

Wasserkraftanlagen in den Ost- und Westalpen und im Massif Central

Autor(en): **Gut, Walter**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **74 (1956)**

Heft 43

PDF erstellt am: **20.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-62728>

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.

Wasserkraftanlagen in den Ost- und Westalpen und im Massif Central

DK 621.29

Von Ing. S. I. A. Walter Gut, Elektro-Watt AG., Zürich

Fortsetzung von S. 523

c) Kraftwerke an der Durance [43, 44, 45], Bild 49

Ein grosszügiger Ausbau der Durance, des grössten Zuflusses der Rhone und Träger des Lebens eines grossen Teiles der Provence (Einzugsgebiet über 15 000 km²) ist geplant und wird zur Ausführung vorbereitet. Die Quelle des 300 km langen, wilden Flusses liegt oberhalb des Städtchens Briançon auf rd. 2000 m ü. M. in der Nähe der italienischen Grenze. Sein grösster Zufluss ist der Verdon mit einem Einzugsgebiet von 2218 km², der von links aus dem Gebiet des Col d'Allos (2250 m ü. M.) kommt.

Die obersten 70 km des Flusses bis zur Mündung des Ubaye auf rd. 680 m ü. M. werden «Haute Durance» genannt. 34 % der auf ungefähr 10 Mia kWh veranschlagten gesamten ausbauwürdigen rohen Wasserkraft liegen in diesem Abschnitt. Die «Moyenne Durance» bis zur Einmündung des Verdon auf rd. 260 m ü. M. ist 130 km lang, das mittlere Gefälle ist 3,2 ‰, und 34 % des Energie-Potentials liegen in diesem Sektor. Aber auch die letzten 100 km bis zum Zusammenfluss mit der Rhone unterhalb Avignon, die «Basse Durance», weisen immer noch ein Gefälle von 2,7 ‰ auf und umfassen 21 % der vorhandenen Rohenergie. Die übrigen 11 % der Möglichkeiten zur Gewinnung von Energie aus Wasserkraft liegen am Verdon.

Die Haute Durance ist ein alpines Gewässer, das von den Gletschern des Massif du Pelvoux (Meije, les Ecrins) und einem Einzugsgebiet mit 600 bis 2000 mm Niederschlägen im Jahr gespeisen wird. In der Moyenne Durance machen sich die Herbst- und Winterregen ausgleichend bemerkbar (600 bis 800 mm Niederschläge im Jahr), während in der Basse Durance (etwa 600 mm Niederschläge im Jahr) den Kleinstabflüssen von 45 m³/s Hochwasser von 3000 bis über 6000 m³/s gegenüberstehen. Die Tab. 24 gibt nähere diesbezügliche Aufschlüsse.

Die mittlere jährliche Abflussmenge in Serre Ponçon ist 88 m³/s bzw. 0,77 m Abflusshöhe; in Cadarache sind es 190 m³/s bzw. 0,50 m.

Die Durance ist, trotz Gefälle und günstiger Wasserführung, bisher nur in kleinem Umfange ausgebaut worden; an der Haute Durance stehen drei Kraftwerke mit insgesamt 46 300 kW installierter Leistung und 215 Mio kWh Energieerzeugung; an der Moyenne Durance sind es deren fünf (Tab. 25). Am Verdon schliesslich ist in den letzten Jahren die schon 1930 begonnene Anlage von Castillon mit einem Speicher von 122 Mio m³ Nutzhalt, 50 000 kW install. Leistung und 78 Mio kWh Energieerzeugung (in 1600 Stunden) fertiggestellt worden. Die dünne Bogenmauer, bekannt durch die grossen Injektionen und die Verstärkungen mittels verankerter Kabel im rechtsufrigen Widerlager («Travaux» 1948, S. 65/70), ist 100 m hoch und benötigte 125 000 m³ Beton. Die Mauerstärken im Scheitel sind: 4 m an der Krone und 16,8 m an der Basis. Ferner ist Chaudanne, das unterliegende Werk, mit einer Stauwand von 75 m Höhe und 25 000 m³ Beton, einer install. Leistung von 25 000 kW und einer Energieerzeugung von 62 Mio kWh zu nennen.

