

Der Donau-Schwarzmeer-Kanal

Autor(en): **Focsa, Vlad**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **78 (1986)**

Heft 1-2

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-940830>

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.

Der Donau-Schwarzmeer-Kanal

Vlad Focsa

Der im Mai 1984 eröffnete Kanal zwischen der Donau bei Cernavoda und dem Schwarzen Meer bei Constanza-Süd und im Agigea-Hafen verkürzt den Schifffahrtsweg über die Donaumündung, Sulina-Arm des Donaudeltas, um etwa 400 km.

Die Bauarbeiten hatten schon 1949 begonnen, wurden aber 4 Jahre später wieder eingestellt, weil die damaligen ökonomischen Möglichkeiten des Landes einen Bau nicht erlaubt hätten. Die Arbeiten wurden im Herbst 1975 wieder aufgenommen.

Technische Angaben

Der Kanal ist 64,2 km lang; er folgt teilweise der Trasse eines geomorphologisch uralten Tales von Cernavoda bis Poarta Alba und hat die etwa 70 m hohe Hügelbarriere nach der Schwarzmeerküste bei Constanza zu überwinden.

Die Kanalsohle ist in der Regel 70 bis 90 m breit. Die minimale Kanaltiefe ist 7,5 m, die normale Wasserfläche im Kanal steht im Mittel bei +7,5 m ü. SM (=Schwarzmeer-Niveau), mit einem geringen Gefälle gegen das Meer. Das Donau-Niveau bei Cernavoda schwankt zwischen etwa +4 m und +12 m.

Die Stauhöhe der unterhalb von Cernavoda projektierten Wasserkraftanlage könnte bis 19 m ü. SM erreichen, so dass die beiden Kanaleintrittschleusen bei Cernavoda die Flussstandschwankungen zwischen +4 und +19 m zu überwinden hätten. Die beiden Schleusen am Kanalende haben nur 7,5 m Niveau-Unterschied zwischen dem Kanalwasserstand und dem Meeresniveau zu überwinden. Sie verhindern zugleich den Eintritt von Salzwasser in den Kanal.

Technische Daten der Schleusen: 310 m Länge, 25 m Breite, 6 m Wassertiefe über dem Drempe; vorgesehen für die Schließung von Schubverbänden von $6 \times 3000 \text{ t} = 18\,000 \text{ t}$, Schließungsdauer 45 bis 50 Minuten, jährliche Verkehrskapazität 75 Mio t. Hubtore am Schleusenoberhaupt und Stemmtoore am Unterhaupt.

Der Kanal ist als Durchgangswasserweg gedacht. Dennoch wurden Häfen zwischengeschaltet. Der erste Hafen liegt bei

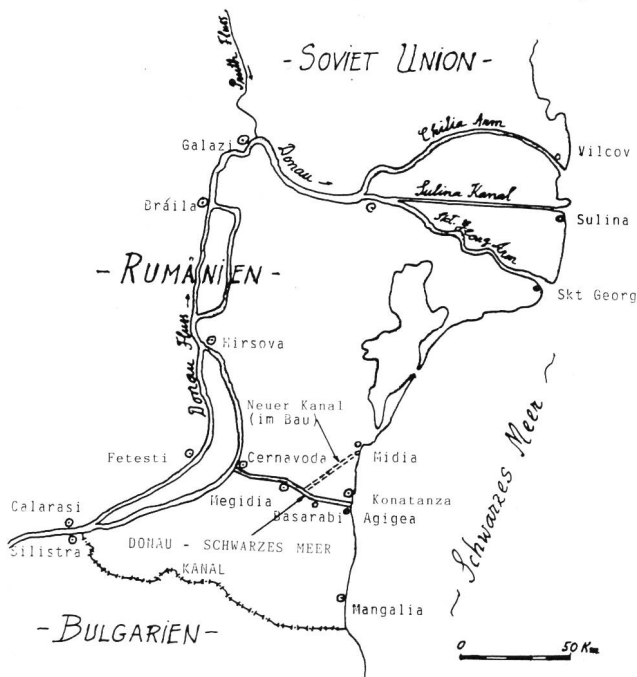


Bild 1. Übersichtsskizze des neuen Donau-Schwarzmeer-Kanals (eröffnet im Mai 1984).

