

Die Zentrale des 1967 erstmals in Betrieb genommenen Kraftwerks Arni erhielt zum 50-jährigen Jubiläum eine umfassende technische und bauliche Sanierung.



DEUTLICHE LEISTUNGS- UND ERZEUGUNGSSTEIGERUNG FÜR KRAFTWERK ARNI NACH TOTALSANIERUNG

Im Frühjahr 2017 wurde nach rund 1,5-jähriger Umbauphase das umfassend sanierte Wasserkraftwerk Arni in der Schweizer Gemeinde Engelberg endgültig fertig gestellt. Die 1967 erstmals in Betrieb gesetzte Anlage steht im Besitz der „ewl energie wasser luzern“, (EWL) dem wichtigsten Energieversorger der rund 40 Autominuten entfernten Stadt Luzern am Vierwaldstättersee. Als neues Herzstück erhielt das Ausleitungskraftwerk eine hocheffiziente 3-düsige Pelton-Turbine des Herstellers ANDRITZ Hydro mit einer Engpassleistung von fast 3 MW. Die rundum erneuerte Anlage – auch die gesamte Elektro- und Leittechnik wurden modernisiert – verfügt nach der Wiederinbetriebnahme über ein jährliches Regelarbeitsvermögen von mehr als 7 GWh.

Bei der Gemeinde Engelberg handelt es sich politisch gesehen um eine Exklave des Schweizer Kantons Obwalden. Umrandet wird die heute rund 4.300 Einwohner zählende Gemeinde von den Kantonen Bern, Uri und Nidwalden. Geografisch betrachtet, ist Engelberg im Zentralraum der Schweiz auf einer Höhe von 1.015 m. ü. M. gelegen. Die Entstehung der Ortschaft geht auf das Jahr 1120 zurück, in welcher die Benediktinerabtei Kloster Engelberg gegründet wurde. Hoch über der Gemeinde thront als alpines Wahrzeichen der 3.238 m hohe Titlis. Der Berg ist durch ein weitreichendes System von Seilbahnen bestens erschlossen und gilt als eines der beliebtesten Tourismusziele der Zentralschweiz. Zudem bietet die Region mit ihren enormen Gefällstufen optimale Voraussetzungen zur Energiegewinnung aus Wasserkraft. Die 1903 gegründete Elektrizitätswerk Luzern-Engelberg AG (EWLE) nutzt dieses Potential seit mehr als 110 Jahren. Bereits 1905 nahm die EWLE das Kraftwerk Ober-

matt in Betrieb, welches vom direkt im Gemeindegebiet von Engelberg gelegenen Eugensee gespeist wird. Noch heute ist die Anlage

nach zahlreichen Ausbauten und Modernisierungen das leistungsstärkste Wasserkraftwerk der Betreibergesellschaft, sein jährliches Re-



Der Speichersee fasst rund 6.000 m³.



ANDRITZ Hydro erhielt den Zuschlag zur Lieferung der gesamten elektromechanischen Ausstattung.



Turbinensteuerschrank +16CGA10 Stefan Illi, Betriebsleiter der EWL-Kraftwerke Obermatt und Arni.

galarbeitsvermögen liegt im Bereich von rund 130 GWh. Vor rund 5 Jahren erfolgte im Zuge eines großangelegten Turbinentauschs der Einbau einer 4-düsigen Pelton-Turbine mit einer Maximalleistung von 8 MW.

TOTALSANIERUNG ZUM KRAFTWERKSJUBILÄUM

Auch das 1967 in Betrieb genommene Kraftwerk Arni, dessen turbinirtes Wasser direkt in den rund 170.000 m³ fassenden Eugensee eingeleitet wird, erhielt in einer rund 1,5 Jahren dauernden Komplettsanierung ein sowohl maschinelles als auch elektro- und leittechnisches Update, erklärt Stefan Illi, Betriebsleiter der Anlagen Obermatt und Arni: „Bei der alten Maschine handelte es sich um 2-düsige Pelton-Turbine des mittlerweile von ANDRITZ Hydro übernommenen Schweizer Herstellers ‚Bell Maschinenfabrik‘ aus Kriens. Bedingt durch ihr Alter war die Turbine zunehmend anfällig für Störungen geworden, zudem hatten diverse Bauteile das Ende ihrer technischen Lebensdauer erreicht. Diese Faktoren wirkten sich letzten Endes natürlich auch negativ auf die Energieproduktion der Anlage aus. Des Weiteren war auch die Steuerung bei weitem nicht so funktionell und anwenderfreundlich wie man es von moderner Regelungstechnik gewohnt ist.“ Aus diesen Gründen entschied sich die Betreibergesellschaft für eine umfassende Sanierung der Kraftwerkszentrale. Die konkreten Bauarbeiten begannen schließlich mit der Demontage der Turbinen im Oktober 2015. Laut Stefan Illi beteiligte sich eine ganze Reihe von namhaften Herstellern an der offiziellen Ausschreibung für das Projekt. Den Zuschlag für die Lieferung der kompletten elektro- und hydromechanischen Ausrüstung konnte sich mit einem für die Betreiber überzeugenden technischen Konzept schlussendlich das international vielfach bewährte Unternehmen ANDRITZ Hydro Jonschwil sichern.

