

Der Békésszentandrás-Staudamm im Südosten Ungarns aus der Vogelperspektive. An der orographisch linken Seite des Hármas Körös Flusses wurde ein unterirdischer Bypass-Kanal errichtet, an dessen Ende ein modernes Kleinwasserkraftwerk errichtet wurde.



Foto: Fekete

## UNTERIRDISCHES KRAFTWERK IM UNGARISCHEN ÜBERSCHWEMMUNGSGEBIET NIMMT DEN BETRIEB AUF

*In einem neuen Bypass-Kanal am traditionsreichen Békésszentandrás-Damm im Südosten Ungarns konnte in den letzten beiden Jahren ein hoch innovatives Kleinwasserkraftwerk realisiert werden. Komplett unterirdisch wurde die Anlage vom ungarischen Ökostrom-Unternehmen Hydro Power Consulting Ltd angelegt. Das Krafthaus gerät im Schnitt einmal im Jahr bei Hochwasser bis zu 5 m unter Wasser. Für die Stromproduktion sorgen zwei Kaplan-S-Turbinen mit einem Durchmesser von über 2 m vom oberösterreichischen Wasserkraftspezialisten GHE. In Summe erzeugen die zwei Maschinensätze im Regeljahr 8,6 GWh. Mitte September letzten Jahres wurde die Anlage offiziell eingeweiht und ihrer Bestimmung übergeben.*

**B**is ins 19. Jahrhundert hinein war das Leben für die Menschen am Fluss Hármas Körös in der östlich gelegenen Provinz Békés alles andere als sicher. Erst als man 1895 daran ging, den Fluss zu regulieren und ihn damit von der Innenstadt Békésszentandrás fernzuhalten, konnte erstmals von Schutz vor den stetig wiederkehrenden Hochwässern gesprochen werden. Ein erster wichtiger Schritt, knapp ein halbes Jahrhundert später sollte der zweite folgen: 1936 wurde unter der Regentschaft von Reichsverweser Miklós Horthy mit dem Bau des Békésszentandrás-Staudammes begonnen, dem zur damaligen Zeit größten Staudamm Ungarns. Neben dem Hochwasserschutz sollte dessen zentrale Funktion in der Verbesserung der Bewässerung der landwirtschaftlichen Flächen sowie der Schiffbarkeit liegen. 1942 wurde das Bauvorhaben im Rahmen einer feierlichen Einweihung im Beisein des damaligen Monarchen abgeschlossen, die Bedrohung durch Hochwässer für Békésszentandrás war fortan auf ein Minimum gesenkt. Mit der Zähmung des Flusses Hármas Körös

veränderte sich auch langsam das Stadtbild von Békésszentandrás. So wurden etwa die Flächen am Ufer des toten Flussarmes für verschiedene Freizeitaktivitäten genutzt, speziell neue Ferienanlagen entstanden in diesem Teil der Stadt. Ein Teil des Überschwemmungsgebietes steht unter Naturschutz. Heute bevölkern rund 4.100 Bewohner die rund 150 Kilometer östlich von Budapest gelegene Kleinstadt. Im Zeitraum von 1994 bis 1998 erfolgte die letzte Renovierung des Damms durch den Betreiber, die staatliche Wasserbehörde.

### TECHNIK IM UNTERGRUND

Dass man an dem Damm auch erfolgreich die Kraft des Wassers zur Stromerzeugung nutzen könnte, davon waren die Verantwortlichen des ungarischen Ökostrom-Unternehmens Hydro Power Consulting Ltd schon seit etlichen Jahren überzeugt. Ihre kühne Idee war bereits 1995 entstanden. Schritt für Schritt entwickelten sie diese zu einem konkreten Bauvorhaben, das 2010 bei den zuständigen Behörden zur Genehmigung eingereicht

wurde. „Wie bei anderen unserer Projekte war uns wichtig, das Kleinkraftwerk an einem bestehenden Querbauwerk zu realisieren. Unter den derzeitigen Rahmenbedingungen wäre der Bau eines Staubauwerks für ein Kleinkraftwerk kaum wirtschaftlich darstellbar“, erklärt Gusztáv Kapuváry, Geschäfts-



Maschinenhaus in der Bauphase

Foto: Fekete



Die beiden Maschinensätze sind auf einen Ausbaudurchfluss von 26 m<sup>3</sup>/s ausgelegt. Durchschnittlich einmal im Jahr ist das hermetisch abgeschlossene Maschinenhaus rund 5 Meter unter dem Wasserspiegel.