Im Mittel- und Unterlauf der Durance wird der Fluss hauptsächlich für Trinkwasser und für Bewässerungszwecke angezapft. Die Stadt Aix-en-Provence entnimmt dem Verdon 6 m³/s, die Stadt Marseille der Durance bei Meyrargues 9 m³/s und leitet sie in einem 80 km langen offenen Kanal an das

Tabelle 24. Abflussmengen in Mio m³

Messtation	Einzugsgebiet km ²	Kote m ü. M.	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Total
			Jan. Febr. März	April Mai Juni	Juli August Sept.	Okt. Nov. Dez.	
Serre Ponçon	3 600	780	260	1300	650	420	2636
			10 %	49 %	25 %	16 %	100 %
Cadarache	11 900	256	1400	2200	850	1500	5950
			24 %	37 %	14 %	25 %	100 %

Tabelle 25. Bestehende Kraftwerke der Moyenne Durance

Anlage	Baujahr	Gefälle m	Wassermenge m ³ /s	Ausbau kW	Leistung Mio kWh
Ventavon	1909	52	80 m ³ /s	30 000	186
Le Poët	1927	24	80 m ³ /s	20 000	87
La Brillanne	1908	23	81 m ³ /s	10 500	90
Le Largue	1915	9	81 m ³ /s	8 900	40
Sainte-Tulle	1921	35	81 m ³ /s	37 000	153
Total		143		106 400	556

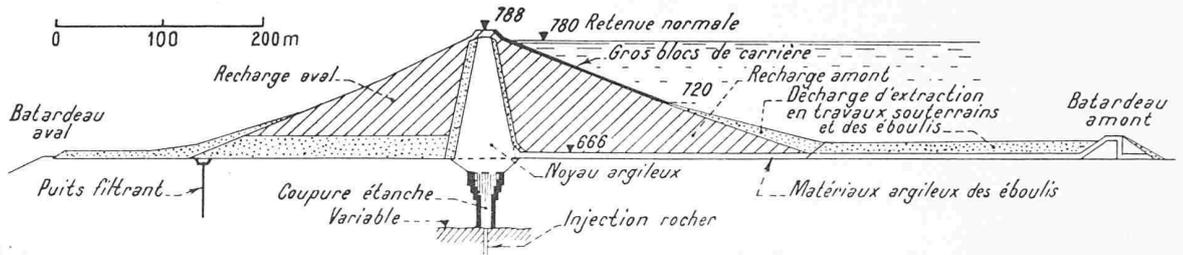
Tabelle 26. Geplante Speicherbecken im Einzugsgebiet der Durance

Gewässer	Speicherbecken	Einzugsgebiet km ²	Staukote m ü. M.	Nutzb. Inhalt Mio m ³	Gesp. Energie Mio kWh
Durance	Serre Ponçon	3600	780	900	1350
Buech	Serres	735	720	220	310
Verdon	Castillon		880	122	200
	Sainte-Croix	1600	480	500	450
Total		5935		1742	2310

Bild 49 (links). Ausbau der Durance, Uebersichts-Schema nach «Le Génie Civil» vom 11. Mai 1956



Bild 50. Grösster Querschnitt durch den Staudamm Serre-Ponçon



Mittelmeer. Aber diese Dotierungen sind ganz ungenügend und sollten dringend erhöht werden. Ferner werden aus der Moyenne Durance acht Bewässerungskanäle gespiesen und aus der Basse Durance deren 16, darunter der bekannte Canal de Craponne [46]; diese beanspruchen zusätzliche 114 m³/s. Die Wichtigkeit des Flusses für das Leben der Provence kommt in diesen Zahlen zum Ausdruck, und die Regulierung der Abflüsse durch grosse Speicherbecken für eine erhöhte Dotierung der Trinkwasserversorgungen der Städte und der Bewässerungsanlagen ist schon seit langem ein dringendes Bedürfnis und ein Anliegen, das schon viele Ingenieure beschäftigt hat. Allein für die Bewässerung der Gemüsekulturen der Basse Provence, deren Produkte in der Schweiz wohlbekannt sind und deren Ertrag jährlich zu 30 Mia ffrs. veranschlagt wird, sollten vorläufig zusätzliche 200 Mio m³ gefunden werden.