TAGESPEICHER FASST 6.000 M³

Gespeist wird das Kraftwerk Arni von einem 6.000 m³ fassenden Tagesspeicher. Das Reservoir dient gleichzeitig als Ausgleichs- und Sammelbecken. Zudem nutzt die Bergbahnen Engelberg-Trübsee-Titlis AG in den Wintermonaten den Speichersee zur Versorgung ihrer Beschneigungsanlagen. Im Sinne einer harmonischen Kooperation sprechen sich EWL und Seilbahnbetreiber im Anfall miteinander ab, um nicht die Strombeziehungsweise Kunstschneeproduktion gegenseitig zu beeinträchtigen, erläutert Betriebsleiter Illi. Der Speichersee wird durch den Trübenbach, den Wangbach sowie den für das Kraftwerk namensgebenden Arnibach befüllt. Alle drei Wasserfassungen der jeweiligen Bäche wurden in identischer Bauweise als Tiroler Wehr erstellt. Direkt nach dem Tagesspeicher wird das entnommene Wasser durch ein Entsanderbecken geleitet und geht danach direkt in die 1.800

m lange Druckrohrleitung über. Die zur Gänze unterirdisch verlegte Leitung überwindet dabei einen Höhenunterschied von fast 320 m.

RECHENREINIGUNG VON HAND

Der Betriebsleiter führt aus, dass die von Hand durchzuführenden Reinigungsarbeiten an den Wehranlagen den größten Wartungsaufwand beim Betrieb des Wasserkraftwerks darstellen. Während den Hauptsaisons der Ökostromerzeugung in den Frühlings- und Herbstmonaten beziehungsweise nach starken Niederschlägen hält bis zu einmal täglich ein EWL-Mitarbeiter Nachschau an den Wehranlagen und entfernt gegebenenfalls grobes Gestein und Gestein von den Schutzrechen. Wenn beispielsweise ein starkes Gewitter prognostiziert ist, können die Grobrechen an den Wehranlagen mit händisch umklappbaren Schutzblechen zusätzlich abgedeckt und so



Durch eine Bruttofallhöhe von 319 m und einem Schluckvermögen von 3.000 l/s kann die 3-düsige Pelton-Turbine eine Engpassleistung von 2.860 kW erreichen.

Der Generator stammt vom deutschen Elektrotechnikspezialisten AEM Dessau GmbH, dieser erreicht eine Nennscheinleistung von 3.400 kVA. Für die optimale Betriebstemperatur des Energiewandlers sorgt ein Kühlsystem der Wagner GmbH aus Vorarlberg.

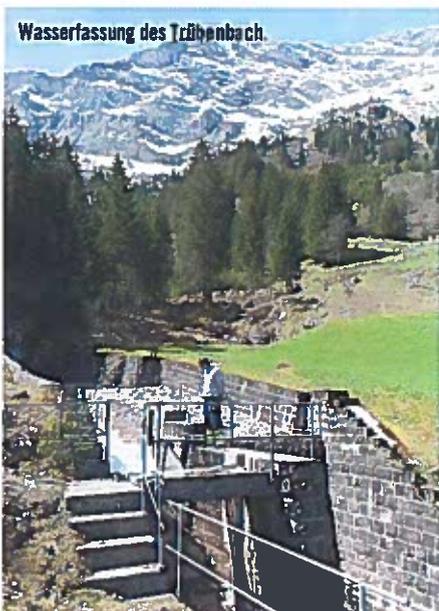


mit vor Gestein oder Verkläunungen geschützt werden. Weil im Bereich der Wehranlagen keine Stromleitungen vorhanden sind, müssen die entsprechenden Reinigungstätigkeiten auch weiterhin von Hand erledigt werden. Stefan Illi, der sich trotz seiner Funktion als Betriebsleiter der Kraftwerke Obermatt und Arni nicht zu schade ist, selbst bei den Rechenreinigungsarbeiten anzupacken, kann dem Aufwand auch ein positive Seite abgewinnen: „Ein Arbeitsplatz an der frischen Luft mit diesem herrlichen Panorama hat durchaus seine Vorzüge.“

