

NEUES KLEINWASSERKRAFTWERK ZUM 125. JUBILÄUM DES GEMEINDEWERKS BECKENRIED

Zu seinem 125. Jubiläum feierte das Gemeindewerk Beckenried im Schweizer Kanton Nidwalden im Juni 2022 auch die Fertigstellung des neuesten Kleinwasserkraftwerks. Die Zentrale des Kraftwerks wurde im Zuge des Austauschs einer 2013 bei einem Erdbeben beschädigten Hangleitung am Ausgleichsbecken Napf errichtet und in ein bestehendes Wasserkraftsystem integriert. Zusätzlich wurde noch eine zweite Druckrohrleitung von der Wasserversorgung Bärlix zum Ausgleichsbecken erneuert und an das neue Kraftwerk angeschlossen. In der Zentrale wird das an zwei verschiedenen Wasserversorgungen eingezogene Triebwasser von zwei horizontalachsigen Zwillingsturbinen der Marke ANDRITZ Hydro mit 360 kW Engpassleistung verwertet. Die beiden 3-düsigen Pelton-Maschinen treiben über eine gemeinsame Welle einen Synchron-Generator vom Hersteller Hitzinger an. Mit dem neuesten Kleinwasserkraftwerk können die Gemeindewerke Beckenried nun rund 60 Prozent des gesamten Strombedarfs der Ortschaft aus lokalen Ressourcen abdecken.

In der Gemeinde Beckenried am Südufer des Vierwaldstättersees hat die Stromerzeugung aus Wasserkraft eine lange Tradition, berichtet der Geschäftsführer des Gemeindewerks Beckenried René Arnold: „Das erste Wasserkraftwerk in der schon im 19. Jahrhundert als Kurort geschätzten Gemeinde erzeugte ab 1897 Strom für die Hotels und Kuranstalten. Zur Stromgewinnung wurde der Mühlebach gefasst und das Triebwasser über 350 m Fallhöhe in ein Maschinengebäude zu zwei Pelton-Turbinen geleitet.“ Wenige Jahre nach der Inbetriebnahme des Wasserkraftwerks wurden schon die Plätze und Straßen der Gemeinde mit Strom beleuchtet, nach und nach hielt die elektrische Energie auch Einzug in die Haushalte der Bürgerinnen und Bürger. Um die Regelbarkeit der Anlage zu verbessern, wurde 1902 ein Ausgleichsbecken im Ortsteil Napf errichtet und das Kraftwerk mit einer weiteren Maschinengruppe ergänzt. In den 1930er Jahren kam noch eine zusätzli-



In Beckenried am Südufer des Vierwaldstättersees ging am 1. Dezember des Vorjahres ein neues Kleinwasserkraftwerk erstmals in Betrieb. Der Anlass für den Kraftwerksbau entstammt der Erneuerung einer bei einem Erdbeben beschädigten Hangleitung zum Ausgleichsbecken Napf.

Fotos: Gemeindewerk Beckenried

che Turbine hinzu, womit genügend Strom zum Betrieb der ersten Luftseilbahn der Schweiz auf die Klewenalp vorhanden war. Zur ursprünglichen Initiative des ersten Wasserkraftwerks in Beckenried ist ein Zitat vom damaligen Bürgermeister und Wasserkraftpionier Eduard Amstad überliefert, das in der aktuellen Festschrift des Gemeindewerks zu seinem 125-jährigen Bestehen nachgelesen werden kann: „Um die Mitte der 1890er Jahre machte sich in der Schweiz und besonders auch am inneren Vierwaldstättersee das Bestreben nach Erstellung von Elektrizitätswerken geltend. Wir konnten uns der Ansicht nicht verschließen, dass wir als Kurort recht übel daran wären, wenn das gegenüberliegende Ufer Gersau, Vitznau, Weggis in elektrischer Beleuchtung erstrahlte, während wir nach wie vor auf Petrol angewiesen wären.“

