

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Band: 88 (1970)
Heft: 27

Artikel: Der Flussbau in den Snowy Mountains, Australien
Autor: Kroms, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-84552>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 13.10.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Der Flussausbau in den Snowy Mountains, Australien

DK 621.29:626.8

Von A. Kroms, dipl. Ing., Boston

Das umfangreiche System der Wasserbauten und Kraftanlagen in den Snowy Mountains im Südosten Australiens gehört zu den grössten, einheitlich geplanten und ausgeführten Bauvorhaben der Welt und ist das grösste Projekt dieser Art in der südlichen Hemisphäre. Die Verwirklichung dieses Komplexes hat rund 20 Jahre in Anspruch genommen und geht zur Zeit ihrer Vollendung entgegen. Es verfolgt zwei Hauptziele: Feldbewässerung und Energieversorgung. Nachstehend wird eine Übersicht über dieses Projekt und seine wirtschaftlichen Auswirkungen gegeben [1 bis 5].

1. Die Zielsetzung des Flussausbaus

Australien ist ein Kontinent, der an Wassermangel leidet. Daher müssen die vorhandenen Wasserenergiequellen mit besonderer Sorgfalt bewirtschaftet werden. Ein wichtiger Schritt in dieser Richtung ist der allseitige Flussausbau im Snowy Mountains Gebirge.

Die Snowy Mountains-Gebirgskette läuft entlang der südöstlichen Ozeanküste Australiens, in den Provinzen Victoria und New South Wales, Bild 1 [6]. Sie stellt das höchste Gebirge Australiens dar, dessen Gipfel 1500 bis 2200 m über dem Meeresspiegel liegen und 5 bis 6 Monate jährlich mit Schnee bedeckt sind. Die Gebirgskette bildet die Wasserscheide zwischen der niederschlagsreichen Küste und dem westlich gelegenen, trockenem Flachland, wo die Landwirtschaft künstliche Bewässerung benötigt. Der feuchte Ozeanwind verursacht an den östlichen Abhängen und den Gipfeln des Gebirges reichliche Niederschläge, so dass hier mehrere Flüsse entspringen. Dabei fliesst der Snowy Fluss mit seinem Zubringer Eucumbene südöstlich und mündet nach einem kurzen Lauf in den Pazifischen Ozean. Der 1600 km lange Murray Fluss samt seinen Nebenflüssen Murrumbidgee und Tumut strömt westlich; er durchquert ein weites trockenes Flachland und mündet in der Nähe der Grossstadt Adelaide in den Indischen Ozean.

Der Beschluss, das Snowy Mountains-Flusssystem auszubauen, wurde durch mehrere Umstände gefördert:

1. Im Gebirge sind Voraussetzungen zur günstigen Wasserkraftausnutzung – reichliche Wassermengen und erhebliche Fallhöhen – vorhanden.
2. Westlich vom Gebirge erstreckt sich ein für die Landwirtschaft geeignetes Flachland, welches aber wegen Wassermangel wirtschaftlich nicht entwickelt werden kann.
3. Östlich des Gebirges längs der Ozeanküste befinden sich dicht besiedelte Gebiete, einschliesslich der grossen Städte Sydney und Melbourne, welche grosser Mengen elektrischer Energie bedürfen.

Die erwähnten Umstände haben die Verwirklichung des kostspieligen Mehrzweck-Flussausbaus veranlasst, mit dem Ziel, das überschüssige Wasser von den östlichen Abhängen des Gebirges über die Wasserscheide nach Westen abzuleiten und das Gefälle entlang den Gebirgsabhängen zur Energieer-

zeugung auszunutzen. Das Wasserkraftpotential der Gebirgsflüsse wird auf rund 4,0 GW geschätzt; die dort errichteten Wasserspeicher können eine zusätzliche Wassermenge von 2,0 bis 2,5 Gm³ für Bewässerungszwecke aufbewahren [7].

Dieser Flussausbau hat, wie alle grosszügigen technischen Projekte, eine ziemlich lange Geschichte hinter sich. Die Nutzbarmachung der Wasserquellen zur Bewässerung des westlich liegenden, trockenen aber sonst fruchtbaren Flachlands wurde schon vor ungefähr 80 Jahren erwogen. Im Laufe mehrerer Jahrzehnte wurde eine Reihe von Ausbauplänen vorgeschlagen, wobei es sich aber meistens um örtliche Bewässerungsprojekte handelte, die aus wirtschaftlichen Gründen nicht verwirklicht werden konnten; die technischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen zu einem einheitlichen Mehrzweckausbau des ganzen Flusssystems fehlten damals noch. Im Laufe der Zeit wurden die Umstände allmählich durch den Anstieg des Energiebedarfs und die technische Beherrschung der elektrischen Fernübertragung verändert, so dass nach dem Kriege die Verhältnisse zur Aufnahme des grossen Bauvorhabens endlich reif waren.

Die ersten Bauprojekte waren von den Provinzen Victoria und New South Wales ausgearbeitet worden, deren Territorien von den betreffenden Flüssen durchquert werden. Zum einheitlichen Ausbau des ganzen Flusssystems war jedoch die Beteiligung der Staatsregierung unentbehrlich, weil das Projekt einer riesigen Kapitalaufwendung bedarf. Um die Möglichkeiten einer allseitigen Wassernutzung in diesem Gebirgsgebiet gründlich zu untersuchen, wurde eine technische Kommission beauftragt. Die Regierung stimmte den Empfehlungen der Kommission zu und gründete im Jahre 1949 zur Durchführung des Bauvorhabens eine besondere Behörde «Snowy Mountains Hydro-Electric Authority (S.M.A.)». Die projektierten Bauten mussten folgende Aufgaben erfüllen [8]:

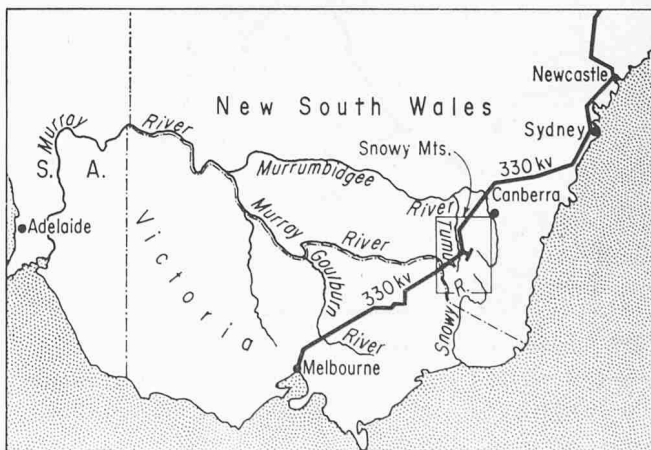


Bild 1. Südöstliches Australien. Im Rechteck das Gebiet des Snowy-Mountains-Flussausbaus. Masstab rund 1:15 000 000

1. Wasser aus dem Oberlauf des Snowy Flusssystem über die Wasserscheide ins Murray Flusssystem einzuleiten und der Feldbewässerung bereitzustellen;

2. Grosse Wasserspeicher zur Abflussregelung und zugehörige Kraftwerksketten zur Ausnutzung der Wasserenergie zu errichten.

Zur Erfüllung dieser Aufgaben ist ein ausgedehntes System von Tunneln, Staumauern und Kraftwerken erstellt worden. Das System wird jährlich mehr als 2 Gm^3 Wasser dem westlich liegenden Flachland zuführen, wodurch eine zusätzliche Fläche von ungefähr 2500 km^2 landwirtschaftlich ausgenutzt werden kann.

Volkswirtschaftlich wichtig war auch neben der Feldbewässerung die Ausnutzung der Wasserenergie zur Lieferung elektrischer Energie an die Grossverbraucher der Ostküste. Da der Verkauf der Energie unmittelbare Einnahmen mit sich bringt, hat erst die Energieversorgung die Rückzahlung der hohen Kapitalanlagen gesichert und dadurch die wirtschaftlichen Voraussetzungen zur Aufnahme der grossen Bauvorhaben geschaffen. Die Landwirtschaft allein könnte die Kosten des Flussausbaus nicht tragen. Die Wasserkraftwerke wurden zur Spitzendeckung ausgelegt. Mit einer installierten Leistung von $3,8 \text{ GW}$ werden sie jährlich $5,0$ bis $5,3 \text{ TWh}$ Spitzenenergie ins Verbundnetz der Provinzen Victoria und N.S.W. abgeben und die Betriebsumstände der thermischen Kraftanlagen verbessern. Zur Leistungsabgabe bis zu den Städten Sydney und Melbourne sind 400 km lange 330-kV -Fernleitungen errichtet worden.

