



<b>AUFTRAGGEBER</b>	<b>BWB BERLINER WASSERBETRIEBE</b>
<b>Bereich</b>	Versorgungsunternehmen
<b>PROJEKT</b>	mehrere Projekte
<b>LEISTUNG</b>	Ingenieurleistungen, Planung/Objektüberwachung
<b>PROJEKTREALISIERUNG</b>	2001 - 2017
<b>BAUSUMME (BRUTTO)</b>	siehe Text

**PROJEKTBECHREIBUNG**

**Leistungsverzeichnis für die Wartung und Störungsbeseitigung im 110-kV-UW Ruhleben (4558)**

Für die Wartung und Störungsbeseitigung im 110/6-kV-Umspannwerk im Klärwerk Ruhleben wurde durch uns ein Leistungsverzeichnisses („LV“) inklusive Leistungsbeschreibung („LB“) erstellt.

Folgende Anlagen wurden berücksichtigt:

- 110-kV-Schaltanlage,
- 110-/6-kV-Transformatoren,
- 6-kV-Kurzschlusspulen,
- Bedienschränke der 110 kV-Schaltanlage,
- Schutzschränke der 110 kV-Schaltanlage,
- 0,4 kV-AC-Eigenbedarfsanlage,
- 60 V-GS-Anlage,
- Stationsleitsystem.

Mit dem Leistungsverzeichnis wurde ein Rahmenvertrag abgeschlossen, der es ermöglichte, innerhalb der Vertragslaufzeit bedarfsgerecht Teilleistungen mittels Abrufbestellung kurzfristig zu beziehen.

### **Einbindung der BHKW-Anlage in das Stromversorgungsnetz Klärwerk Stahnsdorf (4479)**

BWB beabsichtigte, die erzeugte Elektroenergie aus dem vorhandenen BHKW direkt in das Werksnetz einzuspeisen. Hierzu wurde eine Vorplanung beauftragt. Die Planungsleistung umfasste:

- Ermittlung von möglichen Betriebsvarianten,
- Vermeidung von Rückspeisungen in das e.dis-Netz,
- Berücksichtigung von Erweiterungsmaßnahmen,
- Umbauarbeiten sind bei laufendem Betrieb durchzuführen,
- Durchführung einer Netzberechnung.

### **Windenergieanlagen (WEA) im Klärwerk Schönerlinde (4475)**

Auf dem Gelände des Klärwerkes Schönerlinde hatte die BWB drei Windenergieanlagen errichten lassen. Die WEA hatten jeweils eine Leistung von 2 MW. Sie verfügten über Synchrongeneratoren und Umrichter mit einer Spannung von 690 V. Jede WEA enthielt eine Netzstation mit Transformator 0,69/20 kV, 2.500 kVA und Schaltanlage.

Unsere Planungsaufgabe bestand darin, die drei WEA mit einem MS-Ringkabel zu verbinden. Die elektrische Anbindung erfolgte im Umspannwerk des Klärwerkes. In der vorhandenen 20 kV-Schaltanlage, bestehend aus zwei Sammelschienenabschnitten, die als Übergabestation zum EVU fungierten, wurden 2 Reserveschaltfelder mit der erforderlichen Schutz- und Steuertechnik ausgebaut. Die WEA hatten die Anforderungen gemäß Systemdienstleistungsverordnung für Windenergieanlagen (SDLWindV) erfüllt. Ein Teil der erzeugten Energie konnte den Eigenenergiebedarf des Klärwerkes decken. Die überschüssige Energie wurde in das EVU-Netz eingespeist.

Bausumme brutto: 580.000 €

### **Spannungsumstellung von 30 kV auf 110 kV im Klärwerk Ruhleben (4388)**

Auf der Grundlage der vorangegangenen Variantenuntersuchungen hatte die BWB entschieden, dass ein neues Betriebsgebäude mit den zugehörigen 110/6 kV-Transformatoren errichtet werden sollte. In Abstimmung mit Vattenfall wurde die 110 kV-GIS-Anlage mit den Bedien- und Schutzschränken konzipiert. Auf Kundenwunsch wurden Hermetik-Transformatoren berücksichtigt.