Cernavoda, seine Umschlagskapazität von 1 Mio t/Jahr kann später auf 7 Mio t/Jahr erhöht werden. Der zweite Hafen bei Medgidia wurde für 11,5 Mio t/Jahr ausgebaut. Medgidia ist ein Industriezentrum, besonders für Zementproduktion und auch Maschinenbau. Ein dritter Hafen wurde bei Basarabi mit etwa 1 Mio t/Jahr insbesondere auch als Stützpunkt für die Kanalunterhaltsflotte gebaut. Der Hafen von Constanza-Nord kann zurzeit vollgeladene Schiffe bis zu 65 000 t aufnehmen und bewältigte im Jahr 1983 einen Verkehr von 21 Mio t. Der an der Kanalmündung im Bau befindliche Hafen von Constanza-Süd (Agigea), der teilweise schon in Betrieb ist, kann Schiffe bis 160 000 t fassen (Tanker, Erze, Kohle, Getreide, usw.). Es sind 13 Kais vorgesehen, sowohl für Güter als auch für Passagiere.

Für die Speisung des Kanals sowie die betriebenen und geplanten Bewässerungsprojekte wurde bei km 4 des Kanals eine Pumpstation mit $225 \text{ m}^3/\text{s}$ errichtet, davon sind $160 \text{ m}^3/\text{s}$ für die Bewässerung von 220 000 ha, $50 \text{ m}^3/\text{s}$ für die Schifffahrt und $10 \text{ m}^3/\text{s}$ für die kommunale und industrielle Wasserversorgung vorgesehen.

Im August 1983 begannen die Arbeiten für einen weiteren 26 km langen Kanal, der von km 35 des Kanals Cernavoda-Agigea nach dem neuen Hafen von Midia führt; er besitzt dieselben Ausbaunormalien wie der Donau-Schwarzmeer-Kanal und soll 1987–1988 in Betrieb genommen werden. Es sind je zwei Schleusen vorgesehen, am Kanalanfang bei km 35 und beim Eintritt in den Hafen von Midia.

Die Arbeitsvolumina für diese neue Kanalstrecke umfassen 86 Mio m^3 Aushub, 1,5 Mio m^3 Betonarbeiten und 5300 t Stahlkonstruktionen.

Arbeitsvolumina

Der Aushub betrug etwa 300 Mio m^3 , davon waren etwa $\frac{1}{3}$ Kalkstein, Kreide und Mergel. Die Aushubtiefe reichte bis 70 m. Die Betonarbeiten summierten sich auf 4,5 Mio m^3 ; der grösste Teil für die Schleusen, Betonbrücken und Stützmauern.

Zum Vergleich betrug der Aushub beim 81 km langen Panamakanal nur etwa die Hälfte (160 Mio m^3), und die Betonarbeiten 3,9 Mio t. Die Ausführung dauerte 28 Jahre. Bei dem 164 km langen Suez-Kanal wurden 275 Mio m^3 ausgehoben. Beim Donau-Schwarzmeer-Kanal wurden nur für die Schleusen und Vorhäfen 1 Mio m^3 Beton und 50 000 t Baustahl verwendet. Für die Schleusen von Cernavoda musste grösstenteils Fels ausgehoben werden. In einer 400 m langen, 120 m breiten Baugrube von 60 m Tiefe betrug das gesamte Aushubvolumen 5,5 Mio m^3 .

Es wurden 7,2 Mio m^3 Böschungen mit Steinschüttungen gesichert sowie 45,9 km Stützmauern gebaut.

Die eingebauten verschiedenen Stahlkonstruktionen für Schleusen, Pumpstation usw. betragen 24 000 t und für Stahlbrücken 11 000 t. Es wurden 150 km Strassen verlegt, sowie 80 km Eisenbahnstrecken umgebaut oder modernisiert. Für die Wasserleitungen und Dränagen sind 350 km Asbestzementrohre und fast $\frac{1}{2}$ Mio m^2 Asbestplatten verlegt worden.