2. Der Umfang der Bauvorhaben

Die Lage der wichtigsten Bauten ist in Bild 2 angegeben. Man sieht daraus, dass das Bauprojekt aus zwei Teilprojekten, dem Tumut- und dem Murray-System besteht. Die beiden Wassersysteme sind an ihrem Auslauf mittels des grossen Eucumbene-Sees hydraulisch verbunden, welcher als Ausgangsspeicher der beiden Kraftwerksketten dient und eine weitgehende Regelung des Wasserflusses in beiden Flusssystemen ermöglicht. Der Eucumbene-See bildet dadurch den Kernpunkt des ganzen Grossprojekts. Er ist durch die Aufstauung des Eucumbene-Flusses mittels eines 115 m hohen Stein- und Erddamms entstanden, Bild 3. Der Damm ist an der Sohle 800 m breit und enthält ein Volumen an Baumaterialien von $6,7 \text{ Mm}^3$; er fügt sich vortrefflich in die Umgebung hinein. Das entstandene Staubecken hat einen Nutzinhalte von $4,5 \text{ Gm}^3$ und bildet den grössten Wasserspeicher des Systems. Dieser Wasservorrat ermöglicht es, die Schwankungen des Wasserdargebots in verschiedenen hydrologischen Jahren zu überbrücken und dadurch sowohl die Energielieferung als auch die Wasserabgabe für die Feldbewässerung sogar in trockenen Jahren aufrecht zu erhalten.

Das Wasser wird von dem Eucumbene-Speicher den beiden Kraftwerksketten mit Hilfe von zwei Tunneln zugeführt. Ein 22 km langer Tunnel läuft unter der Gebirgskrone nach Nordwesten, überquert die Wasserscheide und leitet das Wasser in den Tumut-Fluss hinein, von wo es über eine Kraftwerkskette, bestehend aus vier Kraftanlagen, in den Murrumbidgee und schliesslich in den Murray-Fluss gelangt. Der zweite 24 km lange Tunnel führt das Wasser über eine andere Kraftwerkskette nach Südwesten und leitet es in den Murray-Fluss. Die beiden Wasserströme vereinigen sich endlich auf dem westlichen Flachland an einem Punkt, welcher rund 1000 m niedriger als der Wasserspiegel des Eucumbene-Sees liegt. Diese 1000 m Fallhöhe wird zur Energieerzeugung ausgenutzt.

Der Wasservorrat des Eucumbene-Sees wird mittels Zuflüssen sowohl von der Seite des Tumut- als auch des Murray-Systems ergänzt. Durch die Aufstauung des Oberlaufs von Murrumbidgee ist der Tantanagara-Speicher gebildet worden, woraus Wasser durch einen Tunnel dem Eucumbene-Speicher zugeführt wird; dieses Wasser kehrt an einem niedrigeren Punkt in den Murrumbidgee-Fluss zurück, nachdem es aber die Tumut-Staufenkette durchströmt und die Energieausbeute der Kraftwerke vergrössert hat. Eine ähnliche Wassergänzung erfolgt von der Seite des Murray-Systems. Hier ist durch das Aufstauen des Snowy-Flusses das Jindabyne-Staubecken mit einem Nutzinhalte von $0,7 \text{ Gm}^3$ entstanden. Da der Wasserspiegel in diesem Speicher niedriger als der Murray-Tunnel liegt, muss das Wasser von hier in den Tunnel hineingepumpt werden. Dies benötigt eine Leistung von 80 MW , doch erzeugt das hochgepumpte Wasser in der Murray-Kraftwerkskette ein Mehrfaches der hierfür aufgebrauchten Leistung.

Alle wichtigsten Wasserbauten des Projekts wurden fertiggestellt; das ganze Projekt, einschliesslich der Kraftanlagen, wird planungsgemäss bis 1975 vollendet werden. Es umfasst 7 Wasserkraftwerke mit einer Gesamtleistung von $3,8 \text{ GW}$, 14 Staudämme, 160 geschlossene Tunnel, 100 km offene Kanäle sowie eine Reihe von Hilfsbauten. Die zahlreichen Tunnel stellen einen wesentlichen Teil des ganzen Bauvorhabens dar. Um eine hohe Regelbarkeit des Flusssystem zu erzielen, sind die Haupttunnel mit Durchmessern von 4 bis 7 m errichtet worden, Bild 4. So sind sie aus dem Eucumbene-See für eine Durchflussmenge von 120 bis $140 \text{ m}^3/\text{s}$ bemessen worden, wogegen der durchschnittliche Abfluss der ursprünglichen Flüsse (Tumut und Upper Snowy) nur 11 bis $15 \text{ m}^3/\text{s}$ betrug. Die meisten Tunnel führen durch harte Gesteinflöze. Ihre Wände sind in den Zulaufstrecken der Kraftwerke

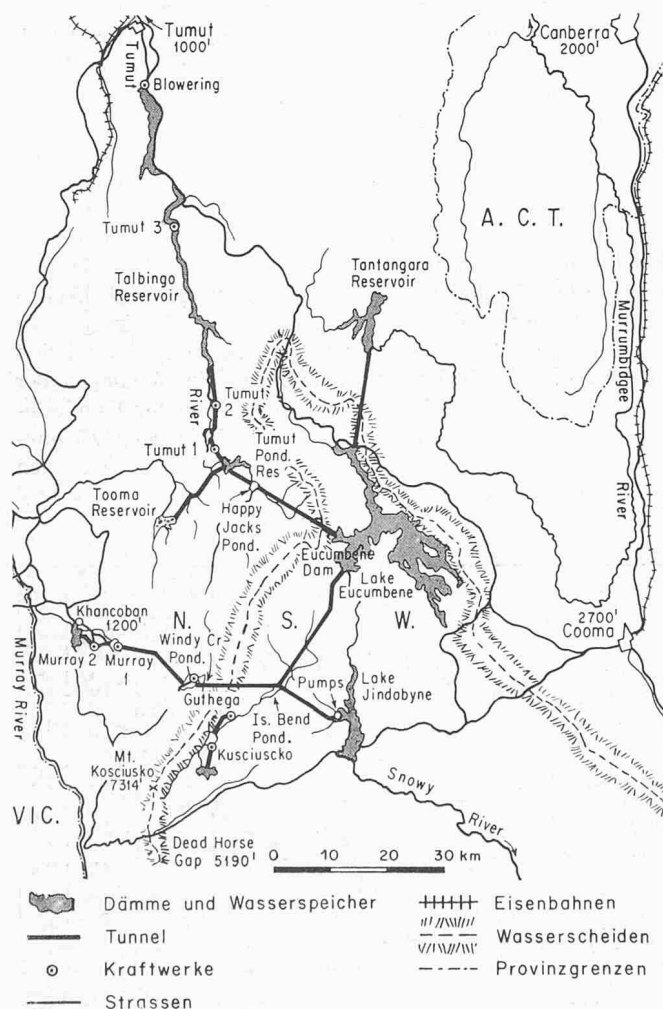


Bild 2. Die Lage der wichtigsten Bauten des Snowy-Mountains-Ausbaus. Höhenangaben in Fuss

mit Beton ausgekleidet; meistens sind die Gesteinswände aber nur geglättet worden, wodurch die Baukosten beträchtlich herabgesetzt werden konnten. In der Durchführung der Bauarbeiten und der Beschaffung der Maschinensätze hat eine Reihe von Baufirmen aus aller Welt, darunter auch schweizerische Maschinenbaufirmen, teilgenommen.