HANGRUTSCH FÜHRT ZU NEUBAU

Wegen des steigenden Energiebedarfs nach Ende des 2. Weltkriegs wurde das Wasserkraftwerk Mühlebach zwischen 1953 und 1958 umfassend erneuert bzw. erweitert. Der Stromertrag der Anlage konnte damit um mehr als das Dreifache gesteigert werden. Beim Umbau wurde die Zentrale mit zwei neuen Pelton-Maschinengruppen in den Ortsteil Sustli ans Ufer des Vierwaldstättersees verlegt. Die nun auf Kraftwerk Sustli umgetaufte Anlage wurde nun zusätzlich durch das Wasser vom Lielibach versorgt, wofür eine neue Wasserversorgung sowie eine Druckrohrleitung zum Ausgleichsbecken Napf erstellt wurden. In den darauffolgenden Jahrzehnten wurde das Kraftwerk sukzessive an den jeweiligen Stand der Technik anpasst und optimiert. Anfang der 1990er Jahre wurde die Wasserversorgung Mühle-



Vogelperspektive auf die neue Kraftwerkszentrale am Ausgleichsbecken Napf.

bach erneuert, ab 2008 wurde zusätzliches Wasser vom Autobahn-Entwässerungsstollen Ischen in die Kraftwerksanlage eingeleitet. Ein für die Hangleitung Lielibach-Napf folgeschwerer Erdbeben im Jahr 2013 führte schließlich zur Entstehung einer neuen Kraftwerksstufe. Die auf einer Länge von ca. 700 m schwer beschädigte Freispiegelleitung wurde ab 2020 komplett erneuert und das brachliegende Energiepotential von knapp 70 m Höhenunterschied zum Bau eines Kleinwasserkraftwerks am Ausgleichsbecken Napf genutzt.

VORAUSSCHAUENDE ENTWICKLUNG

Der seit vier Jahren als Geschäftsführer beim Gemeindewerk Beckenried tätige René Arnold lässt nicht unerwähnt, dass sein Vorgänger eine tragende Rolle bei der Projektentstehung innehatte: „Peter Feldmann war über 35 Jahre beim Gemeindewerk beschäftigt und hat die Entwicklung derartiger Projekte stets vorausschauend vorangetrieben. Auch der Bau von drei Trinkwasserkraftwerken in der Gemeinde ist zu großen Stücken ihm zu verdanken.“ Da das neue Wasserkraftwerk in das bestehende System der Anlage Sustli eingebunden wurde, musste um keine neue Konzession angesucht werden. „Es benötigte lediglich eine Baubewilligung und eine gewässerschutztechnische Abklärung. Im Vergleich zum Bau eines neuen Kraftwerks war die Genehmigung einfach zu erhalten. Bis auf die Erhöhung der Restwasserdotation an den Wasserfassungen waren keine weiteren ökologischen Ausgleichsmaßnahmen erforderlich. Die Herausforderungen des Projekts waren eher im bautechnischen Bereich angesiedelt“, so der Geschäftsführer.

ROHRE NUN UNTER DRUCK

Zu Beginn der Bauarbeiten im Sommer 2020 konzentrierten sich die Arbeiten auf die Erstellung bzw. die Anpassungen der Bauwerke am Ausgleichsbecken Napf und der Wasserfassung Lielibach. Die Stromproduktion des

An der Wasserfassung Lielibach wurde der Entsander vergrößert. Noch 2022 soll der Einzug von Geschwemmeln durch den Einbau eines selbstreinigenden Coanda-Systems minimiert werden.



Kraftwerks Sustli war von der Anlagenerweiterung wenig beeinträchtigt, die meisten Bauarbeiten konnten während des laufenden Betriebs durchgeführt werden. An der Wasserfassung Lielibach wurde das Fassungsvermögen des Entsanders zur Optimierung des Kraftwerksbetriebs durch eine bauliche Vergrößerung erhöht. Deutlich aufwändiger gestalteten sich die Baumaßnahmen am Standort des neuen Maschinengebäudes, die mit dem Aushub einer beachtlichen Baugrube einhergingen. Bei den Arbeiten musste mit entsprechender Vorsicht agiert werden, um die über 120 Jahre alte Bausubstanz des Beckens nicht in Mitleidenschaft zu ziehen. Im Anschluss an die Betonarbeiten ging es an die Verlegung der neuen Kraftwerksleitungen, die vom Gemeindewerk in Eigenregie durchgeführt wurde. Die alten Freispiegelleitungen wurden bei der Neuaufführung durch Druckrohrsysteme ersetzt.