Es wurden 36 neue Brücken gebaut, davon 7 wichtige grosse, zum Beispiel die für Strassen und zugleich Eisenbahn bei Cernavoda, mit einer Länge von 571 m und grösster Öffnung von 81 m; die Strassenbrücke bei Medgidia über den Kanal mit 689 m Gesamtlänge und einer Mittelöffnung von 131 m. Nahe unterhalb des Kanaleintrittes befindet sich die neue Donaubrücke für doppelgleisige Eisenbahn und zweispurige Autobahn; die Brücke wird 1985 in Betrieb genommen. Sie ersetzt die alte, am Ende des 19. Jahrhunderts gebaute Donaubrücke Fetesti-Cernavoda, die damals längste Brücke Europas.

Fragen des Umweltschutzes

Die Entscheidung, den Kanal zwischen Cernavoda und Constanza zu bauen, enthält für sämtliche interessierten Wirtschaftszweige die Forderung, bei Verfolgung ihrer berechtigten Interessen die natürliche Umwelt sowenig wie möglich zu beeinträchtigen und jede Gelegenheit zu ihrer Förderung wahrzunehmen.

Bei Ausarbeitung der Planunterlagen ist für die verschiedenen einzelnen Vorhaben eine grössere Anzahl von wissenschaftlichen Forschungsinstituten und Projektbureaus beteiligt gewesen. Die Eingliederung des Kanals in die territorialen Entwicklungspläne der betroffenen Landstriche und in die Pläne für den Umweltschutz hatte seitens der mit Ausarbeitung der Projektunterlagen für den Kanalbau beauftragten Koordinationsgruppe in Zusammenarbeit und im Einverständnis mit den Vertretern der Forschungsinstitute und Amtsstellen zu erfolgen. Unter den in Anspruch genommenen Fachleuten befanden sich Städteplaner, Soziologen, Landschafts- und Gartenarchitekten, Land- und Forstwirtschaftler, Biologen, Naturwissenschaftler, Betriebswirte, Archäologen u. a. Die zur Ausführung vorgeschlagenen Lösungen hatten, neben den technischen und wirtschaftlichen Erfordernissen, zugleich sozialen, ökologischen und ästhetischen Belangen zu entsprechen. Innerhalb der Arbeitsgruppen begegneten sich oft gegensätzliche Meinungen. Was im Verlauf der Verhandlungen zwischen den an zugleich technisch, wirtschaftlich und ökologisch annehmbaren Lösungen interessierten Vertretern am schwierigsten zu erreichen war, bestand in einer, in jedem einzelnen und eigenartigen Fall, eindeutigen Formulierung der anzuwendenden Massnahmen. Meistens konnten Kompromisslösungen erst im Verlauf der Ausarbeitung von Ausführungsplänen, in einigen Fällen sogar erst während der Ausführung der Bauarbeiten erzielt werden. Des öfteren waren auf diese Weise zusätzliche Kosten gegenüber den anfänglich in Betracht gezogenen Lösungen zu tragen.

Zwei Abschnitte des Kanals standen im Vordergrund bei den durch Umweltfragen innerhalb der Arbeitsgruppen ausgelösten Streitfällen. Der erste Abschnitt, der schwerwiegende Entscheidungen erheischte, war das sich zwischen Cernavoda und Medgidia hinziehende Tal Carasu von etwa 30 km Länge. Das sumpfige Tal wurde in Normaljahren von den Frühjahrshochwassern der Donau überflutet, und der Talboden trocknete nur in den Dürremonaten aus. Durch die Ausbaggerungen für den damals in Aussicht genommenen Kanal geringeren Ausmasses wurde der grösste Teil der Sümpfe beseitigt. Die geringen, beim Bau des Kanals 1950 übriggebliebenen Sumpfareale stehen, bei den neuen Ausmassen des Kanals, 7 m unter Wasser. Das Tal wurde als nichtschutzwürdiger Vogelnistplatz betrachtet angesichts des unweit gelegenen Donaudeltas, das als Vogelparadies bezeichnet werden kann.