Bei einem allseitigen Flussausbau müssen die Forderungen verschiedener Wassernutzer berücksichtigt und aufeinander abgestimmt werden; hier entstehen nicht selten gewisse Gegensätzlichkeiten [9]. Der Wasserbedarf der Energieerzeugung unterscheidet sich von dem der Feldbewässerung, weil die Kraftwerke mehr Wasser in der Winter-Hochlastperiode, die Bewässerung dagegen während der Wachstumsaison des Sommers benötigen. Im Snowy Mountains-System werden diese Unterschiede mittels geräumiger Ausgleichsspeicher am oberen und unteren Ende der Kraftwerksketten überbrückt; diese Aufgabe erfüllt der Blowering-Speicher auf dem Tumut- und der Khancoban-Speicher auf dem Geehi-Fluss. Das Wasser wird diesen Speichern gemäss den Bewässerungsbedürfnissen entnommen, weshalb die ihnen angeschlossenen Wasserkraftwerke nach einem aufgezwungenen Betriebsregime arbeiten müssen und dadurch sich an der Spitzendeckung des Energiesystems nicht beteiligen können. Deshalb ist am Blowering-Staudamm ein Kraftwerk von nur geringer Leistung errichtet worden, während am Khancoban-Speicher auf ein Kraftwerk völlig verzichtet wurde.

3. Das Tumut-System

Das Tumut-System bezieht Wasser aus dem Eucumbene-See und dem Tooma-Fluss. Das dargebotene Wasser wird in einer Kraftwerkskette auf dem Tumut-Fluss zur Energieerzeugung verwertet und schliesslich in den Murrumbidgee-Fluss

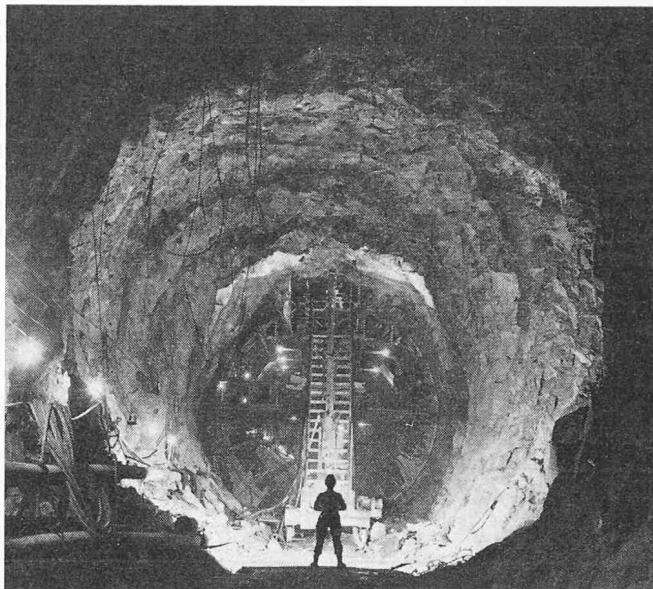


Bild 4. Blick in einen Tunnel während des Baues. Der im Bild zu sehende Mann vermittelt einen Eindruck über die Ausmasse

hineingeleitet, Bild 5. Das Wasser kommt von dem Eucumbene-See durch einen Tunnel und wird nach der Überquerung der grossen Wasserscheide dem Tumut-Speicher zugeführt, wohin auch das Wasser von dem höher liegenden Tooma-Staubecken fliesst. Von dort strömt es durch drei Kraftwerke nach Westen und gelangt in den Blowering-Ausgleichsspeicher, welcher die Staustufenkette abschliesst und als Wasservorrat für Bewässerungszwecke dient. Das Wasser wird hier in einem



Bild 3. Der Eucumbene-Damm mit dem Hauptspeicher. Der 115 m hohe Stein- und Erddamm bildet ein Staubecken mit einer Wasserreserve von 4,7 Gm³

Tabelle 1. Die Talsperren des Tumut-Systems

Staustufe	Bauart	Sperre	Höhe m	Staubecken Inhalt Mm ³	Inbetrieb- nahme Jahr
Tantanagara	Beton, Schwerkraft		45	250	1960
Eucumbene	Stein und Erde		116	4750	1958
Tooma	Stein und Erde		67	28	1961
Tumut 1	Beton, Bogen		87	52	1958
Tumut 2 ¹⁾	Beton, Bogen		47	3	1962
Talbingo	Stein und Erde		160	910	1971
Jounama ¹⁾	Stein und Erde		43	43	1968
Blowering	Stein und Erde		112	1610	1968

¹⁾ Ausgleichbecken

Tabelle 2. Die Tumut-Kraftwerkskette

Kraftwerk	Gefälle m	Inst. Leistung MW	Jahresarbeit GWh	Inbetrieb- nahme Jahr
Tumut 1	290	320	900	1959
Tumut 2	260	280 (4 × 70)	780	1962
Tumut 3	150	1500 (6 × 250) ¹⁾		1972
Blowering	40-90	80		1969
Gesamt		2180		

¹⁾ Darunter drei Pumpspeicheraggregate

vierten Kraftwerk ausgenutzt und ins Murrumbidgee-Tal für Feldbewässerung abgegeben. Die Speicher des Tumut-Systems stellen eine regelbare Wassermenge von 1,4 Gm³ den Bewässerungsanlagen zur Verfügung, wobei die installierte Leistung der Kraftwerkskette 2,0 GW übertrifft. Die Staudämme und Kraftanlagen sind in den Tabellen 1 und 2 aufgeführt.

Die Kraftwerke Tumut 1 und 2 befinden sich im Hochgebirge und sind im Untergrund errichtet worden. Die Betonmauer des Tumut-1-Speichers und das Kavernen-Maschinenhaus sind in den Bildern 6 und 7 dargestellt. Da der Wasserspiegel in den Tumut-1- und Eucumbene-Speichern sich auf ungefähr gleicher Höhe befindet, kann der Wasserfluss im Eucumbene-Tumut-Tunnel je nach dem Dargebot in die eine oder die andere Richtung strömen; so wird das überschüssige Wasser in den Jahreszeiten, wenn der Zufluss aus dem Tooma-Fluss den Wasserbedarf der Kraftwerkskette übertrifft, durch den Tunnel in den Eucumbene-See eingeleitet und für spätere Nutzung aufbewahrt.

Der Unterlauf des Tumut-Flusses führt durch ein flacheres Gelände, wo die Talsperren in dem allmählich weiter werdenden Flusstal ausgedehnte Staubecken bilden. Hier befindet sich das grösste Kraftwerk des Systems – das Tumut-3-Werk, welches bis 1974 fertiggestellt werden soll. Es wird mit einer Endleistung von 1500 MW zur Spitzenleistung dienen und wird drei Pumpenaggregate enthalten. Das Kraftwerk befindet sich an einer Flussschleife, wo der Fluss mittels eines 160 m hohen Stein- und Erddamms aufgestaut worden ist. Durch diesen Damm entsteht das Talbingo-Staubecken, welches zur Spitzendeckung dienen wird. Die Auffüllung des Staubeckens soll plangemäss im Jahre 1971 angefangen werden. Das Kraftwerkhaus befindet sich am unteren Ende der Flussschleife; Wasser wird dem Kraftwerk durch einen 950 m langen und 90 m tiefen Zuleitungskanal und danach durch sechs 500 m lange Druckrohre (5,6 m Ø) zugeführt werden. Der Zuleitungskanal und der Überlauf sind im Gestein ausgehauen worden. Die Maschinenanlage wird sechs Turbosätze von je 250 MW bei einer Fallhöhe von 155 m enthalten. Drei Aggregate werden Speicherpumpen für je 100 m³/s antreiben, welche während der Schwachlaststunden eine Leistung von rund 500 MW aus dem Verbundnetz beziehen werden. Statt der in letzter Zeit bevorzugten, umkehrbaren Pumpenturbinen wurde hier eine Anordnung mit getrennter Turbine und Pumpe, Bild 8, ausgewählt, wobei diese entkuppelt werden kann. Das Kraftwerk Tumut 3 kann auch als eine rotierende Reserve und zur Erzeugung von Scheinleistung für das Energiesystem während der Schwachlastzeiten dienen.

