

Erneuerung der Innenbeschichtung der beiden Druckrohrleitungen des Brennerkraftwerkes

Mag. Alois Zwanzinger
Corro Tec Korrosionsschutz
Vertriebsges.m.b.H.
Grinzinger Straße 72/E35, A-1190 Wien,
Tel.: +43/664/103 62 63,
Fax: +43/664/77 103 62 63
E-Mail: alois.zwanzinger@aon.at

Ing. Edwin Rainer
TIWAG-Tiroler Wasserkraft AG
Eduard-Wallnöfer-Platz 2
A-6010 Innsbruck
Tel.: +43/50607/21045
Fax: +43/50607/21027
E-Mail: edwin.rainer@tiwag.at

Beschreibung des Kraftwerkes

Das Brennerkraftwerk ist eines der ältesten in Österreich. Es wurde 1898 erstmalig in Betrieb genommen. Das Kraftwerk besteht aus einer Wehranlage mit dem Einlaufbauwerk, den Rollschützen als obere Absperreinrichtungen, zwei parallel in der Erde verlegte Druckrohrleitungen, Verteilrohrleitungen, Turbinen-Keilschieber als untere Absperroorgane und jeweils zwei Francisturbinen.

Die beiden Druckrohrleitungen (DRL) des Kraftwerkes sind zwar in der Erde verlegt, reichen aber teilweise bis an die Oberfläche heran. Die Druckrohrleitungen haben eine Neigung von 34° im Steilstück (46,5 lfm), 9° in der Schrägstrecke (338,5 lfm) und einen Durchmesser von 1,5 m. Entsprechend dem damaligen Stand der Technologie sind die Rohrleitungen aus 1,5 - 1,7 m langen Halbschalen zusammengenietet. Die Gesamtlänge jeder Rohrleitung beträgt 412 lfm wobei ca. 385 lfm davon beschichtet wurden.

Da die Rohrleitungen schon 98 Jahre alt sind, wurden sie vor der Neukonservierung auf den mechanischen Zustand überprüft, um die Entscheidung einer Neukonservierung oder einer kompletten Erneuerung treffen zu können. Die Untersuchungen (z.B. Wandstärkenmessungen etc.) ergaben, abgesehen von den Korrosionsschäden, ein guten Zustand, so daß die Entscheidung getroffen wurde, die Beschichtung zu erneuern.

Die Fallhöhe beträgt 80 m und die Vollastwassermenge je Rohrleitung 6 m³/sec. Im Brennerwerk befinden sich 4 horizontalachsige Maschinensätze, bestehend aus Francis-Spiralturbine mit angebautem Drehstromgenerator und Erregermaschine. Die installierte Gesamtleistung beträgt 7,7 MW. Das Regelarbeitsvermögen beträgt pro Jahr ca. 49 Gwh.

Die Ausgangssituation



Im Jahr 1974 wurde die Rohrleitung mit einer zweifachen Zinkgrundierung und einer ca. 200 µm starken Deckbeschichtung mit Steinkohlenteerpech konserviert. 1984 war der Abrieb an den Nieten und insbesondere im Sohlbereich soweit fortgeschritten, daß ein Pflegeanstrich mit Inertol 1 dick aufgebracht werden mußte. Durch die Tatsache, daß der Fluß der das Kraftwerk speist,

nur durch eine kleine Wehranlage aufgestaut ist, kommt stark mit Gletscherschliff und sonstigen Verunreinigungen belastetes Wasser direkt in die Einlaufbauwerke der DRL. Durch die Konstruktionsart mit Nieten und Blechstößen entstehen Verwirbelungen welche zusammen mit der hohen Verunreinigung des Wassers einen starken Abrieb an der Beschichtung verursachen.



An diesen Stellen wurde die Beschichtung auch zwischenzeitlich immer wieder ausgebessert. Dennoch konnte die alte Beschichtung mit einem Messer leicht entfernt werden. Die darunter befindliche Zinkgrundierung war komplett korrodiert und zeigte Haftungsmangel.

Die Wasserführung des Flusses ("Obere Sill") erlaubt, daß von Anfang April bis Ende

Oktober mit beiden DRL volle Kraftwerksleistung gefahren werden kann. In den Wintermonaten reicht die Wassermenge nur für zwei Maschinen und eine DRL. Durch diese Situation zwang sich der Durchführungszeitpunkt in den Wintermonaten auf, so daß zuerst die Beschichtung der ostseitigen (Dez. 1996 – Jän. 1997) und anschließend der parallel liegenden westseitigen DRL (Feb. – März 1997) erneuert wurde. Gleichzeitig wurde dieser Stillstand für Instandhaltungsarbeiten der Maschinen genutzt.

