

Mit der Erneuerung Stromproduktion verdreifacht

■ Jürg Wellstein

Zusammenfassung

In der Schweiz wird eine markante Erhöhung der Stromproduktion aus Kleinwasserkraftwerken angestrebt. Mit der Erneuerung der bestehenden Toggenburger Anlage Trepel bei Krummenau konnte deren Elektrizitätserzeugung verdreifacht und damit der Zielsetzung des Bundes entsprochen werden.

Die Stromproduktion von Kleinwasserkraftwerken soll in der Schweiz bis 2030 gegenüber dem Stand im Jahr 2000 um rund 2000 GWh erhöht werden. Dieses erklärte Ziel des Bundes kann nur mit Erneuerungen bestehender Anlagen sowie gezielten Neubauten erreicht werden – allerdings müssen dabei geeignete ökologischer Massnahmen berücksichtigt werden. Mit dieser Steigerung ist ein anspruchsvolles Vorhaben definiert worden, wenn man bedenkt, dass heute noch rund 1000 Werke mit einer installierten Leistung von 760 MW eine Jahresproduktion von ca. 3500 GWh aufweisen. Die angestrebte Produktionszunahme bedeutet somit beinahe 60 Prozent. Doch die Kleinwasserkraft wird dank ihrer dezentralen, erneuerbaren Energieerzeugung geschätzt und besitzt dank markanter technischer Entwicklungen durchaus die Chance, das Ziel zu erreichen wenn nicht sogar zu übertreffen. Mit der Kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) für erneuerbare Energien konnte zudem eine finanzielle Entlastung der Risiken und ein Ansporn für langfristige Investitionen bei bereits bestehenden Werken eingeführt werden.

1. Trepel trägt zur Zielerreichung bei

Als erstes registriertes Kleinwasserkraftwerk auf St. Galler Boden wurde 1820 das Werk «Stadtbrücke» erstellt, die 27. Anlage entstand 1924 an einer natürlichen Gefällsstufe der Thur bei Trepel-Krummenau im Toggenburg. 1946 wurde dieses Werk, das

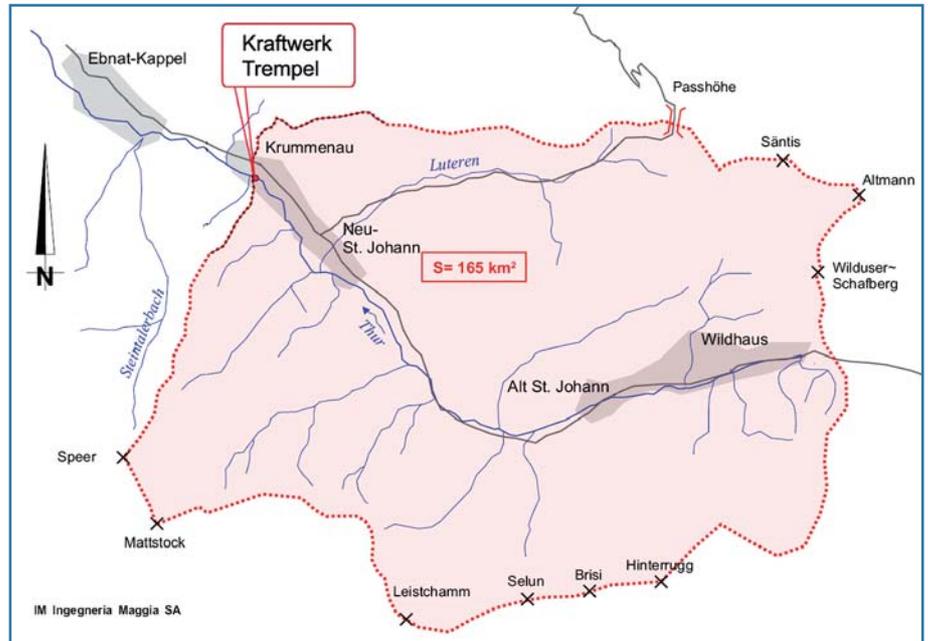


Bild 1. Das Einzugsgebiet des Wasserkraftwerks Trepel weist keine Gletscher auf und wird damit stark von Niederschlägen beeinflusst.

