

## Erkenntnisse beim Bau von gleichen Kraftwerken aus der Sicht des Auftragnehmers



Dipl.-Ing. Hans CZECH, Jahrgang 1944, 1963—1971 Studium an der TU-Graz, Bauingenieurwesen. Seit 1981 bei der Firma Ed. Ast & Co. in Graz tätig. Leiter der zentralen Kalkulations- u. Abrechnungsabteilung.

**Nur selten hat eine Firma oder eine Arbeitsgemeinschaft die Möglichkeit zwei plangleiche Kraftwerke herzustellen.**

**Die Arbeitsgemeinschaft »Mittlere Salzach« (Hinteregger — Alpine — Ast — Neue Reformbau — Hofman & Maculan — WS-Bau) sind am 16. 7. 1982 mit den Arbeiten für das Hauptbauwerk, den Rückstauraum und die Unterwassereintiefung des Salzachkraftwerkes Bischofshofen beauftragt worden.**

**Mit 16. 5. 1983 wurden der Arge auch die Bauarbeiten des Salzachkraftwerkes Urreiting übertragen.**

**Dieser Bericht soll die Rationalisierungsmöglichkeiten und -erfolge bei diesen beiden Kraftwerken dokumentieren.**

### 1. Einleitung:

Aufgrund der Ausschreibung der Salzburger Aktiengesellschaft für Elektrizitätswirtschaft (SAFE) und der Tauernkraftwerke AG. (TKW) vom April 1982 wurde dieses Angebot bearbeitet. Zum Ausschreibungsentwurf wurden außerdem noch 5 Varianten bearbeitet, die im wesentlichen eine wirtschaftlichere Baugrubenumschließung und Abdichtung des Rückstauraumes beinhaltet.

Nach umfangreichen Verhandlungen im Mai und Juni 1982 kam es dann am 16. 7. 1982 zur Beauftragung.

Bereits bei der Ausschreibung des KW Bischofshofen war eine eventuelle zusätzliche Vergabe von weiteren Kraftwerksstufen der mittleren Salzach vorgesehen. Die Hauptbauwerke der Kraftwerksstufen sind ab Fundamentoberkante völlig gleich. Die Firmen konnten aufgrund der Rationalisierung bei der Herstellung von mehreren Hauptbauwerken Nachlässe anbieten. Diese Nachlässe waren je nach Vergabe der Bauarbeiten im 1-Jahres- bis 3-Jahresrhythmus gestaffelt. Nach weiteren Verhandlungen stand einer Beauftragung des KW Urreiting im Mai 1983 nichts mehr im Wege.

Um besonders rationell zu arbeiten,

entschloß sich die Arge die wichtigsten Arbeiten mit dem sogenannten Leistungslohn durchzuführen, welcher zwar eine aufwendigere Bauführung verursacht, aber als positive wirtschaftliche Erscheinung einen geringeren Stundenaufwand, Arbeiterstand und Geräteeinsatz zur Folge hat. Dazu bringt die durch den Leistungs-

lohn ständig notwendige detaillierte Nachkalkulation der Arbeiten eine bessere wirtschaftliche Kontrolle der laufenden Arbeiten.

In der Folge möchte ich auf die Rationalisierung einiger wesentlicher Punkte des Kraftwerksbaues, wie Schalungsarbeiten, Betonarbeiten und Steinwurf, eingehen.

### 2. Analyse der Hauptleistungen:

Bei einem Kraftwerksbau sind in Summe die Schalungsarbeiten die stundenaufwendigsten Bauleistungen. In Abbildung 2 sind in Diagrammform die Schalungswerte in Stunden je m<sup>2</sup>, bezogen auf die verarbeitete Schalungsfläche, dargestellt.

Die obige Linie stellt den Stundenauf-



Abb. 1: Das Kraftwerk Bischofshofen, gesehen vom Unterwasser.



wand je Einheit (Stunden/m<sup>2</sup>) für das KW Bischofshofen dar. Die darunter liegende strichlierte Linie den Stundenaufwand des KW Urreiting.

Aus diesem Diagramm kann man folgendes herauslesen:

Am Beginn des KW-Bischofshofen kann man die Einarbeitungszeit erkennen. Obwohl auch die Herstellung der Großflächenelemente linear über die gesamten Arbeiten umgelegt ist, mindern sich die Stundenaufwände ziemlich linear ab.