Bei der Rohrauswahl der neuen Kraftabstiege hatten sich die Betreiber für duktile Gussrohre entschieden, die dank ihrer robusten Materialeigenschaften und den schub- und zuggesicherten Muffenverbindungen im anspruchsvollen alpinen Gelände bestens zurecht kommen. Zunächst wurde die insgesamt 1.950 m lange Druckleitung Lielibach-Napf verlegt, die seit ihrer Beschädigung beim Erdbeben ein Provisorium aus Kunststoffrohren erhalten hatte, und einen Höhenunterschied von 68 m überwindet. Die ebenfalls in der Dimension DN600 neu ausgeführte Druckrohrleitung von der Fassung Bärlix am Müh-

Kobel

Steuer- und Regeltechnik für die Energieerzeugung

Turbinensteuerungen
Netzparallel-Schaltanlagen
Rechensteuerungen

Drehzahlregler
Lastregler
Wasserstandsregler

www.kobel.swiss
contact@kobel.swiss

Tel.
+41(0)34 435 14 13

Kobel Elektrotechnik AG, Bühlmatt 1, 3416 Affoltern i/E



ANDRITZ

ENGINEERED SUCCESS

ANDRITZ HYDRO GmbH / Escher-Wyss-Weg 1 / 88212 Ravensburg
Tel: +49 (751) 295 11-0 / andritz.com/hydro-de

Mit dem neuen Kraftwerk Napf wird das bisher ungenutzte Energiepotential in der bestehenden Kraftwerksanlage Sustli auf umweltschonende und nachhaltige Art ausgeschöpft.

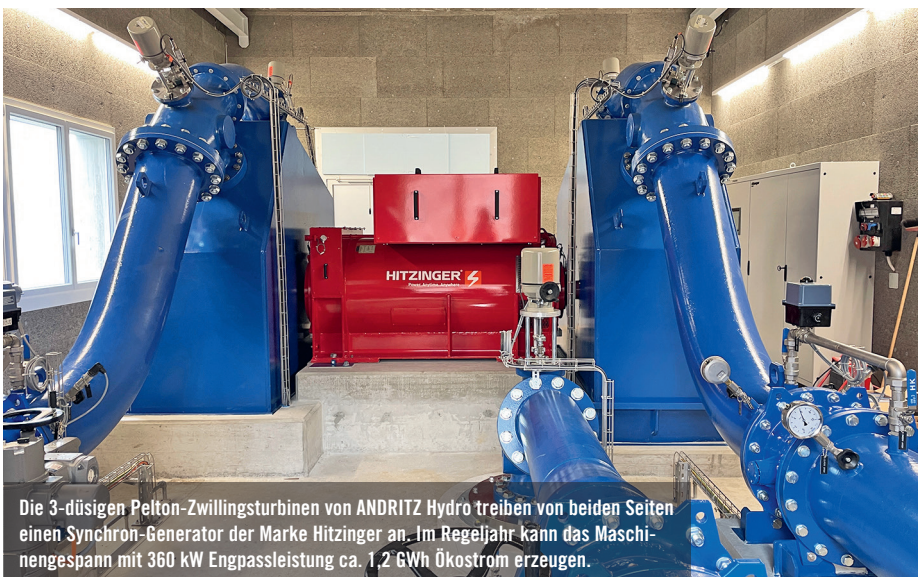


lebach ist mit 260 m zwar deutlich kürzer, wegen des steileren Geländes beträgt die Höhendifferenz zum Ausgleichsbecken dennoch 58 m.

ZWILLINGSTURBINEN VOM WELTMARKTFÜHRER

Da das neue Kraftwerk von zwei verschiedenen Wasserfassungen mit unterschiedlichen Fallhöhen versorgt wird, beschloss man für die elektrohydraulische Ausstattung der Anlage eine nicht alltägliche Sonderlösung. Die Betreiber setzen auf zwei separat durchströmte Pelton-Turbinen mit horizontalen Achsen, die über eine starre Welle einen einzelnen Generator in der Mitte der Maschinengruppe antreiben. Den Auftrag zur Lieferung des Equipments konnte sich im Rahmen der Ausschreibung der Wasserkraft-Weltmarktführer ANDRITZ Hydro sichern. Der Geschäftsbereich Service und Rehab von ANDRITZ Hydro Schweiz befindet sich im luzernischen Kriens und ist auf die Optimierung von Betriebsführung und Wartung bestehender Wasserkraftsausrüstungen spezialisiert. Neben der mechanischen Revisions- und Montage-

