach ISO 10816-2 mit unter 1 mm/s innerhalb der Grenzwerte (0 bis 2,8 mm/s) lag und damit ein gutes Laufverhalten der Maschine auswies.

Die Maßnahmen der Turbosatzausrichtung wirkten sich übrigens nicht negativ auf den Gesamtzeitplan aus, da sie durch zusätzliche Einsätze in Nacht- und Wochenendschichten vom Serviceteam realisiert wurden.

Es darf auch nicht unerwähnt bleiben, dass die überaus kooperative Zusammenarbeit zwischen Serviceunternehmen und Kraftwerksteam und der offene Informationsaustausch maßgeblich zu einem zügigen und effizienten Revisionsablauf beitrugen. So konnte für kleinere Bohr- und Dreharbeiten die Werkstatt im Kraftwerk Lünen genutzt werden. Umfangreiche Überarbeitungen und die Anfertigung von Ersatzteilen erfolgten in der EAS-Zentralwerkstatt in Gelsenkirchen.

6 Ersatzteilbereitstellung „just in time“

Bereits vor Revisionsbeginn hatte sich ein Team des KW Lünen und der EAS im Kraftwerksmagazin einen Überblick über die vorhandenen Ersatzteile verschafft, um Verzögerungen durch fehlende Bauteile weitgehend auszuschließen. Nicht eingeplant werden konnten natürlich Komponenten, die aufgrund von Befundungen erforderlich wurden.

Das erfahrungsgemäß oft langwierige Beschaffungsverfahren konnte in vielen Fällen durch Reparaturarbeiten oder kurzfristige Bereitstellung – und ggf. Anpassung - aus den Ersatzteillagern des E.ON-Kraftwerksparks vermieden werden.

Umfangreiche Reparaturarbeiten, wie zum Beispiel an Dampfeinsätzen und hydraulischen Antrieben der Turbinenventile, mechanische Bearbeitung der Bauteile zur Herstellung der Soll-Spiele an den Ventilen, Umbau der Bolzenführungen des Drehzahlwächters und Neueinstellung der Auslösedrehzahl führte die EAS-Zentralwerkstatt während des Revisionsverlaufes aus. Dazu kam die Überholung der Hauptölpumpe, die Einbringung des Verschleißschutzes am H₂-Dichtringhalter sowie Schweiß- und Glüharbeiten.

Das EAS-Elektrolabor überarbeitete Teile der Generator-Synchronisierereinrichtung sowie defekte Teile der Erregeranlage, für die von Seiten des Herstellers kein Ersatz bereitgestellt werden konnte.

7 Stand by als Serviceleistung

Die Revisionsarbeiten selbst wurden, trotz diverser Befundungen, innerhalb des vereinbarten Zeitrahmens abgeschlossen.

Eine Verzögerung der Inbetriebsetzung trat dennoch auf, allerdings begründet durch die Verlängerung der Induktor-Reparatur im Herstellerwerk. Ursprünglich wurde dafür ein Zeitraum von rund sechs Wochen veranschlagt. Nach vier Wochen kam die Mitteilung, dass aufgrund von Befundungen eine doppelt so lange Zeitspanne benötigt würde.

Der Nachteil für das Kraftwerk Lünen liegt mit einem Ausfall von zusätzlichen sechs Wochen klar auf der Hand. Grundsätzlich hätte die Unterbrechung zu weiteren Kosten durch die Bereitstellung des Service-Teams geführt. EAS plante jedoch sehr flexibel um und setzte die Mannschaft in diesem Zeitraum an anderen Stellen ein, während das Equipment vor Ort blieb. Eine Woche vor Rücktransport des Induktors traf das EAS-Team wieder im Kraftwerk ein, um abschließende Arbeiten und die Remontage vorzunehmen.

Nach erfolgten mechanischen und elektrischen Einstellarbeiten an den Ventilen und der Turbinenreglung nahmen EAS-Mannschaft und Kraftwerksteam gemeinsam die Schutzprüfungen und die Inbetriebsetzung vor und brachten die Bahnstromturbine wieder ans Netz.

Fazit:

Es ist festzuhalten, dass

- die Komplettrevision des 110 MW-Bahnstrom-Turbosatzes innerhalb des der EAS vorgegebenen Zeit- und Kostenrahmens abgeschlossen wurde und alle Erwartungen des Auftraggebers erfüllt hat,
- der Gesamtauftrag optimal, zuverlässig und unfallfrei realisiert wurde,

- Vorschläge zur Lösung auftretender Probleme kompetent und unverzüglich unterbreitet und umgehend entschieden wurden,
- der Einsatz der EAS-Zentralwerkstatt und des Elektrolabors, mit der Überholung, Bereitstellung und Anfertigung dringend erforderlicher Komponenten, zur Vermeidung von Engpässen beigetragen hat,
- die Preiskalkulation in Bezug auf zusätzliche Arbeiten auf absolut fairer Basis erfolgte,
- die Zusammenarbeit zwischen den Teams - Kraftwerk und EAS - vorbildlich verlief,
- das Kraftwerk Lünen fast keine Schnittstellen gespürt hat, da die beteiligten EAS-Fachbereiche nahtlos agierten.

Natürlich zieht sich ein Kraftwerksbetreiber bei einer derartigen Vergabe nicht völlig aus der Verantwortung. Selbstverständlich sind Abstimmungen und Entscheidungen erforderlich, nämlich bei allen Maßnahmen, die sich aus Befundungen ergeben. Wenn das Serviceunternehmen allerdings, bedingt durch seine betreiberorientierte Handlungsweise und mit der Reparatur und Bereitstellung dringend erforderlicher Komponenten maßgeblich dazu beiträgt, Zeit und Kosten zu sparen, fallen zügige Entscheidungen nicht schwer.

Die guten Erfahrungen mit der EAS-Zentralwerkstatt führten auch dazu, dass hier ein Auftrag zur Überholung von Ersatzteilen für die Einlagerung platziert wurde.

Es soll aber auch nicht unerwähnt bleiben, dass nach Abschluss der Revisionsarbeiten eine weitere Schwingungsmessung im Volllastbetrieb vorgenommen wurde, um noch eine Optimierung des Laufverhaltens zu erreichen.

Insgesamt hat das Ergebnis die getroffene Entscheidung im STEAG Kraftwerk Lünen bestätigt. Auch in Zukunft soll die Vergabe von Großrevisionen vorrangig als Komplettpaket erfolgen, wobei sich herstellerunabhängige Serviceunternehmen bestens empfohlen haben.