Unterhalb des Kraftwerks Tumut 3 ist ein Ausgleichspeicher mittels des Jounama-Staudamms errichtet worden, der als Wasservorrat für die Pumpenaggregate dienen wird. Während der Niedrigwassersaison wird das Wasser in den Schwachlaststunden diesem Speicher entnommen und in den Talbingo-Speicher zurückgepumpt; es kann in der Spitzenlastzeit verwertet werden und die verfügbare Spitzenleistung des Kraftwerks entsprechend erhöhen. Die ersten Aggregate des Tumut-3-Werks sollen im Jahre 1972 in Betrieb gesetzt werden und alle Maschinen im Jahre 1975 Energie liefern.

Die Blowering-Stufe (Bild 9) bildet das Ende der Stau-stufenkette. Der 112 m hohe Stein- und Erddamm schafft hier einen Speicher mit einem Wasservorrat von 1,6 Gm³, der zur geregelten Wasserlieferung an die Feldbewässerungsanlagen dienen wird. Am Damm ist ein verhältnismässig kleines Wasserkraftwerk (rechts im Bild) mit einem einzigen 80-MW-

Schluss siehe Seite 616

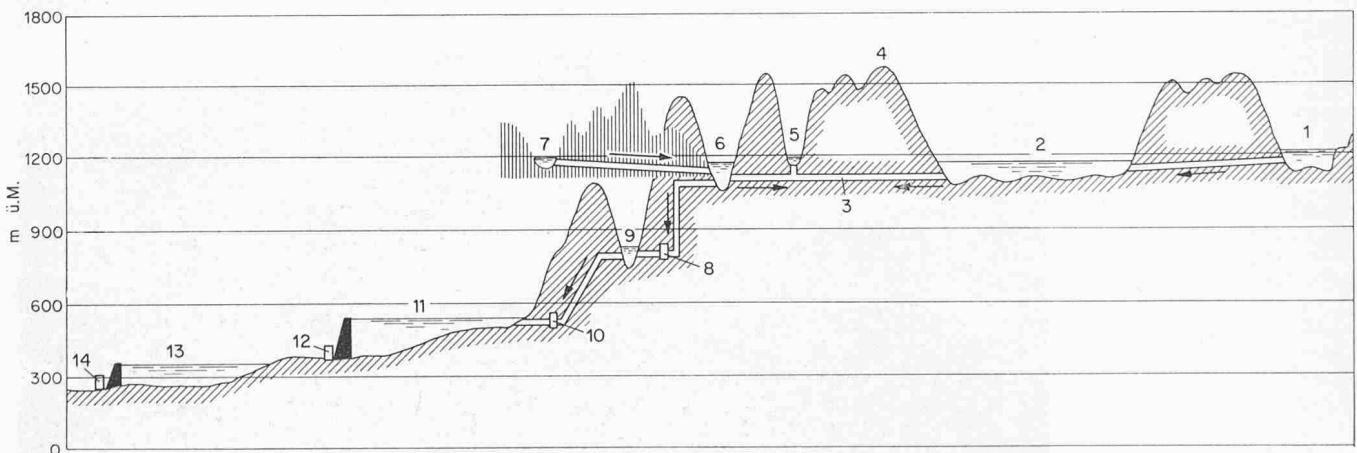


Bild 5. Schematisches Längsprofil des Tumut-Systems

- | | | | |
|--------------------------|--|----------------------------|------------------------|
| 1 Tantagora-Speicher | 4 Great Dividing Range (Wasserscheide) | 7 Tooma-Speicher | 11 Talbingo-Speicher |
| 2 Eucumbene-See | 5 Happy-Jacks-Speicher | 8 Kraftwerk Tumut 1 | 12 Kraftwerk Tumut 3 |
| 3 Eucumbene-Tumut-Tunnel | 6 Tumut-Speicher | 9 Tumut-2-Ausgleichsbecken | 13 Blowering-Speicher |
| | | 10 Kraftwerk Tumut 2 | 14 Kraftwerk Blowering |



Bild 7. Blick in das Untergrund-Maschinenhaus des Tumut-2-Kraftwerkes. Leistung 4×70 MW. Die Felswand der Kaverne ist hinter der Säulen sichtbar

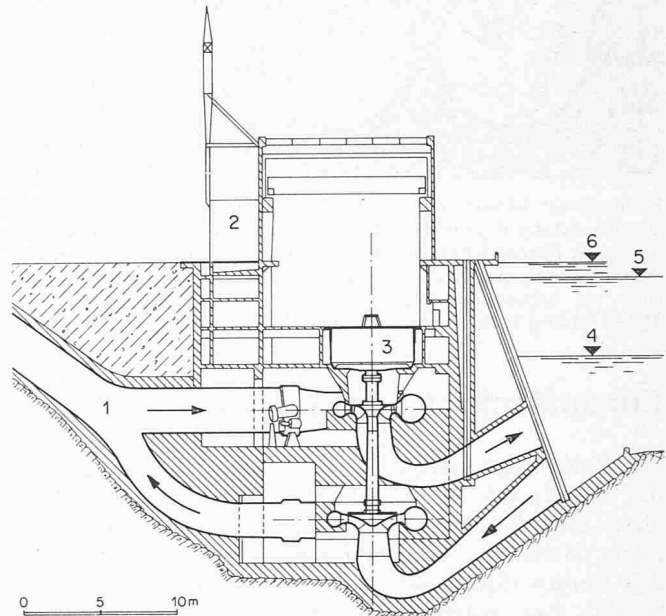


Bild 8. Schnitt durch die Maschinenanlage des Kraftwerkes Tumut 3 (Pumpspeicheraggregat)

- 1 Druckrohre
- 2 Transformatorengalerie
- 3 Generator

- Unterwasserspiegel:
- 4 Niedrigwasser
 - 5 Hochwasser
 - 6 Flutwasser

Maschinensatz errichtet worden. Die Wahl einer so auffällig niedrigen Leistung ist durch die Betriebsweise dieser Mehrzweckanlage begründet worden: aus dem letzten Speicher der Staustufenkette muss Wasser nach den Bedürfnissen der Bewässerung regelmässig entnommen werden, weshalb das Kraftwerk als ein Spitzenwerk nicht arbeiten kann und seine Leistung entsprechend der gleichmässigen Wasserentnahme bemessen worden ist.

4. Das Murray-System

Eine zweite, südlich gelegene Staustufenkette fängt ebenfalls am Eucumbene-See an, Bild 10. Auch hier wird Wasser dem Speicher mittels eines grossen Tunnels entnommen; es überquert die Wasserscheide des Hochgebirges und wird danach über eine Staustufenkette in den Murray-Fluss hineingeleitet. Eine Staumauer am Jindabyne staut den Snowy-Fluss abwärts vom Eucumbene-See auf und schafft einen zusätzli-

