

# Wasserkraftanlagen in den Ost- und Westalpen und im Massif Central

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

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

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

Heft 46

PDF erstellt am: **26.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-62745>

## **Nutzungsbedingungen**

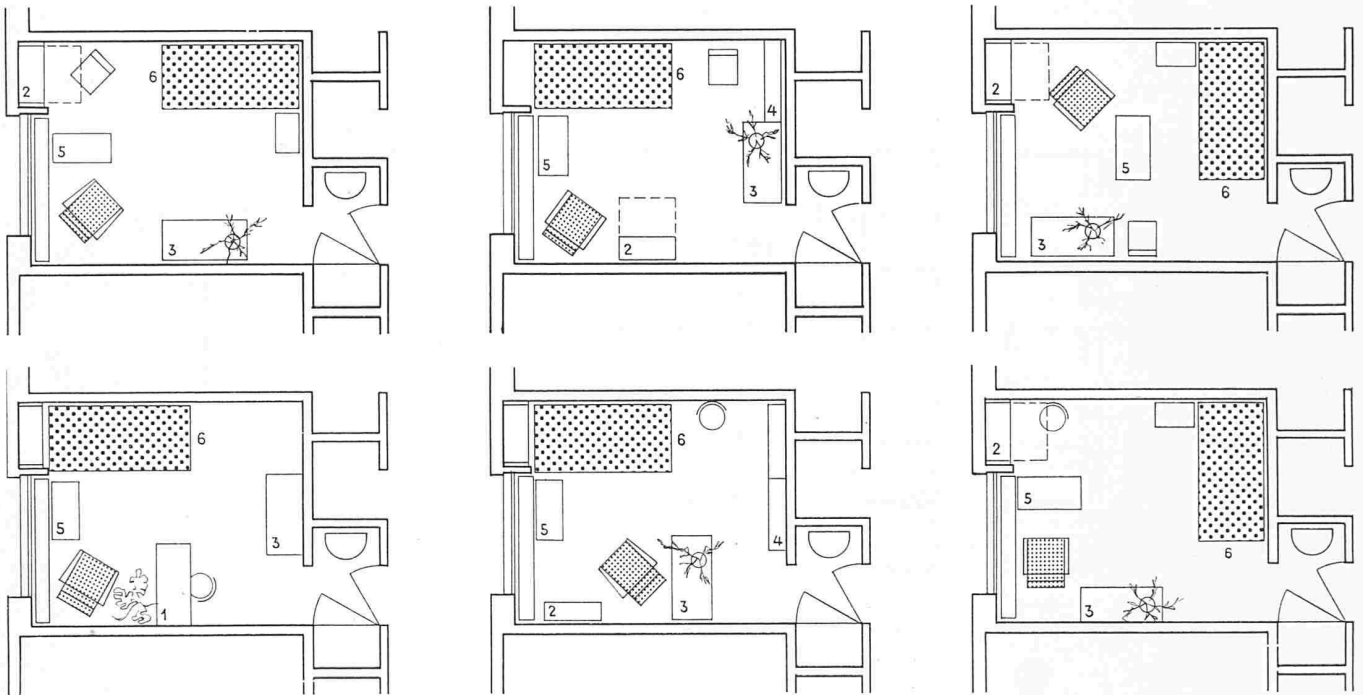
Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

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.

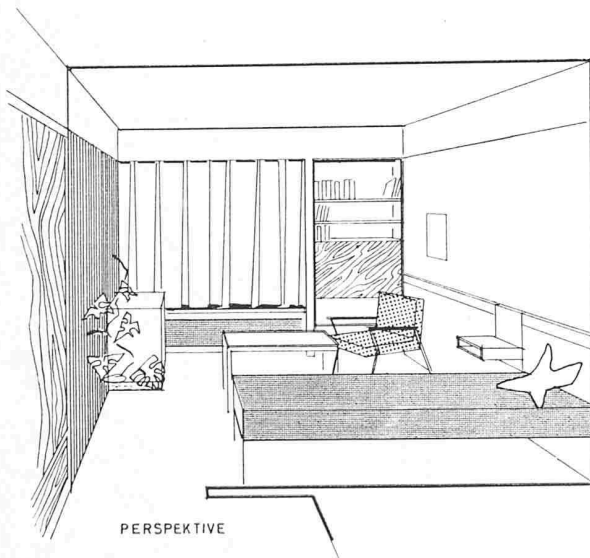
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **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.