Zum Planungsumfang gehörte u. a.:

- Betriebsgebäude einschließlich Technische Gebäudeausrüstung,
- 110 kV-GIS-Schaltanlage,
- 110/6 kV-Transformatoren, 16/20 MVA mit zusätzlichen Lüftern,
- 6 kV-Kurzschlusspulen,
- Bedienschränke der 110 kV-Schaltanlage,
- Schutzschränke der 110 kV-Schaltanlage,
- 0,4 kV-AC-Eigenbedarfsanlage,
- 60 V-GS-Anlage,
- Stationsleitsystem.

Nach Bearbeitung der Entwurfsplanung wurde diese dem Kunden präsentiert und erläutert. Mit der Planungszustimmung wurde die Genehmigungsplanung und Ausführungsplanung erarbeitet. Nach Präsentation und Freigabe wurden die Ausschreibungspakete erstellt. Die Auftragsvergabe beinhaltete eine umfassende Prüfung der Angebote inklusive detaillierter Klärung durch Nachfragen bei den Anbietern. Mit Hilfe der einzelnen Vergabegespräche konnte ein wirtschaftliches Ergebnis erzielt werden.

Bausumme brutto: 4,89 Mio. €

### **Variantenuntersuchung für die bevorstehende Spannungsumstellung im Klärwerk Ruhleben (4284)**

Die bevorstehende Versorgungsänderung beim Netzbetreiber Vattenfall veranlasste die Berliner Wasserbetriebe zu einer Entscheidungsfindung, wie das Betriebsnetz zukünftig alternativ versorgt werden kann. Die 6-kV-Spannungsebene sollte in jedem Fall erhalten bleiben.

Untersucht wurden:

- Machbarkeit für eine 110-kV-Einspeisung,
- Umbauprogramm während des laufenden Betriebes,
- Baumaßnahmen:
  - Erarbeitung eines Konzeptes mit zwei Lösungsvarianten
    - a) Umbau im vorhandenen Betriebsgebäude,
    - b) Umbau mit Erweiterung des Betriebsgebäudes.

### **Messungen von Oberwellen im Klärwerk Waßmannsdorf (4219, 4220)**

Für die geplante Modernisierung der alten Klärwerksanlage sollten auf der Grundlage der vorliegenden Netzanalyse weitere Untersuchungen im Stromversorgungsnetz durchgeführt werden. Zur Beurteilung eines sicheren Betriebes war besonders für den Inselbetrieb die Oberwellenbelastung bei ausgeschalteten Blindstrom-kompensationsanlagen zu untersuchen. Hierfür wurden umfangreiche Messungen durchgeführt. Die Auswertung erfolgte bis zur 40. Harmonischen.

### **Überprüfung der Netzurückwirkungen von Umrichterantrieben bei Netzersatzstrombetrieb im Klärwerk Waßmannsdorf (4129)**

Für dieses Industrienetz waren ab dem Jahr 1997 mehrere Oberschwingungsuntersuchungen durchgeführt worden. Eine abschließende messtechnische Beurteilung der Netzurückwirkungen erfolgte im Mai 1999, wobei der Einfluss durch die Anlansvorrichtungen der 6-kV-Turbo-Verdichteraggregate (TVA) bei Netzersatzstrom-betrieb (NE-Betrieb) zum damaligen Zeitpunkt nicht berücksichtigt werden konnte.

Die durch uns durchgeführte Oberschwingungsuntersuchung berücksichtigte diesen Sachverhalt. Zusätzlich waren auch Messungen der Netzurückwirkungen bei Normalbetrieb erfasst worden. Zur Bewertung der Netzurückwirkungen bei NE-Betrieb wurde die Umgebungsklasse 3 gewählt.

Bei den Messungen wurden zwei Netzwerkanalysatoren der Firma LEM vom Typ MEMOBOX 604 eingesetzt. Es wurden die Oberschwingungen von der 2ten bis zur 50ten Harmonischen erfasst.

Der Bericht enthielt Erläuterungen zur messtechnischen Ergebnisdokumentation, Netzurückwirkungen im Netzersatzstrombetrieb, Netzurückwirkungen im Normalbetrieb bei EVU-Versorgung, Frequenzmessung im NE-Betrieb sowie Zusammenfassung und Empfehlungen.