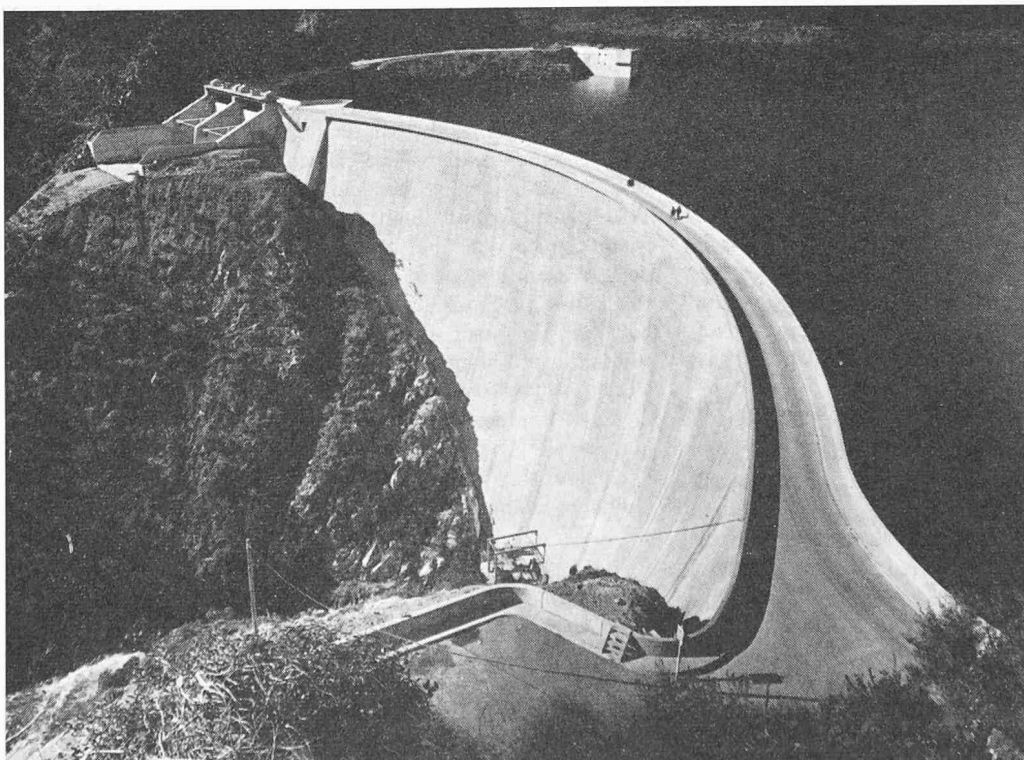


Bild 6. Die Betonmauer des Tumut-1-Speichers

chen Speicher. Da aber der Wasserspiegel im Jindabyne-Staubcken erheblich niedriger als der Eucumbene-Snowy-Tunnel liegt, wird das Wasser rund 230 m hochgepumpt und durch einen 10 km langen Tunnel bei Island Bend in das Hauptsystem eingeleitet.

Eine wichtige Rolle in der Wasserregelung des Systems spielt der Eucumbene-Snowy-Tunnel, in welchem der Wasserstrom je nach der Wasserbilanz in der einen oder der anderen Richtung fliesst. Während der Schneeschmelze, wenn der Zufluss am Island-Bend den Bedarf der Kraftwerkskette übersteigt, wird der Wasserüberschuss in den Eucumbene-See geleitet und dort für die trockene Jahreszeit aufgespeichert. Auch von den Staubecken auf den Nebenflüssen – Kosciusko, Guthega und Geehi – erhält das System zusätzliches Wasser. Dieses gelangt durch den Snowy-Geehi-Tunnel (14,5 km lang, 6,7 m \varnothing) an die steilen westlichen Abhänge des Gebirges und verrichtet dort Arbeit in den zwei grossen Kraftwerken Murray 1 und 2. Das von den Kraftwerken ungleichmässig abfliessende Wasser wird im Khancoban-Ausgleichsspeicher aufgefangen und von dort regelmässig in den Murray-Fluss abgegeben, so dass es zur Feldbewässerung des Flusstals wirksam eingesetzt werden kann. Das Snowy-System bringt in den Murray-Fluss jährlich eine zusätzliche Wassermenge von rund 1,0 Gm³.

Die Staudämme und Kraftwerke des Murray-Systems sind in den Tabellen 3 und 4 aufgeführt. Zwei ursprünglich geplante Staustufen auf den Nebenflüssen Kosciusko und Windy Creek sind später aus wirtschaftlichen Gründen von dem Bauprojekt weggelassen worden.

Die grösste dieser Kraftanlagen ist das Wasserkraftwerk Murray 1, Bilder 11 und 12. Es enthält 10 Turbosätze von je 95 MW und nutzt eine Fallhöhe von rund 500 m aus. Obgleich bei so hohem Gefälle üblicherweise Peltonturbinen eingesetzt werden, wurden in diesem Kraftwerk Francis-Turbinen vorgesehen, weil deren höhere Drehzahl die Abmessungen und die Kosten der elektrischen Generatoren vermindert. Das Wasser wird dem Kraftwerk vom Geehi-Speicher mittels eines 12 km langen Tunnels (7 m \varnothing) und drei 1,6 km langen Druckrohren zugeleitet. Das von dem Kraftwerk abgeführte Wasser gelangt in den verhältnismässig kleinen Murray-2-Speicher, welcher nur als Ausgleichsvorrat zwischen den beiden Kraftwerken dient. Von hier aus wird es durch einen 12,5 km langen Tunnel und zwei Druckrohre (1,5 km lang, 4,5 m \varnothing) dem

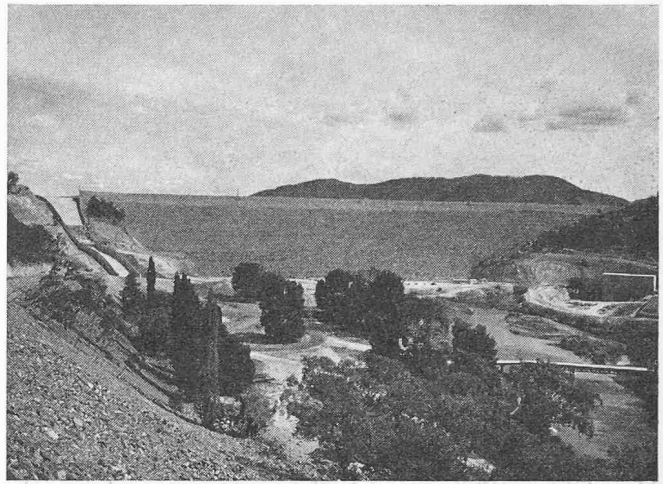


Bild 9. Der Blowering-Staudamm von der Unterwasserseite aus gesehen. Links der Überlauf, rechts das Kraftwerksgebäude

Werk Murray 2 zugeführt. Dieses wurde im Jahre 1969 in Betrieb genommen; es enthält vier Turbosätze von gesamt 550 MW, ausgerüstet mit Francis-Turbinen. Dieses Werk wird die Kraftwerkskette abschliessen und das verarbeitete Wasser in den Khancoban-Ausgleichsspeicher abgeben, von wo es gemäss dem Bewässerungsbedarf in den Murray-Fluss abgeleitet werden wird, Bild 13.

Ein wichtiges Glied des Murray-Systems ist die Jindabyne-Staustufe mit dem angeschlossenen Pumpwerk. Ein 72 m hoher Erddamm staut hier den Snowy-Fluss auf. Das aufgespeicherte Wasser wird ins Murray-System mittels einer Pumpenanlage eingespeist; diese enthält zwei Pumpenaggregate von zusammen 80 MW, welche 26 m³/s Wasser 230 m hoch heben und durch einen 10 km langen (4,3 m \varnothing) Tunnel in den Island-Bend-Ausgleichsspeicher einleiten. Das hochgepumpte Wasser gelangt entweder unmittelbar in die Kraftwerkskette oder im Falle eines Wasserüberschusses in den Eucumbene-See.

5. Die wirtschaftlichen Auswirkungen

Das Ziel des Snowy-Mountains-Flussausbaus war die Förderung der volkswirtschaftlichen Entwicklung der dicht besiedelten Gebiete im Südosten Australiens. Die zwei Grund-

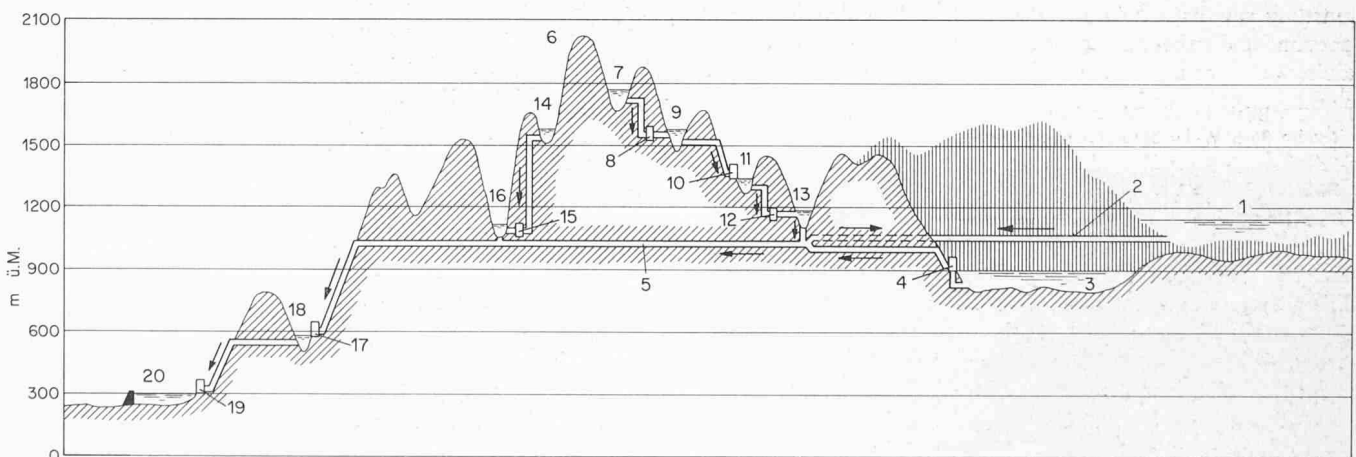


Bild 10. Schematisches Längsprofil des Murray-Systems. Die Kraftwerksanlagen bei Kosciusko, Windy Creek und Muniyans wurden aus wirtschaftlichen Überlegungen weggelassen