Foto: Fekete

führer von Hydro Power Consulting Ltd, ein diplomierter Bauingenieur, der sich seit Jahrzehnten mit dem Thema Wasserkraft beschäftigt. Er räumt aber ein, dass die geplante Kraftwerkslösung am Staudamm Békésszentendrás nur unter speziellen Auflagen möglich wurde. Diese ließen im Grund nur eine quasi unterirdische Bauweise der Anlage zu. Vom Maschinenhaus sollte gerade einmal 1 m oberirdisch zu sehen sein. Und auch der neue Bypass-Kanal, über den das Triebwasser zu den Maschinen geleitet werden soll, wurde unterirdisch als geschlossenes System konzipiert. Die einzige bauliche Komponente, die sich höher erhebt, ist der Fluchtturm. Der wurde erst nachträglich genehmigt, machte sich aber bereits beim ersten Hochwasser bezahlt.

### BIS ZU 5 METER UNTER WASSER

Als wichtig und prägend für das Konzept der Gesamtanlage entpuppte sich die Zusammenarbeit mit einem österreichischen Wasserkraftspezialisten, der Firma GHE aus Niederranna, mit der die ungarischen Betreiber schon früher ausgezeichnete Erfahrungen gemacht hatten. Sie entwickelte gemeinsam mit Planer und Betreiber die Situierung und das Konzept der maschinellen Lösung für das Kraftwerk am

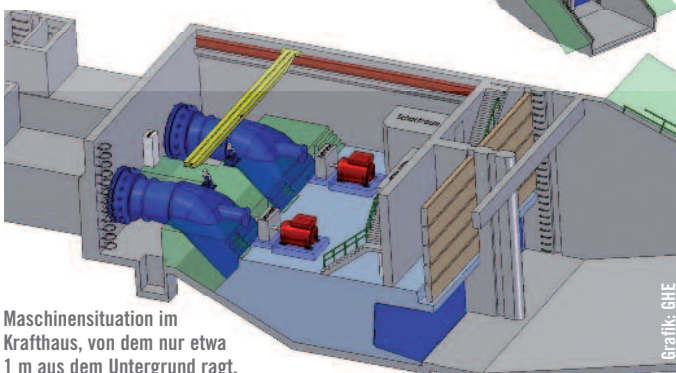
Békésszentendrás Staudamm. Wesentliche Problem- und Fragestellungen betrafen vor allem die ungewöhnliche Überströmbarkeit des Krafthauses, das im Fall des einjährigen Hochwassers bis zu 5 Meter unter Wasser steht. Die hermetische Abriegelung, die Frage nach dem Luftaustausch und die Notwendigkeit wassergekühlter Komponenten spielten in den Überlegungen eine wichtige Rolle. „Es musste auch eine Möglichkeit gefunden werden, wie man das Kondens- und Leckwasser abführen konnte. Daher haben wir im Krafthaus einen Pumpensumpf vorgesehen. Mittels Tauchpumpe kann von hier aus Wasser ins Unterwasser gepumpt werden. Überdies war es wichtig, das Leitungsende mit einer Rückstauklappe zu sichern“, erläutert Kapuváry einige technische Sonderlösungen.