abteilung unterstützen Entwicklungs- und Projekt-Ingenieure, Techniker sowie Konstrukteure sämtliche Kunden in allen Bereichen rund ums Rehab- und Revisionsgeschäft. Die geografische Nähe und die technische Ausrichtung des ANDRITZ Standorts Kriens bieten für das KW Napf beste Voraussetzungen für eine erfolgreiche After Sales Betreuung über den gesamte Anlagen-Lebenszyklus. „Es gab auch andere interessant Angebote von namhaften Mitwerbern am Markt, letztendlich hat ANDRITZ den Zuschlag aufgrund der langjährigen Erfahrung beim Bau von Zwillingsturbinen erhalten“, so René Arnold. Beide Turbinen wurden jeweils in 3-düsiger Ausführung gefertigt, womit die Maschinen auch bei verringerten Zuflüssen einen effizienten Betrieb gewährleisten. Die Pelton-Laufräder wurden jeweils aus einem Edelstahl-Monoblock gefräst und halten somit auch höchsten Belastungen stand. Die Turbine „Lielibach“ wurde auf eine Ausbauwassermenge von 360 l/s und 68 m Bruttofallhöhe ausgelegt, das Gegenstück „Bärlix“ nutzt 280 l/s Ausbauwassermenge und 58 m Fallhöhe.



Die 3-düsigen Pelton-Zwillingsturbinen von ANDRITZ Hydro treiben von beiden Seiten einen Synchron-Generator der Marke Hitinger an. Im Regeljahr kann das Maschinenspann mit 360 kW Engpassleistung ca. 1,2 GWh Ökostrom erzeugen.

Unter Volllast schaffen die Maschinen eine Engpassleistung von 360 kW.

BEIDSEITIG ANGETRIEBENER STROMERZEUGER

Der von zwei Seiten mit jeweils exakt 500 U/min von den Turbinen angetriebene Synchron-Generator stammt vom österreichischen Hersteller Hitinger, dessen Maschinen aufgrund ihrer Verarbeitungsqualität und hoher Wirkungsgrade branchenweit einen hervorragenden Ruf genießen. Das Unternehmen ist wie der Stahlkonzern Voestalpine AG in der oberösterreichischen Landeshauptstadt Linz beheimatet und hat bei der Fertigung Zugriff auf hochwertige Stähle und Elektrobleche. Sämtliche Maschinen werden von der magnetischen Auslegung über das Isolationssystem bis hin zum passenden Verhältnis von Kupfer zu Eisen für den jeweiligen Einsatzbereich angepasst. Durch die individuelle Auslegung sämtlicher Bauteile werden Schäden durch Kurzschlüsse, Kurzunterbrechungen oder Fehlersynchronisationen von Beginn an ausgeschlossen und ein Maximum an Sicherheit gewährleistet. Dabei sorgen eine ganze Reihe von Schutz- und Überwachungseinrichtungen für ein Minimum an Wartungsaufwand und einen fehlerfreien Dauerbetrieb. Für das Kraftwerk Napf lieferte Hitinger eine luftgekühlte Maschine mit 425 kVA Nennscheinleistung. Der mit einer Spannung von 400 V erzeugte Strom fließt von der Generatorwelle zu einem im Außenbereich installierten Transformator und gelangt von dort direkt ins öffentliche Netz. Die Herausforderung des Projekts lag darin, dass beide Wellenenden des Generators direkt an jeweils ein Laufrad montiert wurden.

Technische Daten

Turbine Lielibach

- Ausbauwassermenge: 360 l/s
- Bruttofallhöhe: 68 m
- Turbine: 3-düsige Pelton, horizontale Achse
- Drehzahl: 500 U/min
- Engpassleistung: 207 kW
- Hersteller: ANDRITZ Hydro

Turbine Bärlix

- Ausbauwassermenge: 280 l/s
- Bruttofallhöhe: 58 m
- Turbine: 3-düsige Pelton, horizontale Achse
- Drehzahl: 500 U/min
- Engpassleistung: 146 kW
- Hersteller: ANDRITZ Hydro

Generator

- Typ: Synchron
- Nennscheinleistung: 425 kVA
- Hersteller: Hitinger
- Jahresarbeit: ca. 1.200.000 kWh