### **Grundsatzuntersuchung zum Anlaufverhalten der 1,7 MW-Turboverdichteraggregate im Klärwerk Waßmannsdorf (3434)**

Der zukünftige Klärwerksbetrieb sollte den Anlauf der 850 KW bzw. 1.7-MW-Turboverdichteraggregate (TVA) via Frequenzumrichter ermöglichen. Durch diese Maßnahme sollte der Anlaufstrom IA der TVA auf  $IA \leq IN$  begrenzt werden, wodurch die dynamische Stabilität der Generatoren (BHKW) zu gewährleisten war.

EAB wurde aufgefordert, den Anlaufvorgang unter Berücksichtigung der Anlagendaten zu berechnen bzw. zu simulieren. Dazu wurden EAB das ABB-Maschinendatenblatt des 1.7-MW-TVA inklusive der Momentenkennlinie übergeben. Des Weiteren wurden Datenblätter und Prüfprotokolle mit Angaben zu den Leerlauf- und Kurzschlussverlusten der beiden Transformatoren sowie die Auslegungs-Berechnungsergebnisse der Anlassumrichteranlage und die Ergebnisse der Strommessungen überreicht.

Folgende Leistungen wurden erbracht:

- Berechnung des Laststromes bei einem Gegenmoment von 45 %,
- Maschinennachbildung mit dem Programmsystem ProSA,
- Berechnung der Transformatorverluste,
- Auslegungsberechnungen.

Alle Berechnungen wurden umfangreich dokumentiert.

### **Bestandsaufnahme und Netzberechnungen im Klärwerk Waßmannsdorf (84026)**

Für das 20/6/0,4 kV-Elektronetz des Klärwerkes sollte eine Netzuntersuchung zur Ermittlung von Schwachstellen durchgeführt werden.

In Vorbereitung der dazu notwendigen Netzberechnungen mussten diverse Betriebsmitteldaten mit Unterstützung des Betreibers zusammengetragen werden.

Nach der Eingabe des Netzmodells in das Berechnungsprogramm INTEGRAL konnten gemäß VDE 0102 Berechnungen zu

- maximalen Kurzschlussströmen,
- minimalen Kurzschlussströmen sowie
- auftretenden maximalen Lastströmen bei unterschiedlichen Netztopologien durchgeführt werden.

In Auswertung der bekannten Betriebsmitteldaten wurden Überschreitungen der Grenzwerte wie Kurzschlussfestigkeit, Einhaltung der Schutzanregebedingungen sowie der maximalen Betriebsströme in Abhängigkeit der Anlagenkonfigurationen und Verlegebedingungen von Kabeln ermittelt.

Die Ergebnisse dienten dem AG als Sanierungsanforderung und -programm für seine Anlagen.

### **Regelungskonzept für BHKWs zur Ersatzstromversorgung im Klärwerk Waßmannsdorf (84005)**

Für den Netzersatzbetrieb standen vier BHKW-Module zur Verfügung. Die Brennstoffversorgung erfolgte im Netzersatzbetrieb ausschließlich mit Erdgas.

Für die Inselversorgung mit den BHKWs wurden folgende Punkte beachtet:

- die BHKWs mussten parallel am elektrischen Netz arbeiten können (Spannungs- und Frequenzregelung),
- Oberschwingungserzeuger durften nicht zu unzulässigen Spannungsverzerrungen führen (wie viel Umrichterlast ist möglich),
- die elektrische Last durfte die BHKW-Leistung nicht überschreiten (wie viele weitere Verbraucher können zugeschaltet werden bzw. welche Last können die Gebläse aufnehmen),
- die Spannungsregler sollten schnell sein, durften aber nicht durch einen zu hohen Verstärkungsfaktor das System destabilisieren,
- die Kurzschlussleistung verringerte sich im Falle der Ersatzstromversorgung und somit waren die Schutzgeräteparameter zu betrachten.

Folgende Berechnungen wurden durchgeführt:

- Oberschwingungsberechnungen,
- Variantenberechnungen Gebläseanläufe,
- Ermittlung der maximalen Umrichterlast,
- Kurzschlussstromberechnung mit Überprüfung der Schutzeinstellungen und Dokumentation