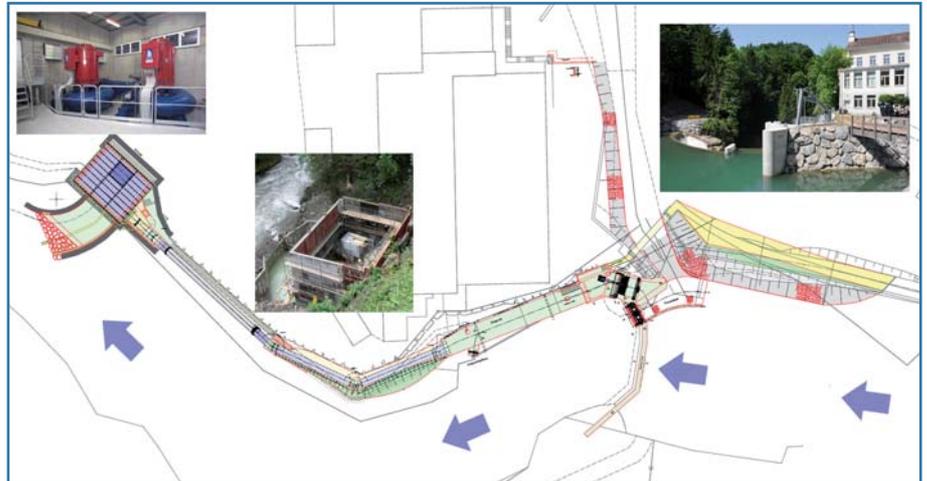


Bild 2. Vorgeschlagene Erneuerung durch die Studie im 2003.

zur angegliederten Textilfabrik gehörte, erneuert. Nach der Gründung der Kraftwerk Trepel AG zur Nutzung der Wasserkräfte der Thur für umweltfreundliche Energieerzeugung im 1993 waren sich die neuen Inhaber bewusst, dass eine Erneuerung nur in Übereinstimmung mit den natürlichen Gegebenheiten der Landschaft und der nachfolgenden Thur-Schlucht realisiert

werden kann. Peter Porchet, Verwaltungsratspräsident, ist überzeugt, «dass die bereits bei den ersten Planungsschritten festgelegten Massnahmen zur Rücksichtnahme auf die natürlichen Gegebenheiten und die umgebenden Liegenschaften ein Schlüssel für die problemlose Realisierung war.»

Die Abschätzung der erschliess-



Bild 3. Die natürliche, seit 1924 genutzte Gefällsstufe an der Thur mit erneuerter Anlage.



Bild 4. Bauarbeiten für den geplanten Entsander-Teil im Einlaufbereich.



Bild 5. Verlegen der glasfaserverstärkten Druckleitung..

baren Potenziale und technischen Möglichkeiten für eine bessere Nutzung übernahm die IM Ingenieurbüro Maggia AG in Locarno im Jahr 2003. Mit einer Analyse, die durch das Bundesamt für Energie (BFE) unterstützt wurde, sollte erkennbar werden, ob sich ein wirtschaftlicher Betrieb verwirklichen liesse. Josef Burri, Projektleiter des Tessiner Büros, sagte: «Wir konnten aufzeigen, dass durch eine optimale Erneuerung des Kraftwerks Treppe wieder eine neue leistungsfähige Anlage entstehen kann, welche wertvolle Mehrenergie zu kostendeckenden Bedingungen liefert. Die Studie war dringend, denn die

Konzession für die damalige Kraftwerksanlage wäre am 31. Dezember 2008 abgelaufen.»