Bei Einführung des Leistungslohnes beim KW Bischofshofen (eine leistungsgerechte Bezahlung der Arbeit ähnlich der Akkordarbeit) fällt der Stun-

drei Abschnitten betoniert. Die speziell angefertigte Schalung wurde für beide Einläufe nur zum Teil hergestellt. Die Schalungskonstruktionen wurden versetzt, der unterste Einlaufblock betoniert und danach die Schalung ausgebaut, gedreht und beide Schalungen als seitliche Schalung eines Einlaufes wieder eingebaut. Darauf wurde ein mittlerer Einlaufblock betoniert.

Der zweite mittlere Block folgte als nächster. Zuletzt wurde die Schalung wieder gedreht und als obere Konstruktion eingebaut. Durch diese Maßnahme konnte jede Schalungshälfte bei beiden Kraftwerken insgesamt achtmal eingesetzt werden (Abb. 3).

Für das Saugrohr (Auslauf) wurde eine Schalungshälfte angefertigt, die dadurch auch achtmal zum Einsatz kam. Abbildung 4 gibt über die Betonarbeit Aufschluß. Aufgrund der geforderten Betonqualität, bzw. der Schwierigkeiten der kontinuierlichen Kranbeistellung wurde hier auf den Leistungslohn verzichtet.

### **Bei Einführung des Leistungslohnes nimmt der Stundenaufwand ab.**

Am Beginn des KW Bischofshofen kann man wieder die Einarbeitung feststellen. Der Stundenaufwand ist aber trotzdem steigend, da bei einem Kraftwerk die unteren Blöcke größer sind und das Bauwerk nach oben hin immer feingliedriger wird.

Man kann aber trotzdem erkennen, daß die Einarbeitungsphase beim 2. Kraftwerk wegfällt.

Bedingt durch die Einführung des Leistungslohnes bei den Schalungsarbeiten läßt sich überraschenderweise auch bei den Betonarbeiten eine Leistungssteigerung erkennen.

Trotzdem übersteigen bei ca. zwei Drittel des eingebauten Betons die Werte des KW Urreiting die des KW Bischofshofen. Die Ursache dafür ist die, bedingt durch kleinere unterwasserseitige Ufermauern, geringere Betonkubatur des KW Urreiting.

Bei ca. 25.000 m<sup>3</sup> eingebauten Beton

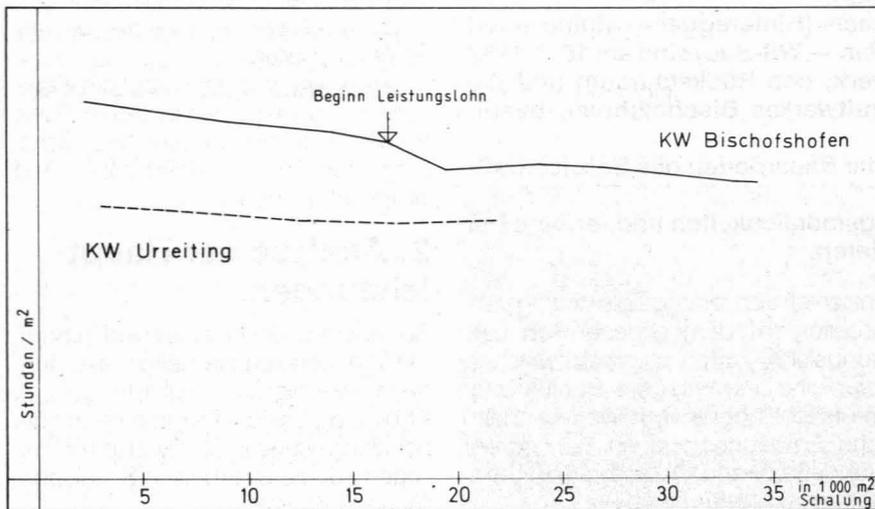


Abb. 2: Schalungsarbeiten bezogen auf die Schaffläche.

denaufwand stärker ab.