Da es sich bei den Maschinen jeweils um 3-düsige Pelton-Turbinen handelt, mussten sämtliche Berechnungen in Bezug auf Ein-Turbinenbetrieb, Zwei-Turbinenbetrieb bei Volllast und natürlich bei sämtlichen Teillastbetrieben durchgeführt werden. Sämtliche Lastfälle wurden mittels FE-Analyse mit der technischen Simulationssoftware „Ansys“ an der Welle überprüft. Genauestens untersucht wurde auch die Biege-eigenfrequenz des Rotors. Als Wellenmaterial wurde ein hochwertiger Chrom-Molybdän-Stahl verwendet. Die mit dem bewährten Hitzinger Fett-Schmiersystem geschmierten Lager wurden entsprechend dimensioniert, um eine Lebensdauer von 150.000 Stunden zu überschreiten.

VOLLAUTOMATISCHE STROMGEWINNUNG

Das elektro- und leittechnische Equipment für den vollautomatischen Betrieb der Anlage stammt vom Schweizer Branchenexperten Kobel Elektrotechnik AG. Dazu zählten sämtliche Komponenten der Steuerung und Überwachung sowie die Bauteile für die Netzsynchro-nisierung und der Generatorschalter. Die beiden Turbinen werden grundsätzlich individuell anhand der Pegelsonden an den Wasserfassungen geregelt. Eine übergeordnete Steuerung sorgt für die effiziente Verwertung des vorhandenen Wasserdargebots. Um die Stromproduktion des Hauptkraftwerks Sustli bei Störungen oder Wartungsarbeiten nicht zu beeinträchtigen, wurde jede der beiden neuen Turbinen mit einer Bypassleitung ausgestattet. Durch diese Umleitungen fließt das Triebwasser im Anlassfall automatisch an den Maschinen vorbei zum Ausgleichsbecken. Für das Einleiten der erzeugten Energie ins öffentliche Netz wurde in der Nähe des Maschinengebäudes ein neuer Einspeisepunkt geschaffen.

NEUES KRAFTWERK ZUM JUBILÄUM

Rund 18 Monate nach Baubeginn lieferten die Turbinen der neuen Anlage am 1. Dezember des Vorjahres erstmals Strom ins Netz. Nach-



Der aktuelle Geschäftsführer des Gemeindewerks Beckenried René Arnold (li.) und sein Vorgänger Peter Feldmann, der maßgeblich für die Projektentwicklung zuständig war.

träglich gebührend gefeiert wurde die Fertigstellung bei den Feierlichkeiten des Gemeindewerks zu seinem 125-jährigen Bestehen Ende Juni 2022. „Die ersten Betriebserfahrungen mit dem Kraftwerk Napf sind grundsätzlich sehr positiv. Bei der Schneeschmelze im Frühjahr konnten die Zwillingturbinen ihre Leistungsfähigkeit voll unter Beweis stellen. Es hat sich allerdings gezeigt, dass an der Wasserfassung Lielibach zuviel Geschwemmsel in die Druckrohrleitung gelangt. Dieses Problem wollen wir noch dieses Jahr mit dem Einbau eines selbstreinigenden Coanda-Rechens in den Griff bekommen“, sagt René Arnold. Das neueste Kleinkraftwerk der Gemeinde Beckenried kann im Regeljahr rund 1,2 GWh Ökostrom erzeugen. Ein weiteres Wasserkraftprojekt hat das Gemeindewerk bereits in der Schublade. Bei der geplanten Erschließung einer Trinkwasserquelle auf der Klewenalp sollen die knapp 600 m Fallhöhe für die Errichtung eines Trinkwasserkraftwerks genutzt werden. Mit diesem vierten Trinkwasserkraftwerk mit einem potentiellen Jahresertrag von ca. 1 GWh könnte die Gemeinde rund 70 Prozent ihres Strombedarfs selber erzeugen.

HITZINGER®

Power. Anytime. Anywhere.

⚡

HYDRO POWER

YOU GOT THE POWER.



**KOMPAKT
ZUVERLÄSSIG**



**UMWELTVERTRÄGLICH
SICHER**



**EFFIZIENT
FLEXIBEL**

Maximale Flexibilität der Ausführung und höchste Anforderungen an die Qualität sind unser weltweites Markenzeichen. Nachhaltig garantierte Leistung für erneuerbare Energien. Generatoren – konstruiert und gebaut für Generationen.

→ www.hitzinger.at