Der Muttsee ist das Speicherbecken des Pumpspeicherwerks mit einem Fassungsvermögen von 23 Mio Kubikmetern Wasser.
Bild: Axpo Power

Rohrumformung

Energieerzeugung ohne Leckage in den Schweizer Bergen

Nur zwei Jahre nach der Inbetriebnahme wurden in einem der größten europäischen Pumpspeicherwerke in den Schweizer Alpen Leckagen an hydraulischen Edelstahl-Rohrleitungen festgestellt. An einigen Stellen hatten klassische Edelstahl-Schneidringverschraubungen den starken Vibrationen nicht standgehalten. Das Unternehmen Kraftwerke Linth-Limmern setzt jetzt auf das Rohrumformsystem von Stauff.

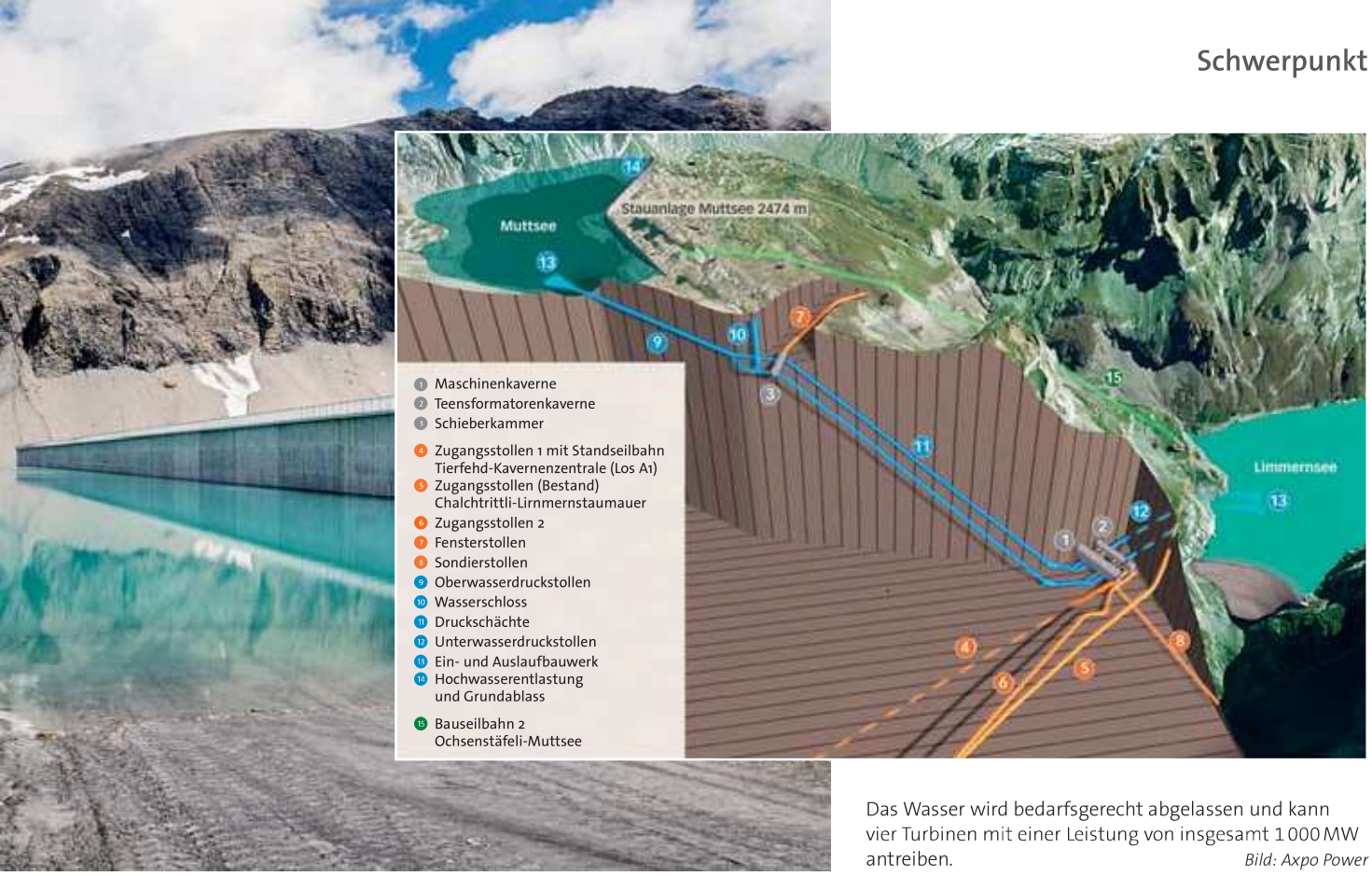
Das Prinzip ist einfach: Pumpspeicherwerke sollen in erster Linie Energie speichern. Wenn im Stromnetz überschüssige Energie zur Verfügung steht, beispielsweise in der Nacht, wird Wasser von einem niedrig gelegenen Unterbecken in ein deutlich höheres, das sogenannte Speicherbecken, gepumpt. Das Wasser fungiert als Speichermedium und übernimmt gewissermaßen die Rolle einer Batterie: Bei Energiebedarf, beispielsweise zu Spitzenlastzeiten am Tag, wird es abgelassen und treibt Turbinen an. Auf diese Weise kann innerhalb von Sekunden Strom erzeugt und ins Stromnetz eingespeist werden.