Der zweite empfindliche Eingriff in die Landschaft, die der Bau des Kanals bedingt hat, besteht im 70 m tiefen Einschnitt in den Bergrücken des Abschnitts Basarabi–Constanza. Dieser Einschnitt bedeutet keine Beeinträchtigung des biologischen Bereichs, sondern stellt lediglich eine ästhetische Verletzung des Landschaftsbilds dar. Es wurde bereits bei den ersten Phasen der Planung vorgesehen, auf den entstehenden Hängen unregelmässige Stufen, Böschungen, Bühnen und Terrassen anzulegen und diese durch geeignete Bepflanzung in eine abwechslungsreiche und ansprechende Landschaft umzuwandeln. Das in Aussicht genommene Landschaftsbild wird sich allerdings erst in einigen Jahre einstellen, wenn die Pflanzendecke die neuen Reliefformen vollständig eingekleidet hat.

Im sozialen und wirtschaftlichen Bereich hat der Bau des Kanals bereits seit Beginn der Arbeiten einen spürbaren Aufschwung in dem bis dahin wirtschaftlich wenig entwickelten und dünn besiedelten Gebiet hervorgerufen. Die vorhandenen Städte und Dorfsiedlungen konnten ihre Versorgungseinrichtungen ausbauen und ihre Einwohnerzahl verdoppeln; gleichzeitig wurden neue industrielle Betriebe angesiedelt.

Die langfristige Planung der Entwicklung des Gebiets und der Gemeinden haben zu einer neuen Systematisierung und Urbanisierung dieses Landesteils mit Berücksichtigung wirtschaftlicher, sozialer und ökologischer Erfordernisse geführt.

Die Ausführung

Zu Zeiten von Beschäftigungsspitzen sind bis 30 000 Leute tätig gewesen. Ein Teil davon waren Soldaten von Bau-Einheiten, die für die Anwendung mechanischer Baumaschinen trainiert wurden; ferner auch freiwillige Helfer der Jugendorganisationen, die wechselweise etwa 3 Monate bei den Arbeiten eingesetzt waren. Die grosse Masse der Arbeiten wurde von Staatsbauunternehmungen geleistet. Für die Arbeitsunterkünfte wurden 7 Wohnkolonien mit nötiger Ausrüstung erstellt. Es sind vier Hauptarbeitsbasen eingerichtet worden, ausgerüstet mit Betonfabriken, Werkstätten für Kraftfahrzeuge, Eisenkonstruktion, Asphaltbereitungsanlagen, Steinbrüchen, Betonaggregaten usw. Der Maschinenpark umfasste 150 Bagger mit bis 10 m³ Schaufelkapazität; 188 Bulldozer mit bis 360 PS; 72 Autograder; 177 Autokräne; 70 Tourenkräne; 4000 LKW von 16 bis 50 t, wovon einige dieselektrisch ausgestattete LKW, die 100 t Kapazität aufweisen; 16 Saugbagger; 17 Bandtransporteinrichtungen bis zu 5 km Transportweite usw. Der Schiffahrtsbetrieb auf dem Kanal und der Schleusenbetrieb ist automatisiert. Die 110 eingesetzten Fachleute arbeiten in drei Tagesschichten.

Wirtschaftlichkeit und Kosten

Die Investition für den Kanal ist bei den in den Ostländern verwendeten Baupreisen schwer aufzugliedern. Die gesamten Kanalkosten sind auf etwa 1,2 bis 1,4 Milliarden US-\$ zu schätzen.

Eine direkte Rentabilität für einen Kanalbau ist nicht einfach zu beweisen. Ein neuer Verkehrsweg dieser Grössenordnung bringt unbestrittene Vorteile für die künftige ökonomische und soziale Entwicklung des Landes und der Nachbarstaaten. Der Hauptnutzen ist die geplante Endverbindung dieses Schiffahrtskanals über die grossen schiffbaren Flüsse Donau und Rhein mit Meereshäfen von grosser Kapazität.