Die Nachforschung nach Speichermöglichkeiten im Einzugsgebiet der Durance und deren Untersuchung scheint zum Abschluss gekommen zu sein und der Ausbau ist gemäss Tabelle 26 vorgesehen. Der Ausbauplan, dem am 5. Januar 1955 Gesetzeskraft verliehen worden ist, sieht 17 Kraftwerke an der Durance, 3 am Zufluss Buech und 4 am Verdon vor.

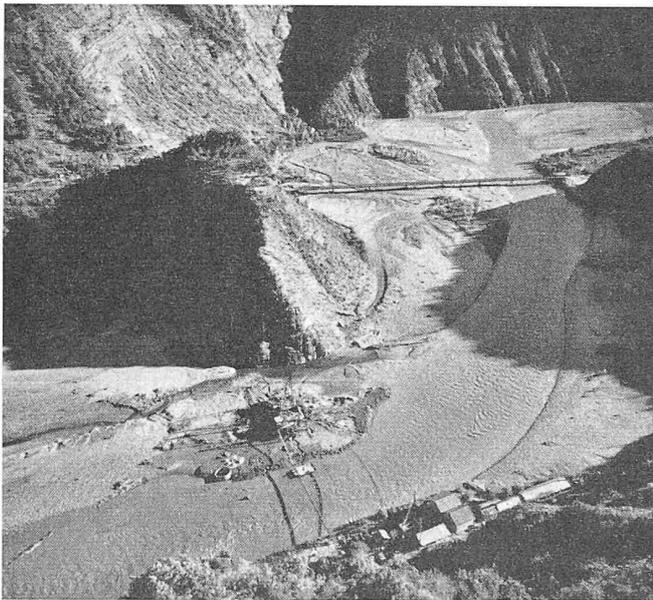


Bild 51. Sperrstelle Serre-Ponçon, talabwärts gesehen (Der Dammkörper lehnt sich oberhalb an die linksufrige Felsnase an)

Sehr weit fortgeschritten sind die Vorarbeiten für den Bau des Staudammes Serre Ponçon (Bilder 50 und 51), von welchem ein vollständiges Modell am dritten internationalen Erdbaukongress in Zürich zu sehen war. Die hauptsächlichsten Daten des Kraftwerkes sind in Tabelle 27 zusammengestellt. Der Staudamm von 122 m Höhe und 620 m Kronenlänge, in Europa das grösste Bauwerk dieser Art, soll aus im Flussbett gewonnenem Material geschüttet werden, mit folgenden Kubaturen: Dichtungskern in der Mitte 2, Stützkörper 12 und Böschungsschutz 0,1, total 14,1 Mio m³. Die Injektionen der alluvialen Auffüllung des etwa 110 m tiefen, engen Talweges, der nicht ausgeräumt wird, haben rd. 4200 m² abzudichten. Die beiden Dörfer Savines und Ubaye mit ungefähr 1200 Einwohnern werden überstaut.

Bei Mallemort an der Basse Durance nähert sich der Fluss auf etwa 24 km dem Mittelmeer; er ergoss sich früher über die «Trouée de Lamanon» nach Salon und in den Etang de Berre. (Die weite Ebene der Crau, vor wenigen Jahrzehnten noch eine aride Stein- und Sandwüste, ist von der Durance abgelagert worden.) Diese günstigen Verhältnisse sollen durch eine Kette von Wasserkraftanlagen ausgenützt werden, die man längs des alten Laufes der Durance im Zuge des nächsten Bauprogrammes erstellen will.

Ein Wehr von vier Oeffnungen (25 × 8 m) ist bei Cadarache (Staukote 256,0 m ü. M.) vorgesehen, unterhalb der Einmündung des Verdon, aber oberhalb der «Pertes de Mirabeau», wo ein Teil des Abflusses der Durance in den Klüften

