

Zustand der Druckleitung

Die Druckleitung des Kraftwerkes ist in erstaunlich gutem Zustand. Freiliegende Teile der Leitung zeigen eine normale Beschaffenheit der Oberfläche des Rohres nach 100 Jahren Betrieb. Für eine genauere Analyse wurde ein weiterer Teil freigelegt und ein Ausschnitt aus dem Stahlzylinder herausgeschnitten. Die vorliegenden Fotos zeigen an den Schnittstellen eine einwandfreie Beschaffenheit des Stahls, keine erkennbaren Stellen mit Korrosion. Soweit erkennbar, weist der aufgeschnittene Rohrquerschnitt eine konstante Wandstärke auf. Die Aufnahmen der inneren Teile des Rohres weisen keine sichtbaren Risse auf. Beim Bau der Druckrohrleitung wurde offenbar ein Stahl mit ausgezeichnete Qualität geliefert.

Auch die Dimensionierung ist korrekt. Eine Rohrleitung mit einer Länge von 2400 m erzeugt beim Durchströmen des Wassers einen Druckverlust, der mit dem Durchfluss zunimmt, aber mit dem Durchmesser abnimmt. Für die volle Leistung der Turbinen im Kraftwerk in Höhe von ca. 600 kW wäre der Druckverlust entsprechend einem Verlust von 10 m an Fallhöhe. Bezogen auf eine Fallhöhe von rund 110m zwischen dem Weiher und dem Kraftwerk sind das rund 10% Energieverlust, was man als gerade noch akzeptabel betrachten würde. Der Durchmesser von 800 mm ist also genau richtig.

Die auf den Fotos zu sehende Wandstärke des Druckrohres bei rund 100 m Fallhöhe oder 10 bar Innendruck nur moderate Spannungen in der Struktur ergeben. Das war in früheren Zeiten üblich, indem genügend Sicherheitszuschläge bei der Dimensionierung berücksichtigt wurden. Das wirkt sich sehr positiv auf den Betrieb des Kraftwerkes aus, denn bei Änderungen der Kraftwerksleistung ändert sich der Druck vor den Turbinen, da der Durchfluss geändert werden muss. Wenn man die Leistung erhöht, steigt der Durchfluss, und weil die Strömung in der 2,4 km langen Leitung beschleunigt werden muss, sinkt der Druck, weil die Strömung Zeit braucht, zu reagieren. Das ist kein Problem, aber wenn die Turbinenleistung reduziert wird, muss der Durchfluss abnehmen, und zum Bremsen der Wassersäule in der langen Rohrleitung muss der Druck vor der Turbine steigen, umso mehr, je schneller die Leistung reduziert wird. Man nennt das einen Druckstoß. Heutzutage legt man die Schließzeiten für die Turbinen fest, um den Druckstoß zu begrenzen. Die Planer der Anlage vor 100 Jahren konnten diese Druckstöße sicher nicht genau berechnen, so wie heute, aber sie kannten den Effekt und haben mit Sicherheit dies durch größere Wandstärken berücksichtigt.

Man kann also feststellen, dass die Rohrleitung korrekt dimensioniert ist, die Qualität des Stahls hervorragend ist auch nach 100 Jahren Betrieb. Eventuelle Schäden an der Struktur können nur durch mechanische Einwirkung, z.B. Bauarbeiten in der Nähe der Anlage, oder durch einen extremen Druckstoß entstanden sein. Ein solcher kann entstehen, wenn eine Francis-Turbine schlagartig vom Netz genommen wird, z.B. bei einem Blitzschlag. In dem Moment steigt die Drehzahl der Turbine rapide an, was unbedingt verhindert werden muß, weil bei großen Drehzahlen der Generator Schaden nimmt. In einem solchen Fall können extreme Druckstöße auftreten, die das System schädigen können. Vermutlich haben die Betreiber in jüngerer Zeit diese Zusammenhänge nicht gekannt.

Wenn man diese Beurteilung genauer untersuchen wollte, um Sicherheit zu haben, gäbe es Einrichtungen, die Materialuntersuchungen kompetent durchführen können. Dazu gehört die MPA, die Material Prüfanstalt der Universität Stuttgart, die in der Kernkrafttechnik Sicherheit von Materialien auf höchsten Qualitätsstandards nachgewiesen hat. Druckrohrleitungen in Pumpspeicherwerken im Schluchseewerk gehören zu der Expertise. Auch an der Technische Universität Wien gibt es eine Materialprüfanstalt auf höchstem Niveau.

Fazit:

Die Druckrohrleitung des Kraftwerkes ist in einwandfreiem Zustand, die ursprüngliche Dimensionierung ist korrekt. Eine Sanierung ist aus meiner Sicht nicht nötig. Eventuelle Schäden, z.B. an den Fügstellen der Rohre, sind einzige Stellen von Kritik. Schäden sind entstanden durch mechanische Einwirkung von außen oder extremen Druckstößen im Betrieb von innen. Infolge konservativer Dimensionierung der Planer vor 100 Jahren ist wohl mechanische Einwirkung auf jüngeren Baustellen wahrscheinlich.

Für den Bau eines Kraftwerkes betragen die Kosten für die Bauwerke etwa 80% und die Maschinentechnik etwa 20% der Gesamtkosten. Durch die 2400 m lange Rohrleitung vom dem oberseitigen Speicher bis zum Kraftwerk sind für das Bauwerk die größten Kosten in der Leitung zu finden. Würde man ein solches Kraftwerk heutzutage bauen, so würde die Installation der Druckleitung sicher Kosten in Millionenhöhe verursachen. Eine Sanierung, d.h. eigentlich ein Nachweis der Integrität der Leitung, würde wohl nur wenige 100.000,- Euro kosten.

Das Kraftwerk ist also ein Juwel, und die Druckrohrleitung ist zentraler Bestandteil. Es lohnt sich, die Leitung zu erhalten.

Prof. E. Göde

Prof. Dr.-Ing. Eberhard Göde – Stationen einer Laufbahn im Dienst der Wasserkraft



Bild: A. Mitschelen

- Leitung der Profilentwicklung bei Sulzer Escher Wyss, Zürich, Schwerpunkt: Modernisierung existierender Wasserkraftanlagen
- Ordinarius für Hydraulische Strömungsmaschinen an der Universität Stuttgart. Leitung des Instituts für Strömungsmechanik und Hydraulische Strömungsmaschinen (IHS)
- Dekan Energietechnik mult.
- Dekan Maschinenbau der Universität Stuttgart a.D.
- Leitung des VDMA-Gemeinschaftsausschusses Wasserkraftanlagen
- Leiter diverser internationaler Gremien, darunter IEC TC4 Hydraulic Turbines, International Electrotechnical Commission