Durch die größere Überzahlung (Leistungsprämie) erhöht sich natürlich automatisch der Bruttomittellohnpreis. Beim KW Urreiting wurde von Beginn an mit Leistungslohn gearbeitet. Man sieht aus diesem Diagramm, daß die Einarbeitungsphase bei den Schalungsarbeiten beim KW Urreiting wegfällt. Die Leistungssteigerung der Schalungsarbeiten ist durch die bereits vorhandene Großflächenschalung und durch die eingearbeitete Mannschaft erklärbar. Eine besondere Einsparung gibt es bei den Einlauf- und Saugrohrschalungen, die aber im Leistungsdiagramm bereits berücksichtigt ist. Die Einläufe und Saugrohre wurden doppelsymmetrisch geplant. Dadurch konnten diese Bauteile wirtschaftlich hergestellt werden. Bedingt durch die vorgegebenen Blockhöhen im Einlaufbereich wurde der Einlauf in

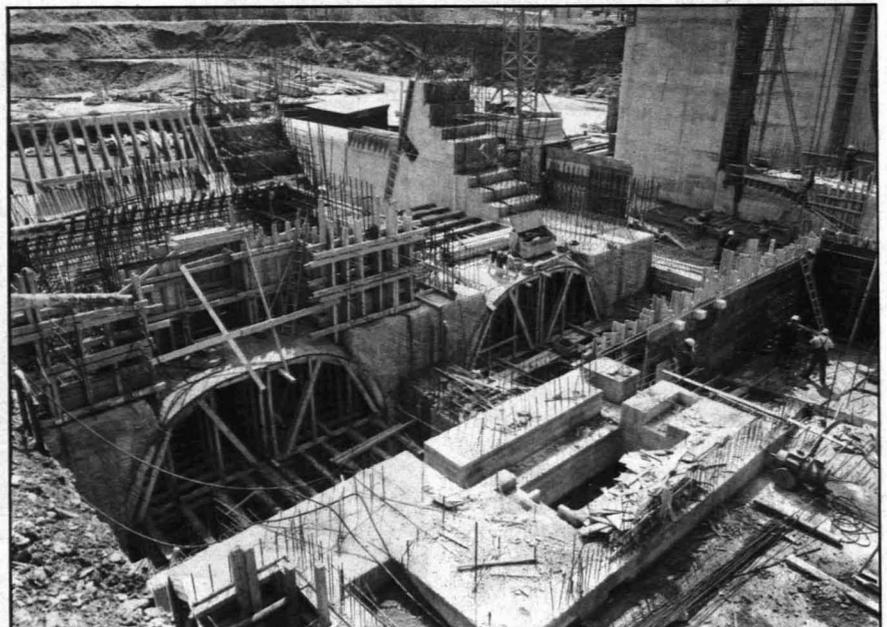


Abb. 3: Die Einlaufschalungen beim KW Urreiting (Mai 1984).



war beim KW Urreiting bereits der Kraftwerkshochbau in Arbeit, während beim Kraftwerk Bischofshofen noch größere Blöcke zu betonieren waren. Die Steinverlegearbeiten verlaufen ähnlich wie die Schalungsarbeiten. Man kann die Leistungssteigerung bei Einführung des Leistungslohnes deutlich erkennen. Auch ist die Einarbeitung der Mannschaft ersichtlich (Abb. 5).

**Durch die Ausführung von plangleichen Bauvorhaben ergeben sich bei der Abwicklung zwangsläufig Vorteile.**

Ergänzend zu diesen Hauptleistungen wäre noch zu berichten, daß bedingt durch die parallele Durchführung der Arbeiten im Jahresrhythmus bei den Bauführungs- und Gerätekosten Einsparungen erzielt wurden. Bei Auftragserteilung des KW Urreiting war die Hälfte der Arbeiten des KW Bischofshofen abgeschlossen. Zum Zeitpunkt des Beginns der äquivalenten Arbeiten (wie Steinverlegearbeiten, Betonarbeiten oder Schalungsarbeiten) waren bereits 75% der Leistungen vollbracht. Durch das Hinzukommen der Bauarbeiten des KW Urreiting konnte eine Verringerung des Arbeiterstandes vermieden werden. Frei werdende Arbeitsgruppen konnten beim KW Urreiting eingesetzt werden und die Anzahl der Arbeiter mußte nur geringfügig erhöht werden. Die Baustelleneinrichtung des zweiten Kraftwerkes mußte nicht im vollen Umfang installiert werden und konnte wirtschaftlicher gestaltet werden.

### 3. Weitere Betrachtungen

Wie bereits eingangs berichtet, handelt es sich bei der Baugrubenumschließung des KW-Bischofshofen um eine Variante der Arge, die im Konstruktionsbüro der Firma Ast projektiert wurde.