Die Donau mit einer Mittelwasserführung von 6300 m³/s bei Cernavoda ist ein weit grösserer Fluss als der Rhein, der an der Mündung im Mittel nur etwa 1000 m³/s aufweist. Die Donau ist unterhalb von Kelheim bereits für eine Fahrrinntiefe im Niederwasser von 2,2 m reguliert. Die geplante Flusskanalisierung der Donau durch eine zusammenhängende Kette von Wasserkraftanlagen würde ausserordentlich günstige Schiffahrtsbedingungen sowie gesicherten Tiefgang und geringe Wassergeschwindigkeit schaffen. Unterhalb von Belgrad besteht eine ständige Fahrrinntiefe von 2,5 m im Minimum. Oberhalb von Belgrad bis Kelheim wäre eine solche von etwa 2,5 m gesichert. Die Kanalverbindung zwischen Rhein und Donau wird in naher Zukunft eine transeuropäische Wasserstrasse von Rotterdam bis Constanza mit grosser wirtschaftlicher und politischer Bedeutung schaffen.

Eine bald zu erwartende Fährverbindung zwischen Constanza und den nördlichen Häfen der Türkei am Schwarzen Meer ist vorgesehen. Sowohl für Eisenbahnwagen als auch für LKW wird diese die Transporte nach dem Nahen Osten beträchtlich verbilligen.

Die Hauptaufgabe dieser neuen rumänischen Grossschiffahrtsstrasse war die Verkehrsverkürzung von 400 km von der Donau bis zum Hafen von Constanza und die damit erreichte Verbilligung der Transporte.

Eine besondere Motivation für den Kanalbau in Rumänien bilden die zwei modernen Stahlwerke in der Nähe von Cernavoda:

- erstens das Galazi-Stahlwerk, etwa 110 km unterhalb von Cernavoda mit derzeit 7 Mio t jährlicher Produktion, die in Kürze auf 10 Mio t gesteigert werden soll; ferner,
- das im Bau befindliche Stahlwerk Calarasi mit einer Anfangsjahreskapazität von 5 Mio t Stahl.

In beiden Stahlwerken werden importierte Eisenerze und Kohle verarbeitet, die mit Seeschiffen zugeführt werden.

Der kürzlich begonnene Bau eines 60 km langen Kanals von der Donau nach Bukarest (mit 2,2 Mio Einwohnern das grösste Industriezentrum des Landes) war eine weitere wirtschaftliche Motivation der Transportentwicklung auf dem Donau-Schwarzmeer-Kanal.

Ein weiterer Vorteil sind die neu gewonnenen Möglichkeiten, 220 000 ha in der Kanalzone zu bewässern. Zwar hätte diese Bewässerung durch Rohrleitungen, Pumpen und kleine offene Kanäle billiger durchgeführt werden können, aber man kann doch einen Teil der Investition für den Kanalbau auf die Bewässerung umlegen.

Adresse des Verfassers: *Vlad Focsa*, dipl. Bauing. ETHZ, 11 Strada Povernei, R-71124 Bukarest.

Laufraideinbau im Kraftwerk Schwarzhäusern

EW Wynau erneuert Turbinen und Generatoren

Im Kraftwerk Schwarzhäusern wird eine der vier über 60-jährigen Turbinengruppen erneuert. Die hoch beanspruchten Maschinenteile wie Turbinenrad, Welle und Leitschaukeln sowie beim Generator die Wicklung werden ersetzt. Für diese technische Erneuerung erteilten die Kantone Bern und Solothurn im Mai 1984 die Bewilligung in Form einer Plangenehmigung. Mit den laufenden Arbeiten wurde im Oktober 1985 begonnen, und Mitte Februar 1986 wird die Maschine wieder in Betrieb gehen. Das gleiche wiederholt sich für die zweite Maschine ein Jahr später. Bei der dritten und vierten Maschine müssen nur die Wicklungen der

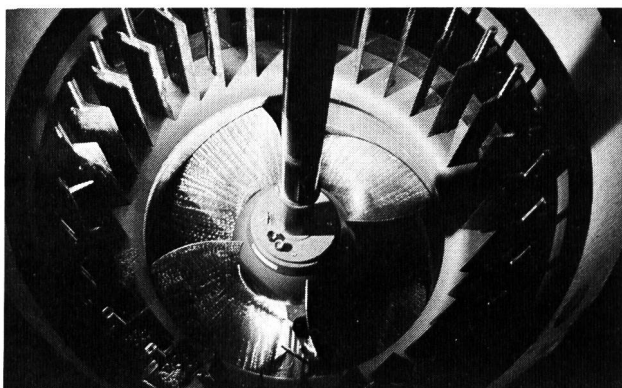


Bild 1. Die Propellerturbine mit einem Durchmesser von 3,6 m des Aarekraftwerks Schwarzhäusern wird nach über 60 Jahren Betriebszeit ersetzt.