- | | | | |
|--------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 Eucumbene-See | 7 Kosciusko-Speicher | 12 Kraftwerk Muniyang | 18 Murray-2-Ausgleichs- |
| 2 Eucumbene-Snowy-Tunnel | 8 Kraftwerk Kosciusko | 13 Island-Bend-Speicher | speicher |
| 3 Jindabyne-Speicher | 9 Guthega-Ausgleichsspeicher | 14 Windy-Creek-Speicher | 19 Kraftwerk Murray 2 |
| 4 Pumpstation | 10 Kraftwerk Guthega | 15 Kraftwerk Windy Creek | 20 Khancoban-Ausgleichs- |
| 5 Snowy-Geehi-Tunnel | 11 Muniyang-Ausgleichs- | 16 Geehi-Speicher | speicher |
| 6 Wasserscheide | speicher | 17 Kraftwerk Murray 1 | |

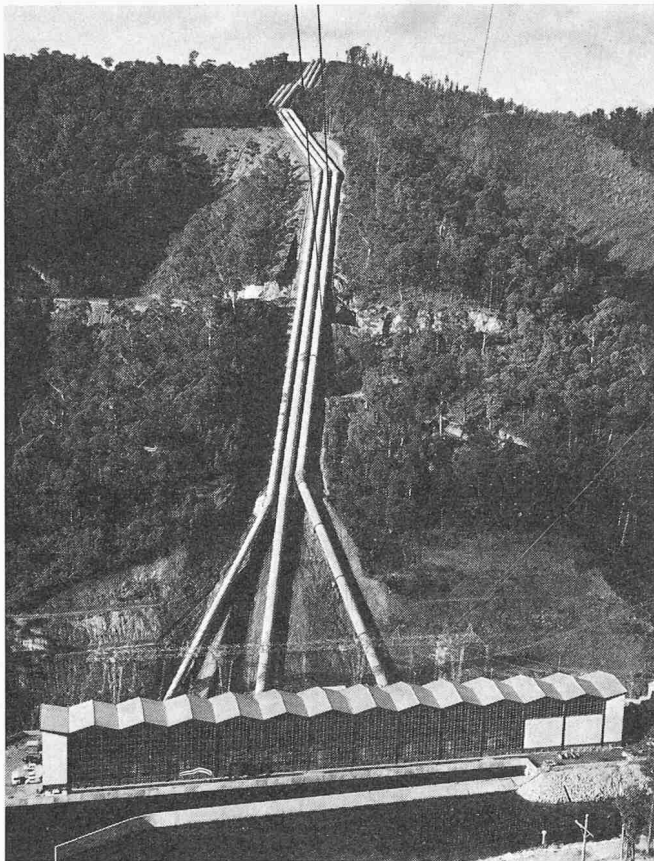


Bild 11. Die Kraftwerksanlage Murray 1. Fallhöhe 500 m, installierte Leistung 950 MW. Bemerkenswert ist die eigenartige bauliche Gestaltung des Maschinenhauses

aufgaben des Projekts sind Feldbewässerung und Energie-lieferung. Wasserbeschaffung gehört zu den wichtigsten wirtschaftlichen Problemen Australiens, weil es der wasserärmste Kontinent der Welt ist. Die durchschnittliche Niederschlagsmenge erreicht hier 420 mm/Jahr, wogegen der Durchschnittswert der Welt 660 mm/Jahr beträgt. Nur ein schmaler Streifen entlang der östlichen Ozeanküste erhält eine Niederschlagsmenge, welche eine intensive Landwirtschaft ermöglicht. Der grösste Teil des Kontinents ist ein Wüstenland mit einer Niederschlagsmenge unter 250 mm/Jahr, wobei starke Verdunstung die Austrocknung des Bodens beschleunigt. Eine sparsame und zweckmässige Bewirtschaftung der vorhandenen

Bild 12. Blick in die Maschinenanlage des Kraftwerkes Murray 1 mit zehn 95-MW-Turbosätzen mit Francis-Turbinen



Tabelle 3. Die Talsperren des Murray-Systems

Staustufe	Sperre Bauart	Höhe m	Staubecken Inhalt Mm ³	Inbetriebnahme Jahr
Geehi	Stein und Erde	92	21	1966
Jindabyne	Stein und Erde	72	680	1967
Island Bend ¹⁾	Beton, Schwerkraft	48	3	1965
Murray 2 ¹⁾	Beton, Bogen	43	2,5	1968
Guthega		34	2	1955
Khancoban	Stein und Erde	18	27	1965

¹⁾ Ausgleichsbecken

Tabelle 4. Die Kraftwerke des Murray-Systems

Kraftwerk	Gefälle m	Inst. Leistung MW	Jahresarbeit GWh	Inbetriebnahme Jahr
Murray 1	500	950 (10 × 95)	1450	1966
Murray 2	275	550 (4 × 137,5)	840	1969
Guthega	300	60 ¹⁾	150	1955
Gesamt		1560		

¹⁾ Soll später auf 90 MW erhöht werden

Wasserquellen ist daher eine dringende nationale Aufgabe. Aus diesem Grunde ist bei der Projektierung dieses Wasser-systems der Bewässerung der Vorrang gegenüber der Energie-versorgung gegeben worden. Trotzdem werden sowohl die Kapitalanlage wie auch die Betriebskosten des ganzen Fluss-systems ausschliesslich durch Einnahmen aus der Energie-lieferung gedeckt.

Die Kosten des Projekts werden 900 Mio \$ betragen. Das Baukapital ist von den Provinzen Victoria und N.S.W., der Regierung, wie auch von der Weltbank mit einem niedrigen Zinssatz ($\leq 5\%$) beschafft worden. Es soll durch die Einnahmen aus der Energielieferung zurückgezahlt werden, wogegen das Wasser für die Bewässerungszwecke als ein Nebenprodukt angesehen und den Verbrauchern kostenlos zur Verfügung gestellt wird. Die Bewässerung wird aber die landwirtschaftliche Produktion fördern und dadurch indirekt erhebliche volkswirtschaftliche Gewinne mit sich bringen. Man rechnet mit einem Jahreseinkommen aus der Energielieferung von 40 bis 50 Mio \$; nach der Deckung von Zinsen und Betriebsausgaben wird dieses Einkommen die Abschreibung der Anlagen innerhalb von 70 Jahren ermöglichen. Während dieser Zeit wird die Spitzenenergie für 0,9 cents/kWh geliefert werden. Nach dem Ablauf der Abschreibungsperiode, wenn die Energie bloss die laufenden Betriebs- und Instandsetzungskosten tragen wird, können die Energiekosten bis 0,1 cents/kWh herabgehen. Da der Kraftwerksbetrieb in grossem Masse automatisiert worden ist und deshalb nur wenig Betriebspersonal benötigt, werden die Energiekosten von dem Anstieg der Lebenskosten nur unwesentlich beeinflusst werden.