Mit diesen Eigenschaften werden Pumpspeicherwerke gerne auch als Trumpfkarten für die Energiewende bezeichnet. Während die Stromerzeugung durch Windkraft- und Photovoltaikanlagen fluktuierend und nicht steuerbar ist, lässt sich auf die Wasserkraft im Pumpspeicherwerk kurzfristig und flexibel zugreifen. Die Herausforderung, Phasen niedriger Leistung der nachhaltigen Energiegewinnung oder Bedarfsspitzen auszugleichen, wird mit der Integration von Pumpspeicherwerken gelöst, ohne auf Kernenergie oder fossile Brennstoffe zurückgreifen zu müssen.

In den Schweizer Alpen liegt etwa 100 km von Zürich entfernt das Pumpspeicherwerk Limmern. In der jüngsten Ausbaustufe wurde der auf 2 474 m Höhe liegende Muttsee in das Kraftwerk integriert: Durch den Bau einer 1054 m langen Staumauer hat er als Speicherbecken ein Fassungsvermögen von 23 Mio Kubikmetern Wasser. Als Unterbecken fungiert der 630 m tiefer gelegene Limmernsee. Wird das Wasser vom Muttsee abgelassen, lassen sich damit vier Turbinen mit einer Leistung von je 250 MW antreiben. Insgesamt haben die Kraftwerke Linth-Limmern nach der Integration des Muttsees eine Leistung von 1520 MW.

Pumpspeicherwerk der Superlative

Das Pumpspeicherwerk Limmern wurde in den Jahren 2016/17 sukzessive in Betrieb genommen. Nur zwei Jahre später entdeckte man bei Wartungsarbeiten Leckagen an hydraulischen Leitungen. Uwe Bröllos ist Key Account Manager bei der Firma Fluidtec in Kreuzlingen, dem autorisierten Stauff-Handelspartner für die Schweiz. Er berichtet: „Als 2019 im Pumpspeicherwerk Limmern Undichtigkeiten entdeckt wurden, hat man mich als Fachmann für hydraulische Leitungssysteme hinzugezo-



Das Wasser wird bedarfsgerecht abgelassen und kann vier Turbinen mit einer Leistung von insgesamt 1 000 MW antreiben. *Bild: Axpo Power*

gen. Die Schadensanalysen haben ergeben, dass in einigen Schneidring-Rohrverbindungen Risse entstanden waren.“ Ursache dafür waren die permanenten Vibrationen, denen die hydraulischen Leitungen im Kraftwerk ausgesetzt sind.