2. Schwankende Wassermengen als Berechnungsgrundlage

Die Thur weist beim Kraftwerk Treppe erhebliche jahreszeitliche Pegelschwankungen auf, welche die Produktion direkt beeinflussen. Das Einzugsgebiet weist eine Fläche von 165 km² auf und ist grösstenteils bewachsen oder bewaldet. Da Gletscherzonen fehlen ist der Wasserzufluss vor allem von den jeweiligen Niederschlägen, also vom jährlich unterschiedlichen Wetterverlauf abhängig. Aufgrund von Messdaten aus dem Gebiet konnte eine Dauerkurve für das Mitteljahr berechnet werden.

Die topografischen Gegebenheiten erlauben nur einen Durchlaufbetrieb, das Stauen des Thur-Wassers ist nicht möglich. Zudem konnte man feststellen, dass das Flussbett oberhalb der Stauanlage durch das Fehlen einer wirksamen Kesselspülung relativ stark verlandet war. Diesem Problem galt es bei der Planung einer Erneuerung genügend Aufmerksamkeit zu schenken.

Die damalige, über die ganze Länge von 86 m frei verlegte Druckleitung mit einem Durchmesser von 1 m war aus Stahl. 2002 brachen auf der rechten Flussseite im Gebiet Treppe einige Molasse-Nagelfluhblöcke aus dem oberen Hangbereich ab und zerstörten die Druckleitung über eine Länge von ca. 40 m. Daraufhin wurde sie im beschädigten Abschnitt mit einem neuen Stahlrohr von 1.6 m Durchmesser und zwei Übergangskonussen ersetzt.

3. Mit drei Varianten in den Entscheidungsprozess

Das bisherige Kraftwerk war mit zwei Francis-Turbinen mit je 200 kW Leistung ausgestattet. Eine Wassermenge von 2.6 m³/s wurde für den Gesamtausbau genutzt. Für die Erneuerung wurden drei verschiedene Ausbauvarianten untersucht, wobei eine optimale und möglichst wirtschaftliche Nutzung der anfallenden Wassermengen zu finden war. Variante 1 stellte die einfache Erneuerung der bestehenden Anlage dar; Variante 2 den Ausbau auf 1 MW Bruttoleistung mit einer Ausbauwassermenge von 6.2 m³/s und Variante 3 eine maximale Ausnutzung des Wasserkraftpotenzials von über 2 MW und 11 m³/s. Als Energiegestehungskosten wurden zwischen 15 und 10 Rappen/kWh berechnet.

Die Variante 2 mit einer Ausbauwassermenge von 6.2 m³/s und einer Erhöhung der Stauung um einen Meter hat in der Studie Stromgestehungskosten von 11 Rappen/kWh aufgewiesen und stellte somit für die Kraftwerk Treppe AG als unabhängige Energieproduzentin die interessanteste Lösung dar. In einem zweiten Schritt war der Ausbau auf 11 m³/s vorgesehen. Die Rahmenbedingungen waren klar: Beim Ausbau muss die Wasserfassung umgebaut werden, so dass sie das Betriebswasser turbulenzfrei fassen kann. Eine Tauchwand soll für eine wirksame Abweisung des Geschwemmsels sorgen. Der Entsander muss ausgebaut werden, damit man so dem Betriebswasser das Geschiebe bis zu einer Kornfraktion von mehr als 0.8 mm entnehmen kann. Die Druckleitung ist zu erneuern, wobei der Durchmesser von 1 auf 1.6 m zu vergrössern ist.



Bild 6. Bau der Zentrale am Fuss der natürlichen Gefällsstufe. Die geologischen Bedingungen mussten gebührend berücksichtigt werden.