Die Problematik für die Konservierungsarbeiten war, daß man einerseits mit niedrigen Oberflächentemperaturen konfrontiert ist und andererseits, aus statischen Grün-

den, die DRL nicht geheizt werden darf. Aufgrund der niedrigen Oberflächentemperaturen (2 bis 4°C) schieden viele, der bisher eingesetzten, traditionellen Beschichtungssysteme aus.

Die Klimatisierung

Die Richtung des durch die Klimatisierung erzeugten Luftstromes in der DRL war von oben nach unten. Oben wurde über ein Schott getrocknete Luft eingeblasen und am unteren Ende die Luft über eine Entstaubungsanlage abgesaugt. Aufgrund der niedrigen Oberflächentemperaturen wurde die eingeblasene Luft nur getrocknet und nicht oder kaum geheizt. Kritische Momente während der Konservierungsarbeiten waren immer, wenn Föhnwinde entstanden und die Lufttemperatur kurzfristig stark anstieg. Aufgrund der speziellen geographischen Lage kann die Lufttemperatur selbst in den Wintermonaten kurzfristig auf 10 bis 15°C ansteigen. Die Normaltemperaturen bewegen sich in dieser Jahreszeit zwischen 0 und -10°C. Während der gesamten Projektdauer wurde die Klimatisierung computerunterstützt überwacht.

Die Oberflächenvorbereitung



Die Oberflächenvorbereitung erfolgte durch Strahlreinigen mit Korund bis zu einem Normreinheitsgrad Sa 2½. Die erzielte Rauhtiefe lag zwischen 50 und 70 µm. Durch die hohe Abriebbelastung und den Umstand, daß in früheren Zeiten (anderer Eigentümer) die Instandhaltung der Beschichtung wahrscheinlich sehr lange vernachlässigt wurde, wies die Oberfläche relativ schwere Korrosionsschäden auf.

Die Vorgehensweise

Die Zugangsmöglichkeiten der 385 m langen DRL waren auf die Einstiegsmöglichkeit im Bereich des Wasserschlosses sowie auf ein Mannloch in der Mitte und am unteren Ende beschränkt, so daß der obere Abschnitt bis zum mittlerem Mannloch ca. 205 lfm und der untere ca. 180 lfm lang war. Die Strahlreinigung erfolgte von oben beginnend nach unten. Im ersten Abschnitt wurden ca. 120 lfm gestrahlt und anschließend 100 lfm davon beschichtet. Im 2. Abschnitt wurde bis 110 lfm unterhalb des mittleren Mannloches gestrahlt und beschichtet, so daß für den letzten Abschnitt noch 70 lfm verblieben. Über das im Freien befindliche Mannloch in der Mitte der Rohrleitung wurde eine wind- und wetterfeste Hütte gebaut, die mitklimatisiert wurde.

Die Beschichtung

Das Beschichtungssystem HUMIDUR® wurde gewählt, weil sich HUMIDUR® auch bei extrem niedrigen Oberflächentemperaturen aufbringen läßt und aushärtet. Die hohe Abriebfestigkeit der HUMIDUR® Beschichtung sowie die einfache Reparaturmöglichkeit bei Beschädigungen, waren weitere wichtige Gründe für die Wahl dieses speziellen Systems. Wie Labortests und Praxisversuche der TIWAG zeigten, erwies sich das Produkt HUMIDUR® als das beste für diesen Einsatzzweck. Wie sich zeigte, härtet HUMIDUR® selbst bei Minustemperaturen ohne den geringsten Qualitätsverlust aus. Die Eigenschaft, daß auf eine reine HUMIDUR®-Beschichtung ein weiterer Anstrich erfolgen kann, ohne die HUMIDUR®-Oberfläche z.B. aufrauhen oder aktivieren zu müssen, verspricht für allenfalls erforderliche Reparaturen einen niedrigen Aufwand (Reinigung mit Wasser) und kurze Durchführungszeiten.

Ebenfalls sehr wichtig war die technische Unterstützung des Farblieferanten, da es sich um ein lösungsmittelfreies Beschichtungssystem handelt und bei der Verarbeitung gewisse Richtlinien eingehalten werden müssen. Ein weiterer Vorteil war, daß mit HUMIDUR® leicht die geforderten Mindestschichtdicken in 1 oder 2 Schichten erreicht werden konnten.

Im nachhinein betrachtet, erwies sich die Produkteigenschaft, daß HUMIDUR® auch unter Wasser ohne Qualitätsverluste aushärtet, als sehr vorteilhaft, als 2 Tage nach dem Aufbringen der Beschichtung ein Schott undicht wurde und einen Teil der neuen Beschichtung des Rohres vorzeitig unter Wasser setzte.