### TURBINENVARIANTEN IM DIREKTEN VERGLEICH

Ein anderes zentrales Diskussionsthema im Vorfeld betraf die Wahl der optimalen Maschinen für diesen Einsatz. Die ungarischen Betreiber wandten sich in dieser Frage an ihren Partner in Oberösterreich, an GHE. Dass bei einer Fallhöhe von 4,45 m nur Kaplanturbinen in Frage kämen, war klar. Weniger klar war, welcher Typus sinnvoller wäre – die Kaplan-S-Turbine, oder die gerade Kaplan-Splitturbine? Letztere Variante war den Ungarn bekannt, im Kraftwerk Kenyeri an der Raab, das 2008 in Betrieb genommen wurde, war eine derartige Maschine zum Einsatz gekommen. „Die Ingenieure von GHE haben dazu einen detaillierten technisch-wirtschaftlichen Vergleich angestellt, der am Ende deutlich zugunsten der S-Turbine ausfiel“, sagt der ungarische



Der Bypass-Kanal erstreckt sich über eine Länge von 148 m. Er weist ein geschlossenes Profil auf.



Maschinensituation im Krafthaus, von dem nur etwa 1 m aus dem Untergrund ragt.

Grafik: GHE

### Technische Daten

- ♦ Ausbauwassermenge: 26,0 m<sup>3</sup>/s
- ♦ Turbinen: Kaplan-S-Turbinen ( 2x )
- ♦ Turbinen-Nennleistung: je 1.017 kW
- ♦ Laufrad-Durchmesser: 2.240 mm
- ♦ Getriebe: Stirnrad-Getriebe
- ♦ Generator: Synchrongeneratoren ( 2x )
- ♦ Generatorleistung: 1.110 kVA
- ♦ Generatordrehzahl: 750 Upm
- ♦ Steuerung & Automatisierung: GHE
- ♦ Jahresarbeit im Regelfahr: 8,6 GWh
- ♦ Netto-Fallhöhe: 4,45 m
- ♦ Fabrikat: GHE
- ♦ Turbinendrehzahl: 170 Upm
- ♦ Flügelzahl: 4
- ♦ Übersetzung: 170 / 750
- ♦ Fabrikat: Hitzinger
- ♦ Spannung: 400 V
- ♦ Durchgangsdz.: 1.875 Upm

Der Békésszentandrás-Staudamm wurde zwischen 1936 und 1942 gebaut. Er dient der Bewässerung, der Schiffbarkeit und dem Hochwasserschutz.



Foto: Fekete



Von der Wasserfassung mit der Seitenentnahme ist im fertigen Zustand kaum etwas erkennbar.

Foto: Fekete

Wasserkraft-Kenner. Die Nachteile der S-Turbine, wonach das Saugrohr aufwändiger herzustellen ist und eine längere Turbinenwelle erforderlich wird, fielen demnach nicht so schwer ins Gewicht. Entscheidend war, dass beim Einsatz einer Splitturbine ein aufwändiger Turbineneinlauf, sowie ein aufwändiger Turbinenschacht für Getriebe und Generator erforderlich gewesen wären. Außerdem sprach die schwere Zugänglichkeit zu Getriebe und Generator gegen diese Lösung. Hätte man in diesem Fall auf ein Kegeldradgetriebe zurückgegriffen, wären die Kosten für diese Lösung noch weiter in die Höhe gegangen. Das Fazit hätte kaum deutlicher ausfallen können: Die Variante Kaplan-S-Turbine zog weniger als halb so viele Zusatzkosten nach sich wie die Variante Splitturbine.

### LAUFRÄDER IN X-LARGE

Konkret sind die Maschinensätze bei einer Netto-Fallhöhe von 4,45 m und einem Ausbaudurchfluss von jeweils 26 m<sup>3</sup>/s für eine Nennleistung von jeweils 1.017 kW konzipiert. Diese Auslegung bringt beträchtliche Dimensionen mit sich: Die 4-flügeligen Laufblätter weisen einen Durchmesser von über 2,2 Metern auf. Im Regelbetrieb rotieren sie mit 170 Umdrehungen pro Minute (Upm). Über ein Stirnradgetriebe wird die Turbinendrehzahl auf die Generatordrehzahl von 750 Upm übersetzt. Zum Einsatz kommen hochwertige Synchrongeneratoren der Firma Hitzinger, ausgelegt auf eine Nennscheinleistung von je 1.110 kVA. Aus oben angeführten Gründen sind die Generatoren mit einer Wasserkühlung ausgeführt.