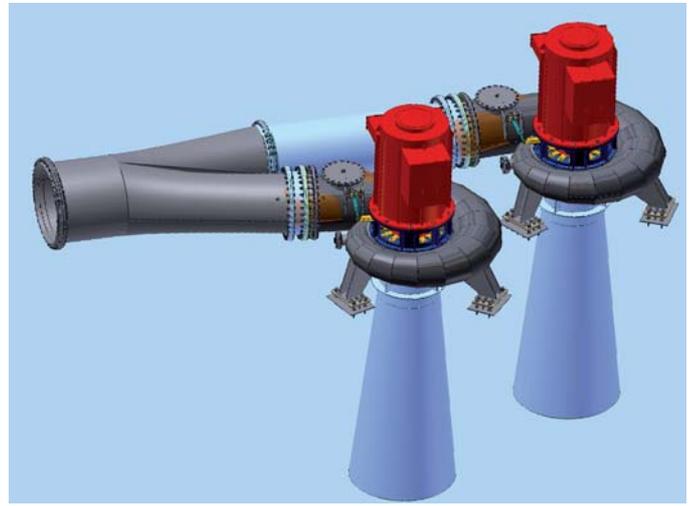


Bild 7. Mit zwei Francis-Turbinen konnte die Bautiefe vermindert werden und dadurch die geologischen Risiken vermindert werden.



Bild 8. Mit den beiden neu installierten Francis-Spiralturbinen konnte die Leistung von 400 auf 1800 kW erhöht und eine verdreifachte Stromproduktion realisiert werden.



Bild 9. Luftige Bedingungen bei den Erneuerungsarbeiten am Kleinwasserkraftwert Treppe im Toggenburg. (Bilder: Kraftwerk Treppe AG / HYDRO-SOLAR Engineering AG)

4. Die Erneuerung wird realisiert

Die Kraftwerk Treppe AG entschied sich aufgrund dieser Beurteilung und des Vergleichs der drei Varianten bezüglich Anlagekosten, Energieproduktion und Wirtschaftlichkeit für Variante 2 und erhielt 2006 dafür eine neue Wasserrechtskonzession. Die Projektleitung für die Gesamt-erneuerung wurde der HYDRO-SOLAR Engineering AG in Niederdorf übertragen. Deren Geschäftsleiter Markus Hintermann war sich im Klaren darüber, «dass der Bau einer Wasserkraftanlage an der Thur immer ganz besondere Anforderungen an die Planung und den Betrieb stellt.»

So musste beispielsweise die Geschiefeführung, welche pro Jahr eine Menge von ca. 15 000 m³ aufweist, in der Umsetzung einer neuen Wasserfassung für das Kraftwerk berücksichtigt werden. So konzipierte man bei der Wasserfas-

sung eine «Grazer-Schwelle», die durch eine speziell erzeugte Wirbelwirkung den gewünschten Spüleffekt bringt.

5. Auf der sicheren Seite

Eine erneute Beurteilung des Turbinenkonzepts war aufgrund der geologischen Untersuchung ebenfalls notwendig. Bei der Variantenstudie war für die erste Ausbaustufe zunächst eine vertikal positionierte Axial-Rohrturbine für die Nutzung der Ausbauwassermenge vorgesehen gewesen, mit welcher ein guter Wirkungsgrad sowohl im Voll- als auch im Teillastbetrieb möglich gewesen wäre. In einem zweiten Schritt wäre sie später mit einer Durchströmturbine ergänzt worden. Beim schwierigen Gelände hätte jedoch der notwendige tiefe Einbau der Zentrale ein risikoreiches Unterfangen bedeutet. Die Bauherrschaft entschied sich deshalb für ein neues Turbinenkonzept mit zwei iden-

tischen Francis-Spiralturbinen mit einem Schluckvermögen von je 4 m³/s, welche höher positioniert werden können und so einen gefahrloseren Bau der Zentrale gewährleisten. Markus Hintermann: «Im Nachhinein stellte sich der Änderungsent-scheid hinsichtlich der geologischen Verhältnisse als vollkommen richtig heraus, weil die Bedingungen noch viel schlimmer waren als erwartet.» Mit der Änderung des Turbinenkonzeptes zeigte sich bei der Überprüfung der Wirtschaftlichkeitskriterien, dass eine maximale Ausbauwassermenge von 8 m³/s richtig ist, wobei in einem ersten Schritt der Betrieb mit 6.2 m³/s vorgesehen war. Aufgrund der veränderten Marktsituation konnte von Anfang an mit der vollen Ausbauleistung gefahren werden.