NEUE TURBINE OPTIMAL EINGEPASST

Als neues Herzstück der Kraftwerkszentrale kommt eine von ANDRITZ Hydro gefertigte 3-düsige Pelton-Turbine zum Einsatz. Weil

die neue Turbine ebenfalls wie ihre Vorgängerin in horizontalachsiger Bauweise ausgeführt wurde, beschränkten sich die Baumaßnahmen beim Maschinenwechsel vergleichsweise auf ein Minimum. Illi schätzt, dass der Umbau auf eine Turbine mit vertikaler Achse den dreifachen Aufwand erfordert hätte. Durch die Ausführung mit horizontaler Turbinenwelle musste das Fundament der Turbine zum Anschluss an die Druckleitung lediglich um rund einen halben Meter angehoben werden. Auch die Ableitung in den Unterwasserbereich konnte ohne größere Aufwände angepasst werden. Nach der Turbinierung im Kraftwerk Arni wird das Wasser direkt in den Eugensee geleitet und wird anschließend im Kraftwerk Obermatt ein weiteres Mal energetisch verwertet.



Wasserfassung des Trübenbach



Insgesamt verfügt das Kraftwerk Arni über drei separate Wasserfassungen.

DEUTLICHE STEIGERUNG VON LEISTUNG- UND ERZEUGUNG

Obwohl Ausbauwassermenge und Fallhöhe unverändert blieben, erreicht die neue Turbine eine um 360 kW höhere Engpassleistung im Vergleich zur alten Maschine. Während die alte, mit 2 Düsen ausgestatte Maschine bei einem Schluckvermögen von 1 m³/s und einer Bruttofallhöhe von 319 m eine maximale Leistung von 2.500 kW erzielen konnte, erreicht die neue, 3-düsige Turbine bei gleichen Bedingungen eine Engpassleistung von 2.860 kW. Illi ergänzt, dass der Gesamtwirkungsgrad der Anlage die errechneten Prognosen sogar übertroffen hat. Die exakte Regelung der Antriebsdüsen erfolgt durch ein Hydraulikaggregat der Marke Bosch Rexroth.

Als Energiewandler dient ein direkt mit der Turbine gekoppelter Synchron-Generator des bewährten deutschen Herstellers AEM Dessau GmbH. Turbinen- und Generatorenwelle drehen mit der jeweils exakt gleichen Drehzahl von 750 U/min. Die Generatorenhersteller merken an, dass aufgrund der hohen Kräfte, die auf die Generatorenwelle einwirken, eine besonders biegesteife Ausführung der Welle zum Einsatz kommt. Auch das Lager der Maschine wurde in entsprechend robuster Ausführung dimensioniert. Der Generator wurde auf die Erwärmungsklasse „B“ ausgelegt, wodurch seine Komponenten im Betrieb eine maximale Temperatur von 130°C erreichen können. Allerdings hält das eingesetzte Isolationsmaterial der Wärmebeständigkeit „F“ sogar noch höheren Temperaturen von bis zu 155°C stand. Das bringt wiederum die Vorteile, dass der Generator über Reserven in Bezug auf die Lebensdauer der Isolation verfügt und generell einer geringeren thermischen Alterung unterliegt. Komplettiert wur-

Technische Daten

- Ausbauwassermenge: 1.000 l/s
- Bruttofallhöhe: 319 m
- Turbine: 3-düsige Pelton
- Nenndrehzahl: 750 U/min
- Engpassleistung: 2.860 kW
- Hersteller: ANDRITZ Hydro
- Generator: Synchron
- Anschlussspannung: 6.300 V
- Nennscheinleistung: 3.400 kVA
- Hersteller: AEM Dessau GmbH
- Kühlsystem Generator: Wagner GmbH
- Regelarbeitsvermögen: ca. 7,1 GWh

de der Energiewandler durch sein Gleitlager mit Ölkühlung, Vibrationssensor, Überspannungsableiter, Drehzahlüberwachung und einer Bremsvorrichtung für Wartungsfälle.