Generatoren ersetzt werden. Diese Arbeiten sind im März/April 1986 und 1987 unter Ausnützung der kalten Jahreszeit mit geringer Aarewasserführung geplant. Der Verwaltungsrat der EWW hat die Ausführung aller dieser Arbeiten im Kostenbetrag von ca. 6,3 Mio Franken an die Maschinenfabrik Ateliers de Constructions Mécanique de Vevey SA und die Brown, Boveri, Baden, vergeben. Beide Firmen haben bereits in den Jahren 1923–1925 die ursprünglichen Maschinen für das Kraftwerk Schwarzhäusern geliefert.

Nach Abschluss dieser Arbeiten ist die Zentrale Schwarzhäusern bei normalem Unterhalt wieder für mehrere Jahrzehnte in einem betriebstüchtigen Zustand. Durch die Erneuerungen wird auch eine geringfügige Verbesserung des Wirkungsgrades erzielt.

Das Kraftwerk Schwarzhäusern wird bei einem Neubau der Zentrale Wynau erhalten bleiben. Mit den erneuerten Maschinen soll dannzumal das Hochwasser genutzt werden. Ausserdem werden sie während der Revisionszeiten der einen Hauptturbine im neuen Kraftwerk die Aareschleufe speisen.

Projets d'extension de la Grande Dixence SA

1. Grande Dixence aujourd'hui

Vingt ans après l'achèvement des travaux de construction, Grande Dixence reste l'aménagement hydro-électrique le plus important de Suisse pour l'énergie accumulée. 1,6 milliard de kilowattheures, le cinquième de l'énergie accumule derrière les barrages du pays, 45% de l'énergie accumule dans les lacs artificiels des montagnes valaisannes proviennent de cet aménagement.

L'idée de cet aménagement est émise pour la première fois officiellement dans une étude du Service fédéral des eaux en 1945. Elle mettra vingt ans pour se réaliser complètement par la société Grande Dixence SA, sur la base du projet de l'Energie de l'Ouest-Suisse SA.

Le barrage, principal élément de l'aménagement, est connu du monde entier. Avec ses 285 m, il reste le plus haut mur du monde. L'ouvrage a nécessité six millions de m³ de béton. C'est un barrage-poids qui permet d'accumuler 400 millions de m³ d'eau. La construction de tout le complexe Grande Dixence a duré de 1951 à 1965, et mis à contribution 3500 ouvriers, en majorité des Valaisans.

Ce que le grand public connaît moins, c'est le bassin versant de Grande Dixence et les ouvrages réalisés pour utiliser les eaux qui en proviennent. Celui-ci ne se limite pas au val des Dix où se trouve le barrage, mais s'étend des Mischabels au Mont-Blanc de Cheilon, de Zermatt à Arolla. Pour l'exploitation, un vaste réseau d'adduction qu'alimentent 200 km² de glaciers. A partir de 75 prises d'eau, 100 km de collecteurs amènent 350 millions de m³ d'eau des vallées d'Hérens et de Zermatt dans le lac artificiel du val des Dix.

En fait, l'emprise géographique de l'aménagement de Grande Dixence s'étend plus loin encore, dans la vallée voisine de Bagnes. Le turbinage en effet se fait sur deux paliers. Du barrage, une galerie et une conduite forcée amènent les eaux à la centrale de Fionnay – 6 groupes de 60 MVA et d'une puissance utile d'environ 50 000 kW chacun – puis celles-ci suivent une nouvelle galerie en charge et un puits blindé qui les conduisent à la centrale de Nendaz, au niveau du Rhône, face à Chamoson. C'est la plus grande centrale électrique de Suisse – 6 alternateurs de 80 MVA, d'une puissance utile d'environ 67 000 kW. Elle est construite entièrement dans le rocher.