Für die Steuerung der Anlage setzten die Betreiber auf das bewährte digitale Turbinenleitsystem HEROS aus dem Hause GHE. Steuerung, Überwachung und modernste Visualisierung bietet das System, das nicht nur ein hohes Maß an Betriebssicherheit gewährleistet, sondern auch jede Menge Service bietet. Sollte es zu technischen Problemen kommen, kann Gusztáv Kapuváry

jederzeit auf die Spezialisten aus dem oberösterreichischen Niederranna vertrauen. Über einen Direktzugriff können die Techniker auch aus der Ferne auf die Maschinen in Békésszentandrás zugreifen. Dies trifft natürlich auch auf die Verantwortlichen der Betreibergesellschaft zu, die nicht permanent vor Ort sind.

### STROM FÜR 3.000 HAUSHALTE

2012 ertönte der Startschuss für das Bauvorhaben, das in der Folge mit äußeren Widrigkeiten zu kämpfen hatte. Kapuváry: „Eigentlich hätten wir schon im Mai 2013 fertig sein können. Leider ist im Frühjahr ein Hochwasser gekommen, das unsere Träume zu nichte gemacht hat. Die Aufräum- und Säuberungsarbeiten auf der Baustelle haben uns wieder weit im Terminplan zurückgeworfen, sodass die Inbetriebnahme erst im Spätsommer erfolgen konnte. Die Einweihung fand schließlich am 12. September statt.“

Eine der größten Herausforderungen, denen die Betreiber im Vorfeld gegenüber gestanden waren, betraf die Frage der Finanzierung. Auf rund 2,7 Mrd. HUF (etwa 10 Mio. Euro) sollte sich die Investition in die Anlage belaufen. Letztlich gelang es den Verantwortlichen, knapp 47 Prozent der Summe über nationale und internationale Förderungen zu lukrieren, 10 Prozent stammten aus Eigenkapital, der

Rest wurde über einen Bankkredit finanziert. Refinanziert wird das Projekt durch den Verkauf des eingespeisten Stroms. Laut Gusztáv Kapuváry erzielt sein Unternehmen derzeit einen Durchschnittspreis von etwa 10 Cent pro Kilowattstunde. „Im Fall des Kraftwerks Békésszentandrás sind wir auch verpflichtet an den Staudammbetreiber, also den ungarischen Staat, Wasserzins zu bezahlen.“

Auch wenn bei eisigen Bedingungen der Betrieb der Anlage nicht möglich ist, besteht derzeit kein Grund zur Klage. Das Kraftwerk läuft, und erste Erfahrungen haben gezeigt, dass es im besten Monat über 1 GWh Strom produziert. Im Regeljahr wird die moderne Anlage rund 8,6 Mio. kWh sauberen Strom erzeugen. Mit dieser Menge lassen sich nicht nur rund 3.000 ungarische Durchschnittshaushalte versorgen, sie trägt auch zur Verbesserung der Klimabilanz bei. Immerhin stellt die Produktionsmenge ein CO<sub>2</sub>-Äquivalent von 8.000 t dar, die der Umwelt jährlich erspart werden. Kapuváry: „Die ungarische Regierung hat sich zum Ziel gesetzt, den Anteil der erneuerbaren Energien am Gesamtverbrauch bis 2020 auf 13 % anzuheben. Derzeit stehen wir bei etwa 5,5 %. Daher ist jedes installierte Kilowatt wichtig – und: als Betreiber kann man deshalb auch sehr sicher mit dem geförderten Einspeisetarif rechnen.“

Die feierliche Eröffnung der Kraftwerksanlage fand am 12. September letzten Jahres statt. Der stellvertretende Staatssekretär Ferenc Hízó zerschneidet das symbolische Band.



Foto: Fekete