Die künstliche Bewässerung ist in den Murray- und Murrumbidgee-Flusstälern nichts Neues. Einige Gebiete waren hier schon seit mehreren Jahrzehnten bewässert. Die landwirtschaftlichen Flächen wurden nach dem Zweiten Weltkrieg besonders rasch erweitert, so dass im Jahre 1962 fast 900000 ha bewässert waren, wozu man jährlich eine Wassermenge von 4 Gm³ verbrauchte. Zur weiteren Erhöhung der landwirtschaftlichen Produktion mussten die verfügbaren Wassermengen aber vergrössert und gemäss den Bedürfnissen der Wachstumszeiten bereitgestellt werden. Das System wird für Bewässerungszwecke während eines normalen hydrologischen Jahres eine zusätzliche Wassermenge von 2,3 Gm³ zur Verfügung stellen. Dies wird eine Erweiterung der künstlich bewässerten Felder um ungefähr 250000 ha ermöglichen und

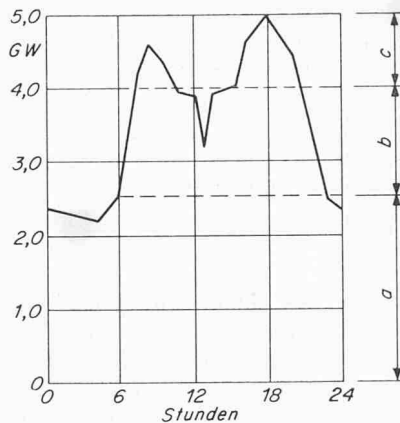


Bild 14. Tageslastkurve der Provinzen Victoria und New South Wales. Lastzonen: a Grundlast, b unterbrochene Tageslast (Mittellast), c Spitzenlast

den Wert der landwirtschaftlichen Produktion jährlich um 60 bis 70 Mio \$ erhöhen. Ausserdem werden sich in den betreffenden Gebieten neue, dicht besiedelte Ortschaften und Industrieanlagen entwickeln, wodurch man weiteren wirtschaftlichen Aufschwung voraussieht.

Die Produktion der elektrischen Energie hat in Australien während der Zeit von 1955 bis 1965 jährlich um 8,5% zugenommen. Die jährliche Energieabgabe der Kraftwerke übersteigt 35 TWh, was bei einer Einwohnerzahl des Kontinents von 11,4 Mio eine spezifische Energieproduktion von 3000 kWh/Jahr je Kopf ergibt. Da der Kontinent an Wasserkraftarm ist, werden rund 75% der elektrischen Energie in thermischen Kraftwerken erzeugt [10]. Deshalb müssen die Snowy-Mountains-Wasserkraftwerke mit thermischen Anlagen zusammenwirken, besonders weil in den Provinzen Victoria und N.S.W. reichliche Kohlen- und Braunkohlevorkommen vorhanden sind. Zur Verwertung dieser Vorräte sind in der Umgebung von Sydney und Melbourne grosse thermische Kraftanlagen errichtet worden, darunter Munroalth (4×350 MW), Liddell (4×500 MW), Hazelwood (8×200 MW), Yallourn (2×350

MW), welche vorwiegend die Grundlast decken müssen. In Zukunft werden zur Deckung der Grundlast Kernkraftwerke eingesetzt werden. Ausserdem können neue Entdeckungen von Gasfeldern dazu führen, dass zur Energieerzeugung auch Gas in grossem Masse herangezogen werden wird.

Die ausgedehnten Verbundnetze bedürfen einer erheblichen Spitzenleistung, Bild 14, die am günstigsten in Wasserkraftwerken bereitgehalten werden kann [11]. Deshalb wurden die regelbaren Kraftwerke dieses Systems zur Aufnahme der unterbrochenen Tageslastzonen und der Spitzenlast vorgesehen. Dazu müssen die Kraftwerke eine genügende Wasserreserve zur Überbrückung der Bedarfsschwankungen besitzen und in ihnen eine relativ grosse Maschinenleistung untergebracht werden [12]. Die Wasserkraftwerke des Systems erfüllen beide Forderungen. Mit einer installierten Leistung von 3,8 GW werden sie jährlich eine Energiemenge von 5,0 bis 5,3 TWh liefern, so dass die durchschnittliche Ausnutzungszahl der Maschinenleistung nur 1300 bis 1400 h/Jahr betragen wird; dies entspricht einem ausgesprochenen Spitzenbetrieb, wodurch die Lastverhältnisse der zusammenwirkenden Wasserkraftwerke entsprechend verbessert werden. Obwohl die Wasserkraftwerke normalerweise Spitzenenergie liefern werden, können sie bei Bedarf auch längere Zeit mit voller Auslastung fahren. Mit dem ständigen Anstieg des elektrischen Energiebedarfs nehmen aber die Lastspitzen entsprechend zu, weshalb eine weitere Erhöhung der Spitzenleistung rechtzeitig geplant werden muss. Ein wirtschaftlich günstiges Mittel zur Deckung grosser Lastspitzen sind Pumpspeicherwerke; daher erwägen die Provinzen Victoria und New South Wales die Errichtung von Pumpspeicherwerken entweder im Snowy-Mountains-Gebiet oder in der Nähe der grossen Verbrauchszentren der Städte Sydney und Melbourne.

Die Energieproduktion des Snowy-Mountains-Kraftwerkssystems wird in den Provinzen Victoria und New South Wales verbraucht werden. Die Entfernung von den Kraftwerken bis zu den beiden wichtigsten Energieabnehmern – Sydney und Melbourne – beträgt rund 400 km. Zur Energieübertragung sind 330-kV-Fernleitungen samt Umspannwerken ausgebaut worden. Der Kraftwerksbetrieb wird in hohem Masse automatisiert, wobei die Überwachung und Fern-

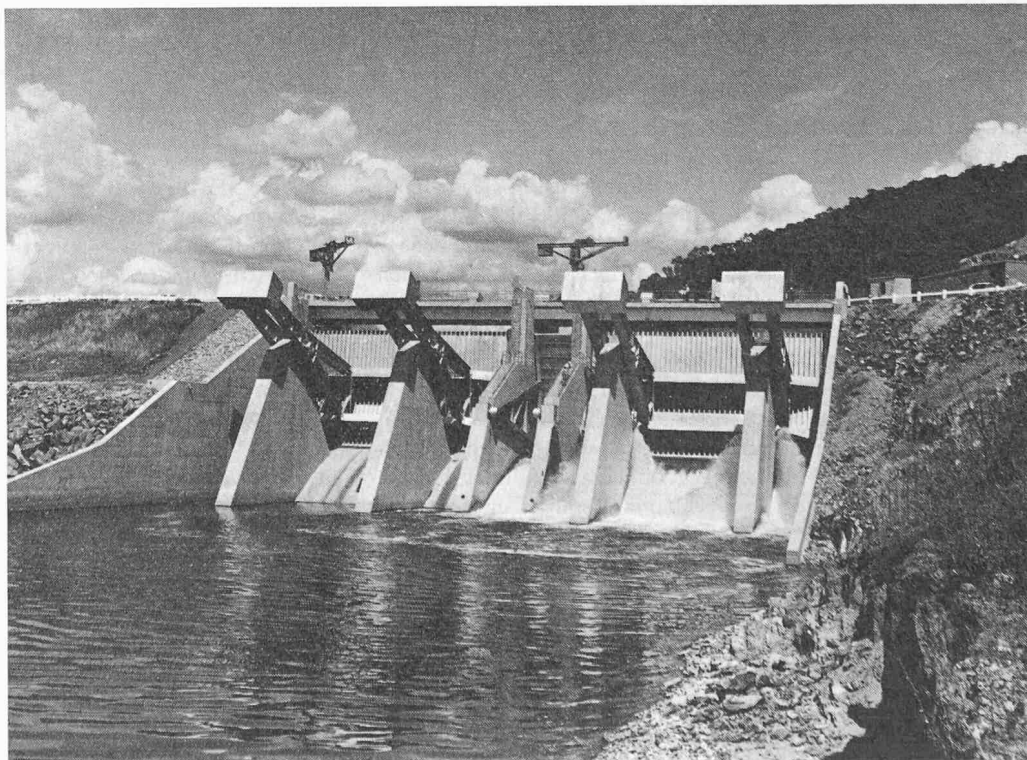


Bild 13. Die Wehranlage des Ausgleichsspeichers Khancoban

steuerung von besonderen Kontrollzentren aus erfolgen soll, welche mit der Lastverteilungszentrale der Energiesysteme der Provinzen Victoria und New South Wales verbunden sind. Die elektrische Ausrüstung fügt sich organisch in das einheitlich geplante hydraulische System hinein, wodurch das ganze Projekt als ein Musterbeispiel der allseitigen Ausnutzung von Naturschätzen bewertet werden kann.