Aufgrund der speziellen Belastungen der DRL (Abrieb) wurde für den Sohlbereich, die Nieten und Blechstöße eine höhere Mindestschichtstärke gewünscht. Die geforderten Trockenschichtstärken lagen für den Deckenbereich bei mindestens 600 µm; für den Bereich der Nieten und Blechstöße bei mind. 1200 µm und für den Sohlbereich bei mind. 1000 µm.

Aufgrund der Oberflächenbeschaffenheit und der Korrosionsschäden an Nieten und Blechstößen, war es erforderlich diese vorzustreichen. Für das Vorstreichen wurde ein anderer Farbton gewählt, um die spätere Inspektion und Verfolgung des Abriebes zu erleichtern. Sollte der Abrieb an diesen Stellen soweit fortgeschritten sein, daß die vorgestrichene Schicht durchkommt, müßten diese Stellen ausgebessert werden. Das Vorstreichen erwies sich als sehr effizient, da in einer Schicht bis zu 600 µm an Nieten und Blechstößen erzielt werden konnten und darüber hinaus eine schnellere Applikation beim Spritzen dieser schwierigen Bereiche möglich war.



Die HUMIDUR®-Beschichtung wurde mittels Hochdruck-Airless-Gerätes aufgebracht. Aufgrund der beschränkten Zugangsmöglichkeiten und dadurch langen Abschnitte, waren Schlauchlängen bis zu 120 m erforderlich. Die Besonderheiten bei der Verarbeitung von HUMIDUR® liegt darin, dass der Hochdruckschlauch mit Heizkabel, Thermostat und Isolierung ausgestattet ist. Die Spritzleistung lag bei 100 m² pro Stunde. Auf diese Art war es möglich die 1.800 m² jeder DRL in sehr kurzer Zeit vor weiterer Korrosion zu schützen.

Endabnahme

Wie sich durch die Erfahrung der TIWAG gezeigt hat, ist die begleitende Qualitätskontrolle ein wesentliches Element für den Erfolg eines Konservierungsprojektes. Das Korrosionsschutzteam der TIWAG überwachte während der gesamten Projektzeit nicht nur die Strahl- und Beschichtungsarbeiten sondern auch die Klimatisierung. An Qualitätssicherungsmaßnahmen



wurde im Zuge der Endkontrolle über 4.000 Messungen der Trockenschichtstärke mittels elektromagnetischem Schichtdickenmeßgerät durchgeführt. Eine weitere Kontrolle hat darin bestanden, die Oberfläche auf Porenfreiheit mittels Hochspannungsdetektors zu überprüfen. Weiters wurden Stahlplättchen während der Beschichtungsarbeiten beschichtet.

Auf diesen Plättchen erfolgten weitere Qualitätskontrollen durch Erstellen eines Schliffbildes sowie messen der Haftzugswerte. Haftzugswerte von 140 kg/cm² wurden ohne Fehler des HUMIDUR[®]-Systems erzielt. Die Begutachtung des Schliffbildes unter dem Mikroskop (1000-fache Vergrößerung) ergab eine wesentliche geringere Porosität als bei vergleichbaren Systemen.

Garantieabnahme nach 5 Jahren Betrieb



Im Februar und März 2002 erfolgte die Garantieabnahme nach 5jährigen Betrieb. Die Rohrleitungen wurden entleert und partiell gereinigt. Speziell der stark belastete Sohlbereich sowie die Bereiche bei den Nietendreihen und Blechstößen waren von besonderem Interesse. Wie die nebenstehenden Bilder und die durchgeführten Messungen ergaben, konnten die hohen Erwartungen, die in

das Beschichtungssystem Humidur[®] gesetzt wurden bestätigt werden. Trotz der enormen Belastung durch Sand und Gletscherschliff war der Abtrag an der Beschichtung nur gering. Lediglich im Bereich der Nietenköpfe im Sohlbereich waren einzelne Stellen zu finden, wo die weiße Deckbeschichtung abgeschliffen und die vorgestrichene grüne Schicht durchkam. Im Vergleich zu dem vorher eingesetzten Beschichtungssystem auf Teer-Epoxidharz-Basis, bei dem diese Stellen jährlich aufwendig repariert werden mussten, erzielte das Humidur[®]-System eine wesentliche Verbesserung und langfristige Senkung der Instandhaltungskosten. Im Winter 2003 wird in diesem Bereich die Rohrleitung mit Wasser und Bürsten gereinigt, abtrocknen lassen und mit Humidur[®] lokal ausgebessert ohne aufwendig klimatisieren oder sogar durch sandstrahlen reinigen zu müssen.