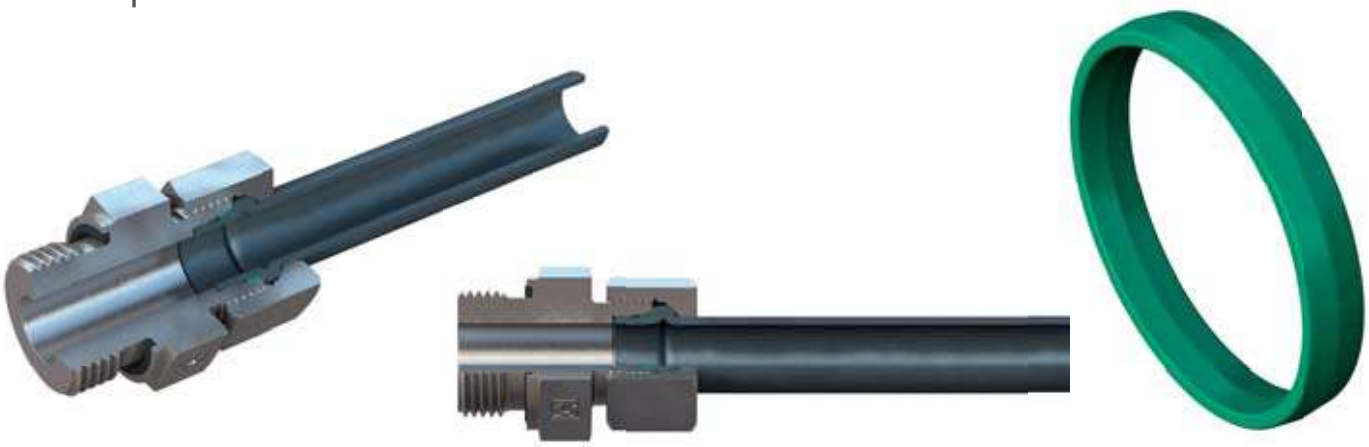
Leckagefrei unter extremen Bedingungen

Generell sind 24°-Rohrverschraubungen mit Schneidring hochbelastbar und gelten als universeller Standard, um metrische Rohrleitungen mit Außendurchmessern zwischen 4 und 42 mm in der Hydraulik zuverlässig und leckagefrei anzuschließen oder zu verbinden. „Für den Einsatz unter den extremen Bedingungen im Pumpspeicherwerk Limmern wäre allerdings von Anfang an ein anderes Verbindungskonzept, das der Rohrumformung, ratsam gewesen“, resümiert Uwe Bröllos. Er empfiehlt Stauff Form, das von dem deutschen Hersteller und Entwickler sämtlicher Komponenten hydraulischer Leitungssysteme speziell für Hochdruckanwendungen und starke Vibrationsbelastungen entwickelt wurde. Das Prinzip: Mit der Stauff-Form-Maschine wird das Rohrende so umgeformt, dass beim Verschrauben mit einem herkömmlichen Verschraubungskörper und einer Überwurfmutter eine sogenannte formschlüssige Verbindung entsteht. Der einzige denkbare Leckageweg wird mit einer Viton-Dichtung zusätzlich abgesichert. Während also bei Stauff Form das Rohrmaterial lediglich umgeformt wird, entsteht eine Schneidringverbindung dadurch, dass ein metallener Ring mit zwei Kanten beim Anzug einer Überwurfmutter in die Rohroberfläche – wie der Name schon sagt – einschneidet. Durch diesen Materialeinschnitt wird die Vibrationsresistenz begrenzt. Demgegenüber hat das Umformsystem eine höhere Ausreißfestigkeit, die unter extremen Bedingungen – starken Druckschlägen und vibrierenden Belastungen wie im Pumpspeicherwerk Limmern – einen Sicherheitsvorteil darstellt. Für Maschinen- und Anlagenbauer in besonders sicherheitskritischen Bereichen, beispielsweise im Schiffbau, in Offshore-Anlagen oder in Kran- und Hebezeugen, ist dies ein entscheidendes Argument.

Betriebssicherheit und Umweltschutz

Auch Oswald Hauser, Leiter des Ressorts Mechanik beim Unternehmen Kraftwerke Linth-Limmern, hat sich zusammen mit seinem Instandhaltungsteam 2020 für Stauff Form entschieden. Seitdem werden die Schneidring-Verschraubungen aus Edelstahl im hydraulischen Leitungssystem sukzessive durch Umformverbindungen ersetzt. „Für uns geht es um Betriebssicherheit, Leckagesicherheit und die Vermeidung von Umweltschäden. In den Edelstahlleitungen werden bis zu 18 000 Liter Öl geführt, die nicht ins Werk und die Natur gelangen dürfen.“ Durch den Einsatz hochbelastbarer Rohrverbindungen wird außerdem der Aufwand für

Das Verbindungssystem Stauff Evo basiert vollständig auf Standard-Bauteilen. *Bild: Stauff*



Das Umformsystem steht auch mit einer einfachen Viton-Dichtung zur Verfügung.
Bild: Stauff

Wartung und Instandhaltung erheblich gesenkt. Immerhin werden im Pumpspeicherwerk Limmern mehrere Dutzend Kilometer Leitungen in dichten Wartungszyklen überprüft.

Persönliche Einführung in die Bedienung

Eine wichtige Rolle bei seiner Entscheidung hat die Betreuung durch die Firma Fluidtec gespielt: „Wir sind bei Herrn Bröllos hervorragend aufgehoben. In anderen Funktionsbereichen arbeiten wir seit vielen Jahren zusammen. Er hat uns schon oft aus der Klemme geholfen, wenn wir beispielsweise kurzfristig Ersatzteile gebraucht haben." Besonders hervorheben möchte Oswald Hauser auch die Einweisung in die Umformmaschine, das Herzstück von Stauff Form. Für die Schulung des Montagepersonals im Kraftwerk sind Mitarbeiter des Spezialisten für Hydraulikkomponenten vom Stammsitz im Sauerland angereist. Dabei wurden weitere Vorteile des Umformsystems deutlich: Zu den konstruktiven Merkmalen des Umformsystems gehört, dass Über- oder Untermontagen praktisch ausgeschlossen sind. Die Umformmaschine ist einfach zu bedienen und der Werkzeugwechsel für verschiedene Rohrdurchmesser unkompliziert. Überzeugend war auch die Einführung in die Cloud-Anbindung und die Nutzung der Fernwartung. Hier profitieren Anwender von der engen Zusammenarbeit mit den Projektverantwortlichen am Hauptsitz des Hydraulikkomponentenspezialisten im Sauerland. Oswald Hauser: „Der Umstieg auf Stauff Form ist für uns technisch ein wichtiger Schritt und auch, was Arbeitsabläufe, Montagesicherheit und Wartungsaufwand betrifft, ein Gewinn."