Literaturverzeichnis

- [1] The Snowy Mountains Scheme. History of the Scheme, Irrigation Aspects, Electricity Generation. Snowy Mountains Authority, Cooma, N.S.W., 1965.
- [2] Water and Power from the Snowy Mountains Scheme. Ambassador Press, 1965.
- [3] Snowy Mountains Hydro-Electric Authority. 19th Annual Report, 1967-1968.
- [4] The Economic Benefits of the Snowy Mountains Scheme. Snowy Mountains Authority, 1966.
- [5] Evans, R.K.: New Power for Australia's Industrial Boom. «Power», 112 (1968), Nr. 3, pg. 65-68.
- [6] Diesendorf, W.: Snowy Mountains Scheme to Peak at 3700 MW. «Electrical World» 168 (1967), Nr. 10, pg. 31-34.
- [7] Evans, R.K.: Nature's Resources are Harnessed to Meet Power Demands «Down Under». «Power» 112 (1968), Nr. 5, pg. 76-80.
- [8] Morris, D.: Australia's Snowy Mountain Hydro-Project. «Power Engineering» 67 (1963), Nr. 3, pg. 53-55.
- [9] Kroms, A.: Der Mehrzweck-Flussausbau. «Technische Rundschau» 58 (1968), Nr. 25, S. 1-7.
- [10] Sykes, F.: The Development of the Public Electricity Supply Industry in Australia. World Power Conference, Madrid, 1960, Paper V/8.
- [11] Kroms, A.: Wasserkraftwerke in Energiesystemen verschiedener Leistungsstruktur. «OZE» 18 (1965), H. 10, S. 385-396.
- [12] Kroms, A.: Der Leistungsausgleich in Energiesystemen. «E und M» 83 (1966), H. 3, S. 177-186.

Adresse des Verfassers: A. Kroms, dipl. Ing., 30 Rockland Avenue, Malden, Mass. 02148, USA.

Umschau

Technische Gesellschaft Zürich. Der schlecht verbrannte Sechseläutenbögg von Zürich wirbelte uns mit nasskalten Böen auch am ersten Samstag im Mai um die Ohren, als die Fahrt mit zwei Cars der PTT nach Luzern begann. Vor dem Planetarium des Verkehrshauses in Luzern vereinigte sich die Schar der 44 Mitglieder und 20 Gäste zu einer faszinierenden Nachmittagsstunde unter dem Kreuz des Südens, unter wandernden Planeten und unterwegs zum Mond. Weiter ging unsere Fahrt nach Kastanienbaum, wo uns im wohligen warmen Seminarraum der Eidg. Hydrobiologischen Forschungsanstalt unser Mitglied, Prof. Dr. O. Jaag, begrüßte. An der Forschungsanstalt Kastanienbaum wird nicht nur in Laboratorien am Fortschritt der Wissenschaft gearbeitet, sondern auch die Ausbildung jener Fachleute gepflegt, die unseren Gewässerschutz in den Gemeinden fachtechnisch betreuen und die unsere Jugend in ihrer Erziehung zur Verantwortung gegenüber unseren Gewässern fördern sollen. Ungeachtet des Wetters liessen wir uns mit dem Nauen auf den See hinausfahren, um Bord an Bord mit dem Forschungsschiff uns von Herrn Dr. Ambühl einige praktische Versuche vorzeigen zu lassen. Im Restaurant Sonnenberg ob Kriens fanden sodann die Jahressitzung und das Rechenmahl statt. Der Vorstand wurde in seiner personellen Zusammensetzung bestätigt, jedoch entsprechend dem Wunsch unseres verdienten Präsidenten Dr. Hans Koenig jun. nach Entlastung als neuer Präsident Hans P. Hürlimann-Haefeli, dipl. Ing., gewählt. Er machte mit den Absichten des Vorstandes bekannt, durch eine stärkere Differenzierung der Wintervorträge einzelnen, besonders aktuellen Themen und Referenten ein noch zahlreicheres Publikum zuzuführen als bisher. Im Ver-

laufe des folgenden Essens erfolgte die Wahl von drei neuen Ehrenmitgliedern: Prof. Dr. h. c. J. Ackeret, Prof. Dr. h. c. Ed. Amstutz und Prof. Dr. h. c. A. von Zeerleder. Prof. Dr. O. H. C. Messner knüpfte in seiner Laudatio an viele persönliche Reminiszenzen an und hob die Verdienste der geehrten Mitglieder hervor, indem diese ungeachtet des hohen Niveaus ihrer wissenschaftlichen Kenntnisse und weltanschaulichen Erfahrungen unserer Gesellschaft immer wieder zur Verfügung standen. DK 061.2:62 TGZ

Schweizerische Zentrale für Handelsförderung. Am Donnerstag, 11. Juni 1970 fand in Lausanne unter dem Vorsitz von Dr. h. c. Fritz Hummler die 42. Generalversammlung statt. Bei seinen Ausführungen zum Problem der schweizerischen Beteiligung an Weltausstellungen wies er auf den Erfolg des Schweizer Pavillons in Osaka hin, hob jedoch hervor, dass es für die Zukunft weitere Lehren zu ziehen gelte. Er bemerkte, dass die früheren Zielsetzungen, wonach eine Weltausstellung ein Instrument der Wirtschaftspromaganda sein soll, heute keine Gültigkeit mehr besitzen, und unterstützte daher die Idee, eine ständige Koordinationskommission zu schaffen, die sich mit der allgemeinen Landeswerbung befasst. Diese Kommission, welcher die Handelszentrale ihre langjährige Erfahrung und ihre Fachkräfte zur Verfügung stellen könnte, hätte insbesondere die Aufgabe, bei der Planung und Vorbereitung schweizerischer Beteiligung den spezifischen Interessen der Einwohner des Organisationslandes für bestimmte Aspekte unseres Landes Rechnung zu tragen. So könnte der Akzent je nach dem auf das politische, wirtschaftliche oder kulturelle Leben gesetzt werden. Die beiden Tagesreferenten, Nationalrat Pierre Freymond und Dr. Frédéric Walthard, Generalsekretär des eidg. Volkswirtschaftsdepartements, befassten sich mit der Bedeutung der schweizerischen Präsenz im Ausland. Nationalrat Freymond wies darauf hin, dass es nicht nur darum geht, dem Ausland ein Bild der Schweiz zu vermitteln, sondern uns zuvor der eigenen Werte bewusst zu werden, menschliche Werte, die weiterhin Gültigkeit besitzen. Am Beispiel der Erfahrungen der «Swiss Industries Group» in den Vereinigten Staaten zeigte anschliessend Dr. Walthard, wie auch mit beschränkten Mitteln bei einer gezielten, dem menschlichen Wert der Qualitätsarbeit in den Mittelpunkt stellenden Gemeinschaftswerbung Erfolge erzielt werden können. — Auf Neuerungen in der Tätigkeit der Zentrale kommen wir zurück. DK 380.17

Die Kantonale Bauschule Aarau feierte am 30. Mai 1970 ihr 75jähriges Bestehen. Bei dieser Gelegenheit wurde bekanntgegeben, dass der Schweiz. Baumeisterverband und der Verband Aargauischer Baumeister im Begriff stehen, eine Stiftung «Pro Bauschule» zu gründen, deren Zweck es sein wird, der Schule die angemessenen Schulräume zu beschaffen. Da die Schule ständig wächst und die Anforderungen an die Absolventen und an die Schule wegen der raschen Entwicklung der Technik immer anspruchsvoller werden, sind zeitgemässe Räume, Laboratorien usw. unentbehrlich. Deshalb ist die Initiative der Baumeisterverbände ausserordentlich zu begrüßen. Die starke Vermehrung der Zahl der Anmeldungen zu den Aufnahmeprüfungen hat dazu geführt, dass die Polierschule seit dem Schuljahr 1969/70 mit sieben Parallelklassen in jedem Semester geführt wird. Die Bauführerschule wird vom Herbst 1970 an vier Parallelklassen umfassen. Aufgenommen werden in die Polierschule jene Kandidaten, die einen Fähigkeitsausweis als Maurer oder Zimmermann besitzen. Bauzeichner können aufgenommen werden, wenn sie sich darüber ausweisen, dass sie vor Beginn des ersten Semesters den Fähig-