# Untertagebauwerke Wasserkraftwerk Ertan in China

Autor(en): **[s.n.]**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **90 (1998)**

Heft 3-4

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-939386

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

**Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

**http://www.e-periodica.ch**

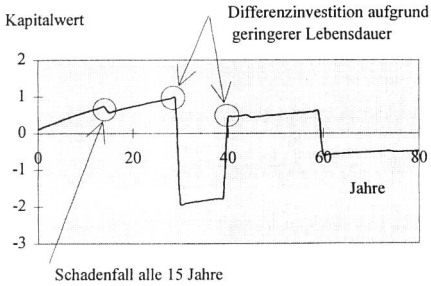
*Nachteile*

- Generator wird teurer (16-kV-Wicklung)
- Geringere Lebensdauer der Generatorwicklung da höhere Spannung
- Mögliche Schäden bei Netzstörungen: Annahme: Getriebe Fr. 100 000.–. Generator Fr. 200 000.– alle 15 Jahre mit jeweils sechs Wochen Produktionsausfall (in den Kosten enthalten) und zehn Jahre kürzere Lebensdauer (Getriebe und Generator)
- Bei Störungen im Netz ergeben sich hohe Materialbeanspruchungen (Strombelag Stator). Zudem wird die Gruppe häufiger abgeschaltet.
- Probleme bei Fehlsynchronisation, Stator Erdschluss, Schieflast (Ausgleichswicklung nötig)

*Bemerkungen*

Die Bernischen Kraftwerke (BKW) haben in früheren Jahren eine Reihe von Aarewerken nach diesem Konzept ausgeführt, sind aber aufgrund der erwähnten Nachteile davon weggekommen.

*Investitionsrechnung*




Bei negativem Barwert (Kapitalwert) ist die Verzinsung des gebundenen Kapitals tiefer als der Kalkulationszinssatz und das Projekt somit nicht vorteilhaft.

*Empfehlung*

Die Einspeisung ins Netz soll gemäss Konzessionsprojekt indirekt mittels Blocktransformatoren erfolgen. Diese Lösung erweist sich gegenüber einer Ausführung ohne Transformatoren (direkte Einspeisung) als die betriebswirtschaftlich günstigere Lösung. Zusätzlich weist sie ein kleineres Betriebsrisiko auf und stellt den aktuellen Stand der Technik dar.

*3.3.7 Zusammenfassung*

Aufgrund obiger Überlegungen wurden durch die Projektgruppe folgende Lösungsempfehlungen formuliert:

- Zwei Rohrturbinen mit Getriebe (Getriebeschachtturbinen)
- Höhere Ausbauwassermenge gegenüber konzedierter Nutzwassermenge
- Einbaukote gemäss Konzessionsgesuch
- Indirekte Einspeisung Generator → Netz mittels Blocktransformatoren gemäss Konzessionsgesuch

Damit wurde die Wirtschaftlichkeit – trotz Mehrinvestitionen für Maschinen sowie Hoch- und Tiefbau (Anfangsinvestitionen) – durch eine erhebliche Ertragssteigerung verbessert.

Literatur

[1] Ergebnisbericht: Optimierung des Neubauprojekts KW Ruppoldingen, Planconsult Basel, in Zusammenarbeit mit Colenco Power Engineering AG und weiteren Fachspezialisten. Juni 1995.

Adresse des Verfassers: Dipl. Ing. *Martin Hüsler,* Colenco Power Engineering AG, Wasserkraftanlagen und Wasserbau, Mellingerstrasse 207, CH-5405 Baden.

# *Untertagebauwerke Wasserkraftwerk Ertan in China*

Der Yalong in der Provinz Sichuan im Südwesten Chinas ist einer der Quellflüsse des Jangtse und 1500 km lang. Sein Potential an nutzbarer Energie von 25 GW will man nach einem Kaskadenprojekt mit elf Kraftwerken nutzen. 33 km flussaufwärts von seiner Mündung in den Jangtse entsteht das Wasserkraftwerk Ertan, das mit einer Leistung von 3300 MW (sechs Turbinen mit je 550 MW) und einer jährlichen Stromerzeugung von 17 000 GWh bei seiner Fertigstellung Ende 1999 dann vorübergehend das grösste Wasserkraftwerk Asiens sein wird.

## *Projektübersicht*

Die Wasserkraftanlage Ertan hat ein 116 400 km² grosses Einzugsgebiet und der Stausee 5,8 Mrd. m³ Speichervolumen mit einem durchschnittlichen Abfluss von jährlich 51,7 Mrd. m³. Der mittlere Durchfluss beträgt 1640 m³/s und der maximale Hochwasserdurchfluss 22 610 m³/s sowie der maximale Durchfluss je Turbine 375 m³/s.