Bei der Planung der Baugrubenumschließung des KW-Urreiting stellten sich keine Vorteile heraus, da die Bodenkenwerte und die Geländeformen naturgemäß bei mehreren Kraftwerken nicht gleich sein können. Die Planung der Baugrubenumschließung des KW

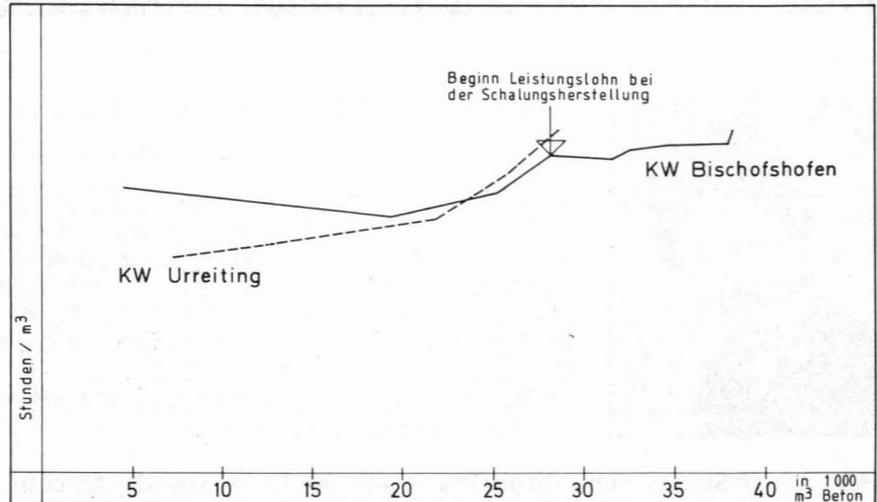


Abb. 4: Betonarbeiten bezogen auf die Betonkubatur.

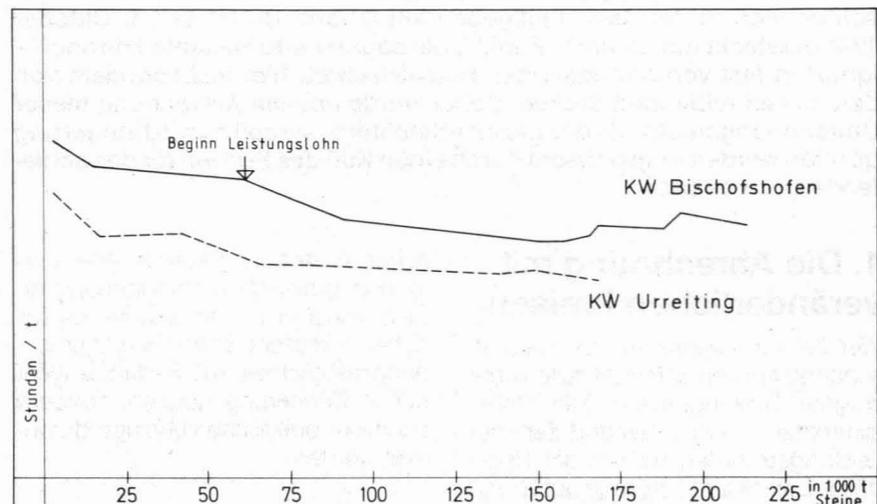


Abb. 5: Steinverlegearbeiten.

Urreiting mußte daher in planlicher und statischer Hinsicht völlig neu erstellt werden.

**Leistungssteigerungen wurden nicht nur durch den Einarbeitungseffekt, sondern auch durch die Einführung des Leistungslohnes erzielt.**

### 4. Resümee:

Aus den Diagrammen der Hauptleistungen ersieht man sicherlich den Einarbeitungseffekt. Die Leistungssteigerungen wurden aber auch durch die Einführung des Leistungslohnes erzielt. Bei anderen Arbeiten, die von Spezialisten durchgeführt wurden, waren diese Leistungssteigerungen nicht möglich. Dies trifft im besonderen auf

die Stahlverlegearbeiten zu. Da die Eisenverleger ständig ähnliche Arbeiten ausführen, kommt es hier zu keinen Einsparungen.

Abschließend wäre von Firmenseite zu sagen, daß sich durch die Ausführung von plangleichen Bauvorhaben bei der Abwicklung zwangsläufig Vorteile ergeben. Für die Firmen ist die Personal- bzw. Gerätedisposition auf einen längeren Zeitraum erstreckt. Das Baustellenteam sowohl des Bauherrn als auch der Arge ist eingearbeitet, die Arbeitspartien mit den Problemen der Baustelle vertraut.