Unkomplizierte Software-Updates

Im Jahr 2021 hat der Spezialist für Hydraulikkomponenten mit Hauptsitz im sauerländischen Werdohl ein Update seines seit 2015 erfolgreich im internationalen Maschinen- und Anlagenbau eingesetzten Umformsystems vorgenommen: Der bislang eingesetzte metallische Adapterring mit fest verbundener Elastomerdichtung wird durch eine einfache FKM (Viton-Dichtung) ersetzt. Das ist günstiger und daher vor allem für Anwendungen mit großen Stückzahlen von Interesse, ohne dass die Sicherheit beeinträchtigt wird. Beide Systeme sind nach wie vor verfügbar und werden mit den gleichen Maschinen umgeformt. Für die Umstellung auf Stauff Form EVO müssen lediglich die Werkzeugsätze ausgetauscht und ein Software-Update aufgespielt werden. Mit der neuesten Ma-

Power unter Tage: Die Unterbringung der Maschinenanlagen in Kavernen – hier ein Blick auf die Transformatoren – trägt zur Erhaltung des Landschaftsbildes bei.
Bild: Axpo Power

Jede der vier Pumpturbinen hat eine Leistung von 250 KW.
Bild: Axpo Power

Die Maschinenkaverne ist 150 m lang, 30 m breit und hat eine Höhe von 53 m.
Bild: Axpo Power

schinengeneration sind Software-Updates besonders unkompliziert: Sie lassen sich online übermitteln. Möglich wird das durch ein in die Maschine integriertes Kommunikationsmodul mit SIM-Karte. Dem Anwender bietet die Kommunikationsfähigkeit der Umformmaschine zusätzliche Vorteile. Per Online-Service sind beispielsweise die Maschinenhistorie und -parameter einzusehen, die gemeinsam mit dem Kundenbetreuer analysiert werden können. Die Ursache für eine Fehlfunktion ist schnell zu ermitteln und die Qualität des Umformprozesses lässt sich auf einem hohen Niveau halten. Detaillierte Dokumentationen der durchgeführten Umformvorgänge dienen dem Kunden als Nachweis für eine korrekte Montage. Der Datenaustausch mit der herstellereigenen Cloud findet in beide Richtungen verschlüsselt statt, sodass die Daten zuverlässig vor Fremdzugriff, Missbrauch und Manipulation geschützt sind.

Umstrittene Pumpspeicher

Klassische Pumpspeicherwerke sind seit Jahrzehnten technisch etabliert. Ihr Gesamtwirkungsgrad liegt mit 75 bis 80 % deutlich vor anderen Speichermethoden, beispielsweise Druckluftspeicherkraftwerken. Beim Neubau von Pumpspeicherwerken wird allerdings auch deutlich in den Naturhaushalt eingegriffen, etwa wenn zuvor freie Bach- oder Flussläufe gestaut oder große Speicherbecken angelegt werden müssen. Umweltverbände mahnen daher an, den Naturschutz von vorneherein als wichtige Zielgröße zu behandeln und nicht nur als Beiwerk im Planungsprozess zu berücksichtigen. Potenzielle Standorte, die keine oder geringe Eingriffe in die Natur erfordern, sind stillgelegte Bergbauanlagen. In einigen Bergbauregionen werden Ansätze, sie in nachhaltige Energiekonzepte zu integrieren, geprüft.

Rücksichtnahme auf die Natur

Im Fall des Pumpspeicherwerks Linth-Limmern werden natürliche Seen als Unter- und Speicherbecken genutzt. Das Stauen des Muttsees hat in der kargen Gebirgslandschaft wenig Einfluss auf Flora und Fauna. Die größten Einschnitte in die Natur fanden während der Bauphase statt, weshalb zu den Umweltauflagen der Rückbau notwendiger Installationen gehörte: Das Containerdorf und die beiden Transportseilbahnen wurden inzwischen zurückgebaut und die beim Bau genutzten Flächen renaturiert.

aru ■

„Als 2019 im Pumpspeicherwerk Limmern Undichtigkeiten entdeckt wurden, hat man mich als Fachmann hinzugezogen. Die Schadensanalysen haben ergeben, dass in einigen Schneidring-Rohrverbindungen Risse entstanden waren.“

Uwe Bröllos, Key Account Manager, Fluidtec