GENERATOR MIT EIGENEM KÜHLKREISLAUF

Für den Erhalt der optimalen Betriebstemperatur ist der Generator mit einem separaten Kühlkreislauf ausgestattet. Das technisch hochwertige Kühlsystem stammt von der vorarlbergischen Wagner GmbH aus Nüziders. Die Firma Wagner beschäftigt sich bereits seit mehreren Jahrzehnten unter anderem mit der Verarbeitung von Edelstahlrohrleitungen. In den vergangenen 15 Jahren hat sich das Unternehmen mehr und mehr in der Kraftwerkstechnik, besonders im Bereich der Ausarbeitung und Umsetzung von Kühlanlagen von Wasserkraftwerken, etabliert. Dabei hat Wagner diverse Kühlsysteme für sämtliche Kraftwerkstypen, von Kleinanlagen über Flusskraftwerke bis hin zu den größten Pumpspeicherkraftwerken, entwickelt und umgesetzt. „Für das Kraftwerk Arni kommt ein Kühlmodul unserer kleinsten Baureihe zum Einsatz. Unsere Module werden je nach Anforderung ausgelegt und konfiguriert. Die Kühlenergie wird über einen Unterwassertauscher an das Betriebswasser abgegeben. Beim Kraftwerk Arni werden nur der Generator und das Generatorlager wassergekühlt. Das Kühlwassermodul wurde bei uns im Werk anschlussfertig aufgebaut, elektrisch verkabelt, beschriftet, dokumentiert und getestet. Die einfache Installation und Inbetriebnahme erfolgte vor Ort durch die ausführenden Anlagenbauer“, sagt Wagner GmbH Geschäftsführer Martin Wagner.

VOLLAUTOMATISCHE STROMPRODUKTION

Komplettiert wurde das von ANDRITZ Hydro gelieferte Komplettpaket durch die gesamte elektro- und leittechnische Kraftwerksausrüstung. Dazu zählte neben der vollautomatischen Steuerung etwa auch der Turbinenregler. Die Mittelspannungsschaltanlage von Siemens sowie ein luftgekühlter Transformator von ABB hingegen wurden von der Betreibergesellschaft selbst angeschafft. Mit ihrer übersichtlichen Visualisierung ermöglicht die Anlagensteuerung auf Knopfdruck beziehungsweise Berührung des Touchscreens jederzeit die Anpassung der Stromproduktion. „Das Kraftwerk Arni ist ein sogenanntes ‚Geisterkraftwerk‘, das heißt, die Stromproduktion erfolgt zur Gänze automatisch. Die generelle Überwachung und Steuerung erfolgt von der rund 12 Autominuten entfernten Zentrale in Obermatt und der EWL-Leitstelle in Luzern aus. Im Anlassfall, beispielsweise bei einer Störmeldung, kann ein Mitarbeiter in Minutenschnelle vor Ort sein und Nachschau halten“, erklärt der Betriebsleiter. Aus Sicherheitsgründen verfügt die Leittechnik des Kraftwerks Arni über keine direkte Onlineanbindung, Zugriff auf die Steuerung ist somit nur vor Ort in den Kraftwerkszentralen in Engelberg und Obermatt möglich.

ZENTRALE INNEN UND AUSSEN RENOVIERT

Nach dem dank optimaler Vorplanung wunschgemäß verlaufenen Tausch von Turbine und Elektrotechnik konnte die Anlage bereits im Frühjahr 2016 wieder ihren Betrieb aufnehmen. Neben der technischen Generalüberholung wurde auch das Zentralengebäude sowohl innen als auch im Außenbereich umfassend renoviert. Neue Fenster und Böden sowie ein frischer Anstrich und eine optisch ansprechende Holzvertäfelung erwecken auch beim zweiten Hinsehen den Eindruck eines Neubaus. Diverse Restarbeiten wie die Erneuerung des Bodenbelags sowie Verbesserungen an der Schallisolierung wurden nach der Wiederinbetriebnahme bis zum darauf folgenden Frühjahr 2017 erledigt. In einem Zeitraum von 365 Tagen wurden laut offiziellen Zahlen von Betreiber EWL zwischen Ende März 2016 und 2017 exakt 7.103.416 kWh Energie erzeugt. Dies entspricht dem Jahresstrombedarf von rund 1.600 durchschnittlichen Haushalten.