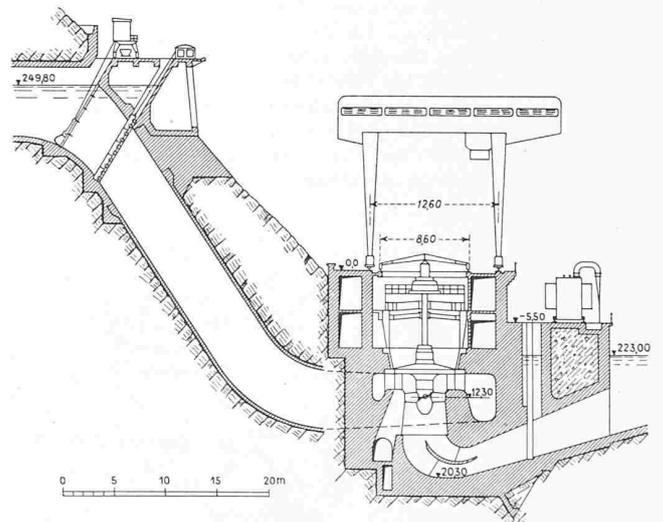


Bild 52. Kraftwerk Jouques, Querschnitt 1 : 700

Tabelle 27. Kraftwerk Serre Ponçon, Hauptdaten

Einzugsgebiet	3600 km ²
Mittl. jährliche Abflussmenge (88,0 m ³ /s oder 0,77 m Abflusshöhe)	2770 Mio m ³
Staukote	780,0 m ü. M.
Speicherinhalt	1200 Mio m ³
Nutzbare Speicherinhalt	900 Mio m ³
Oberfläche des Wasserspiegels	28 km ²
Ausgenützte Wassermenge	300 m ³ /s
Max. Bruttogefälle	125 m
Installierte Leistung	320 000 kW
Mittl. jährliche Energieerzeugung	700 Mio kWh
Kotenvoranschlag	40 Mia ffrs.

Tabelle 28. Geplante Kraftwerke der Basse Durance

Kraftwerk	Brutto-Gefälle m	Install. Leistung kW	Mittl. jährl. Erzeugung Mio kWh
Jouques (Bild 52) mit Wehr Cadarache	33	62 000	335
St-Estève-Janson	63	131 000	635
Mallemort	47	91 000	440
Salon	43		
St-Chamas	70		
Nebenkraftwerke an Bewässerungskanälen		241 000	890
Total	256	525 000	2300

des Engpasses verschwindet. Grösstes Hochwasser 6000 m³/s. Zwei Schlammabsetzbecken von 410 ha Oberfläche folgen auf die Fassung. Das Werkwasser von 250 m³/s wird in einem 77 km langen offenen Seitenkanal von 20 bis 30 m Breite und 7 m Tiefe und in 3 km Tunnel von 12,4 × 8,85 m abgeleitet, die auf 50 km dem linken Ufer des Flusses folgen. Bei *Malle-mort* ist eine zusätzliche Fassung der Durance, 115,0 m ü. M., mit Schlammabsetzbecken von 200 ha Oberfläche vorgesehen. Ueber Lamanon und Salon wird der Etang de Berre erreicht. An dieser Ueberleitung von 256 m Gesamtgefälle, die derjenigen von Piave-S. Croce-Livenza in Venetien gleicht, jedoch viel umfangreicher ist, liegen die Kraftwerke gemäss Tabelle 28.

85 % des mittleren jährlichen Abflusses der Durance bei Cadarache (5060 Mio m³ von total 5950 Mio m³) werden durch die obere Laufwerke einschl. Malle-mort geleitet. Dort müssen während den Bewässerungsperioden 2500 Mio m³ an die Kanäle der Basse Provence abgegeben werden, so dass nur noch 2560 Mio m³ durch die Kraftwerke Salon und St-Chamas nach Berre abfliessen. Trotz grosszügiger Ausnützung

der Abflüsse zu Bewässerungszwecken wird wohl, infolge der ausserordentlich günstigen Wasserführung der Durance, annähernd die Hälfte der erzeugten Energie über die Wintermonate anfallen.

Der Ausbau der Durance (talabwärts von Serre-Ponçon) sowie des Verdon wird an die 6 Mia kWh elektrische Energie erzeugen.

(Fortsetzung folgt)

Literaturverzeichnis

- [43] A. Decelle, J. Cabanius: Vues d'ensemble sur l'aménagement de la Durance. «Travaux», Mai 1955, Supplément au No. 247, S. 46/53.
 [44] M. Guelton: Le barrage de Serre-Ponçon. Reconnaissances du site et choix du type d'ouvrage. Ebd. S. 54/56.
 [45] R. Maigre: Le barrage de Serre-Ponçon. Etudes techniques d'exécution, Ebd. S. 56/61.
 [45^{bis}] J. Lefèvre: Le barrage en terre de Serre-Ponçon. «Le Génie Civil», No. 3420, 1. Mai 1956, S. 165/169. Daraus unsere Bilder 49 und 50.
 [46] H. Favre: Un précurseur des études hydrauliques sur modèles réduits: Adam de Craponne, 1526—1576. «Schweiz. Bauzeitung», 1953, S. 111/113.