Die Wasserkraftanlage Ertan besteht aus einer 240 m hohen und 775 m langen, parabolisch doppelt gekrümmten *Staumauer* aus Beton mit Tosbecken und Einläufen zu den Triebwasserstollen (Los 1; italienische/französische/chinesische Arge) und den unterirdischen *Kraftwerksanlagen* (Los 2; deutsch/chinesische Arge unter Federführung der Philipp Holzmann AG). Die sechs Francis-Turbinen und Generatoren (Los 3) kommen aus Kanada und werden von chinesischen Unternehmen eingebaut.

Zu den Bauarbeiten für Los 2 (Bild 2) [1, 2] gehören die Bereiche Flussumleitung, Kraftwerkskomplex, Hochwasserentlastung und Holztransportanlage.

Für die *Flussumleitung* während der Bauzeit wurden zwei je 1170 m lange Tunnel (17,50/23,00 m) hergestellt. Sie haben eine 0,40 bis 1,50 m dicke Betonauskleidung.

Die *Kraftwerksanlage* besteht aus drei parallel angeordneten grossen Kavernen [3], und zwar für das Krafthaus (280/30,70/65 m) (Bild 3), als Kammer für die 52 Transformatoren (215/18,30/25 m) und für das Wasserschloss (203/19,80/60 und 70 m). Triebwasser wird über sechs Stollen und Schächte von je 9,00 m Durchmesser und 1335 m Gesamtlänge zugeführt. Über zwei Auslauftunnel gelangt das Wasser vom Wasserschloss (Schwallkammer) zurück in das Flussbett.

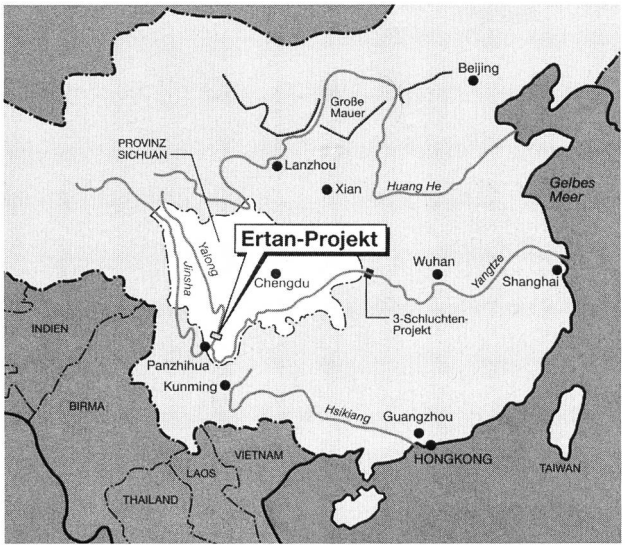



Bild 1. Übersichtskarte mit der Lage des Ertan-Projekts.