Ein wesentliches Element zur Leistungserhöhung stellen die Rohre dar. Weil bekanntlich Druckleitungen von

Kraftwerken möglichst gross dimensioniert werden sollten, um Druck- und Reibungsverluste zu mindern, wurde bereits früh für die gesamte Länge neu ein Durchmesser von 1.6 m vorgeschlagen. Der obere Teil der 80 m langen Druckleitung beim Kraftwerk Trempele wurde mit Rohren aus glasfaserverstärktem Kunststoff erstellt. Diese von der APR Allpipes Rohrsysteme (Schweiz) AG in Niederdorf gelieferten Elemente sind wesentlich leichter als Guss- oder Stahlrohre, weisen eine glatte, weitgehend porenfreie Innenfläche auf, so dass auch Schmutzablagerungen verhindert werden. Dieser Vorteil entsteht durch das patentierte Flowtite-Wickelverfahren, bei welchem der Wandaufbau von innen nach aussen erfolgt. Im unteren, steilsten Abschnitt der 18 m Fallhöhe aufweisenden Druckleitung wurden die im Jahre 2002 erneuerten Stahlrohre belassen.

Die gesamte Kraftwerkserneuerung erfolgte 2007 ab Mitte April in sieben Monaten; am 15. November 2007 begann die Inbetriebnahme. Das grösste Toggenburger Wasserkraftwerk produziert heute durchschnittlich rund 8 Mio. kWh Strom pro Jahr, was einem Verbrauch von ca. 2000 Haushalten entspricht. Dank des re-

genreichen 2008 konnte in dem Jahr sogar ein Plus an Stromproduktion verzeichnet werden. Das Kraftwerk Trempele zeigt den Weg auf: Die Leistung wurde von rund 400 auf 1800 kW gesteigert, die Produktion mehr als verdreifacht.

6. Nachhaltigkeit als wichtiges Prinzip

Die Mindest-Restwassermenge für den Flussabschnitt der Gefällsstufe wurde auf 415 Liter pro Sekunde festgelegt; die Länge der Restwasserstrecke von der Wehrschwelle bis zur Wasserrückgabe des Kraftwerks beträgt ca. 150 m. Die Topografie der Thur unterbricht hier die freie Fischwanderung auf eine natürliche Art und Weise, weshalb kein Fischaufstieg nötig ist.

Das Wasserkraftwerk Trempele steht auch in engem Kontakt mit dem neu lancierten Projekt «energieta Toggenburg», welches zur Förderung von Energieeffizienz und erneuerbarer Energieproduktion im Toggenburg dient. Peter Porchet: «Wir begrünnen diese Idee, schliesslich konnten wir mit unsere Kraftwerkserneuerung auch zeigen, wie viel zusätzliches Potenzial in unseren Anlagen steckt.» Mit dem

Kontakte

*Kraftwerk Trempele AG, Krummenau
Peter Porchet
www.kraftwerktrempel.ch*

*Variantenstudie:
IM Ingenieurbüro Maggia AG, Locarno
Fernando M. Binder, Josef Burri*

*Projektleitung:
HYDRO-SOLAR Engineering AG, Niederdorf
Markus Hintermann
www.hydro-solar.ch*

*energieta toggenburg
www.energieta-toggenburg.ch*

*BFE-Energieforschung
Programmleitung Klaus Jorde, Michael Moser
www.energieforschung.ch
www.smallhydro.ch*

Projekt soll erreicht werden, dass sich das Toggenburg in 25 Jahren zur energieautarken Region wandeln kann und bis in 50 Jahre die Vision der 2000-Watt-Gesellschaft erfüllt.