Aero-Stromliniengaragen

DK 725.381

Durch eine holländische Firma wurden, wie «Acier-Stahl-Steel» 1955, Nr. 7—8 berichtet, Garagen eines Typs entwickelt, der sich durch vollkommen neuartige Wege in Konstruktion und Formgebung auszeichnet. Die Stromliniengaragen bestehen aus gewölbten Dachblechen, die unterhalb einer äusseren, selbsttragenden Stahlkonstruktion befestigt sind. Bei offener Vorderfront und ebenfalls offenen Seiten verhindert die besondere Formgebung der Bedachung das Eindringen von Regen, Schnee und Staub in das Innere des eigentlichen Garagenraumes. Da keinerlei Stützen benötigt werden, lässt sich die gesamte Grundfläche nutzen. Die Verhältnisse zwischen Höhe und Raumbreite einer solchen Garage sind genau bestimmt; die Krümmungsradien der Bleche entsprechen den besonderen Bedingungen des günstigsten Strömungsflusses, und an dem die Rückwand bildenden Teil der Konstruktion befindet sich über dem Boden eine durchlaufende Öffnung von 25 bis 50 cm Höhe. Alle diese Grössen sind für zweckmässigste Konstruktion einer Stromliniengarage die bestimmenden Faktoren; in den wichtigsten Ländern Europas wurde dafür das Patent angemeldet.

In der Nationalen Niederländischen Aeronautischen Versuchsanstalt in Amsterdam wurden drei Monate lang Versuche an kleinmasstäblichen Modellen durchgeführt, um das Verhalten solcher Garagen unter dem Einfluss eines ständig aus wechselnder Richtung anströmenden Windes abzuklären. Es wurden Messungen über die Beanspruchungen des Tragwerkes und über Richtung und Geschwindigkeit der Luftumwälzung innerhalb der Garage vorgenommen. Diese erwiesen sich als von der äusseren Windgeschwindigkeit fast unabhängig, während die Drücke und Unterdrücke in direktem Verhältnis zum Winddruck stehen. Die Richtung der Luftumwälzung bleibt innerhalb der Garage gleich, ob der Wind gegen die offene vordere oder gegen die geschlossene Rückseite bläst; dabei ändert sich nur die Geschwindigkeit der Luftumwälzung. Es ergab sich der überraschende Effekt, dass der eigentliche Abstellraum in der Garage an der Wirkung der gesamten Luftbewegungen praktisch nicht teilnimmt, da sich diese ganz überwiegend entlang der Bedachung nach innen und direkt am Boden entlang nach aussen abspielt. Regen-, Staub- oder Schneeteilchen werden durch eine aufwärts gerichtete Strö-

mung an der offenen Seite hochgerissen oder fallen schon vor der Garage nieder. Am ungünstigsten wäre seitlicher Wind; daher empfiehlt sich bei Garagen bis zu 15 m Länge die Anordnung einer Seitenwand.

Für die verschiedenen Verwendungszwecke wurden auch verschiedene Typen von Aero-Garagen geschaffen. Die kleinsten besitzen 2,1 m Einfahrtshöhe, 3 m Tiefe und werden von leichten Bindern in 1 m Abstand getragen, an denen die Blechhaut direkt befestigt ist. Sie dienen dem Unterstellen von Fahr- und Motorrädern. Für Personenwagen, Lastwagen, Omnibusse und schweres sonstiges Material dienen vier weitere Typen, die bis zu 6,7 m Einfahrtshöhe und 20 m Tiefe aufweisen. Bei ihnen sind die Binder alle 3 m angeordnet; die Bedachungsbleche werden mit versteifenden, quer verlaufenden Winkelprofilen befestigt. Die Garagen können auch in Zwillingausführung, d. h. Rücken an Rücken, geliefert werden. In der Längsausdehnung sind selbstverständlich keine