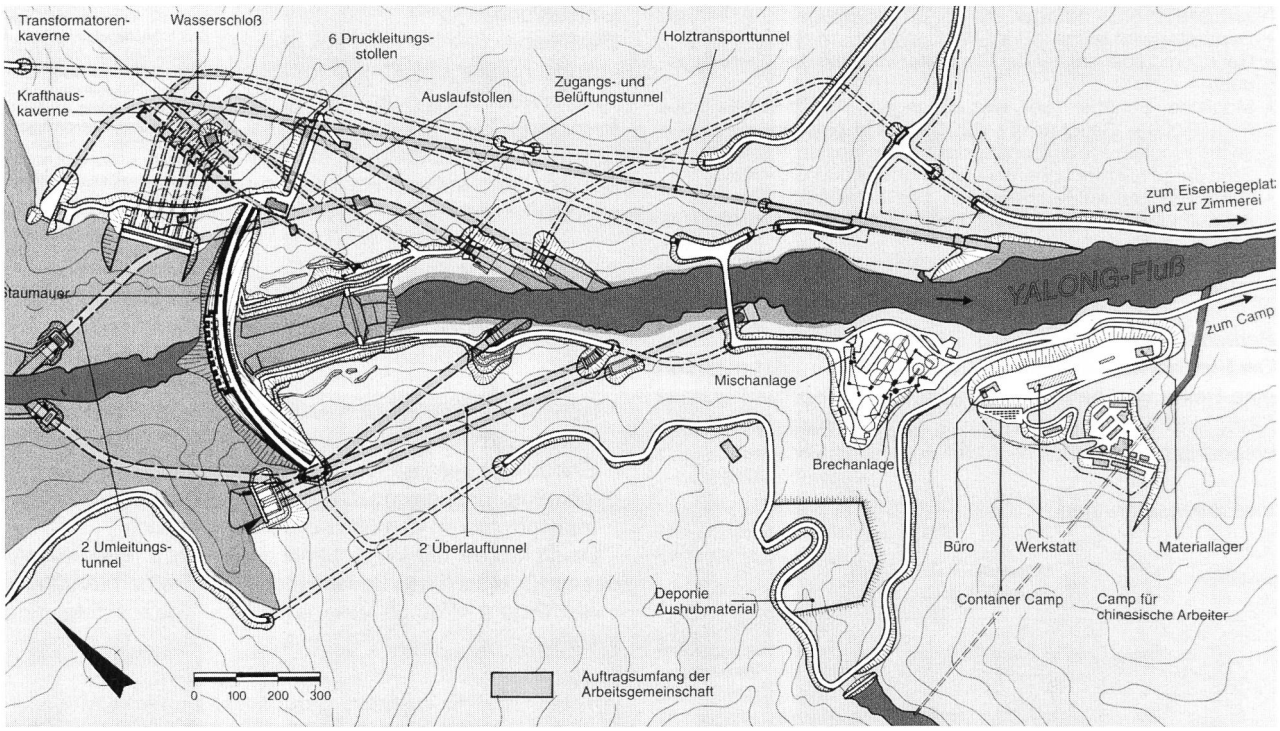



Bild 2. Lageplan für die Untertagebauarbeiten.

Auf der dem Kraftwerk gegenüberliegenden Flussseite entstehen zwei 970 m und 1300 m lange Tunnel mit 160 m² Querschnitt als *Hochwasserentlastung.* Für die Umgehung des Staudamms mit auf dem Yalong geflössten Baumstämmen wird ein 1818 m langer Förderbandtunnel (15/7,60 m) errichtet, an den sich eine 430 m lange Brückenkonstruktion anschliesst.

## *Bauausführung*

Wegen der geographischen Lage des Projekts wurde eine in Planung, Produktion, Wartung und Versorgung möglichst selbständige Baustelle eingerichtet mit breitgestreuter Fachkompetenz des Baustellenpersonals. Schwierigkeiten ergaben sich aus dem gebirgigen Gelände, das gleichzeitig von zwei ausführenden Arbeitsgemeinschaften beansprucht wird. Weiterhin sind die unterschiedlichen Wasserstände des Flusses zu berücksichtigen, dessen Abfluss zwischen weniger als 1000 m³/s in der Trockenperiode und über 10 000 m³/s in der Regenzeit schwankt.

Für die termingerechte Flussumleitung mussten 1 Mio m³ Felsausbruch und 0,2 Mio m³ Betoneinbau in den ersten 24 Monaten der Gesamtbauzeit bewältigt werden. Der Bau der grossen Kavernen war stark von der Geologie bestimmt; anhaltende Gebirgsschläge erfordern grosse Vorsicht und ständige Anpassung der Bauausführung. Im Betonbau gab es eine Vielzahl von Schalungssystemen und Betonsorten; zwei Mischanlagen für Konstruktions- und Spritzbeton stellen mehr als 20 verschiedene Betonsorten her.

Zu den Bauleistungen im Los 2 insgesamt gehören 0,84 Mio m³ Aushub, 3,57 Mio m³ Felsausbruch, 218 628 Felsanker, 115 000 m³ Spritzbeton, 1,07 Mio m³ Beton, 43 350 t Betonstahl und 0,555 Mio m² geschalte Fläche sowie 6450 t temporärer und 7340 t permanenter Stahlbau.

Die Bauzeit für die Leistungen von Los 2 beträgt 84 Monate. In den letzten 24 Monaten der Bauzeit beginnt der Probebetrieb der sechs Turbinen. Im Abstand von jeweils vier Monaten werden die Einheiten nacheinander angefahren. *BG*

Bild 3. Blick in die Kraftwerkskaverne.

Literatur

[1] *Lindemann, J.:* Betonarbeiten für die Untertagebauwerke des Ertan-Wasserkraftwerkes in China. Vortrag, Betontag 1997 in Berlin.

[2] Untertagebauarbeiten für das Wasserkraftprojekt Ertan in China. Technischer Bericht, Philipp Holzmann AG, Frankfurt/Main, April 1997; 28 Seiten.

[3] *Schubert, P.; Zeisel, L.:* Erfahrungen mit grossen Kavernen hoher Primärspannung beim Ertan-Wasserkraftwerk in China. World Tunnel Congress 1997 Wien, S. 847–851.

Bildnachweis: Philipp Holzmann AG, Frankfurt/Main