Schwesternhaus zum Kantonsspital Zürich. Möblierungsvarianten der Zimmer 1 Arbeitstisch, 2 Schreibklappe, 3 Kommode, 4 Bücher, 5 niedriger Tisch, 6 Bett  
 Masstab 1 : 100



Stiegenaufgang auf rd. 1 m Breite ausgeschnitten ist, während zwischen 7. und 8. Geschoss eine solche Treppe überhaupt nicht angeordnet ist und diese Räume dort für Bügeln, Basteln usw. vorgesehen sind.

Haupttreppe, Teeküchen, Bäder und WC-Anlagen liegen intern; sie werden an separate Lüftungsstränge angeschlossen. Wegen den neuen Feuerpolizeivorschriften für Hochhäuser mussten je fünf Geschosse mit separaten Kanälen zusammengehängt werden. Die Nottreppe, die an der Rückseite der Putzräume im Freien angeordnet werden muss, ist ebenfalls feuerpolizeilich bedingt. Die Lifts sind als Triplexanlage zusammengefasst worden. Zwei Fahrstühle sind für fünf, einer ist für acht Personen bemessen.

Adressen: Projektverfasser: Jakob Zweifel, Torgasse 4, Zürich; Ingenieurarbeiten: Schubert und Schwarzenbach, Löwenstrasse 1, Zürich; Sanitärprojekt: Hermann Meier, Bahnhofquai 15, Zürich

## 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. 673

### e) Kraftwerke am Tarn

Kraftwerk Le Pouget [51, 52], Bilder 61 bis 67

Die Gewässer aus dem «Rouergue», der Landschaft zwischen Tarn und Lot (mit Rodez als Hauptstadt) fließen, der allgemeinen Geländeneigung folgend, nach Westen. Dabei liegt der Tarn aber in einer tief eingekerbten Schlucht, die talaufwärts von Millau als «Gorges du Tarn» weltberühmt ist. Die Höhendifferenz von über 400 m zwischen den nördlich gelegenen Zuflüssen des Tarn, Viaur und Vioulou und dem Tarn selbst ist schon vor dem Zweiten Weltkrieg Gegenstand eingehender Studien durch die «Société Energie Electrique du Rouergue» und die «Union d'Electricité» gewesen, die schliesslich als ausbaureife Projekte im wesentlichen die heute ausgeführten Anlagen vorsahen. Die eigenartige Ableitung des Wassers aus Einzugsgebieten mit mässigen Niederschlagsmengen (rd. 700 bis 900 mm jährlich) quer zur allgemeinen Abflussrichtung nach Süden, hat bemerkenswerte Akkumulieranlagen erstehen lassen, welche die Jahresab-

flüsse zu einem grossen Teil ausgleichen. Das Gebiet ist durch keine Bahnlinie erschlossen, und ungewöhnliche Transporteinrichtungen zu den Baustellen mussten für die Ausführung der Arbeiten geschaffen werden.

Der Kern der Kraftwerk-Anlage ist das grosse Speicherbecken Pareloup auf dem Vioulou (Staukote 805 m ü. M.), wo 170 Mio m<sup>3</sup> Wasser mittels eines ausserordentlich günstigen Aufwandes von 1 m<sup>3</sup> Beton für 4780 m<sup>3</sup> Speicherinhalt und eine Ausbeute von rd. 2050 kWh pro m<sup>3</sup> Beton (Mauvoisin 380 kWh/m<sup>3</sup>, Grande Dixence 263 kWh/m<sup>3</sup>) akkumuliert werden. Die gesamte Abflussmenge des Vioulou von 110 Mio m<sup>3</sup> im Mitteljahr genügt jedoch nicht für die Füllung des Stausees. So hat man die beiden nördlich gelegenen Gewässer, die aber etwa 100 m tiefer liegen, die Flüsse Bage (Staukote 715 m ü. M.) und Viaur (Staukote 718 m ü. M.) gefasst, dort Staubecken von 17,6 Mio m<sup>3</sup> Inhalt geschaffen und pumpt die 148 Mio m<sup>3</sup> Abflüsse eines Mitteljahres durch die Pumpstation Bage in den Speicher Pareloup.

Die Ausnützung nach dem Tarn hin erfolgt in zwei Stu-

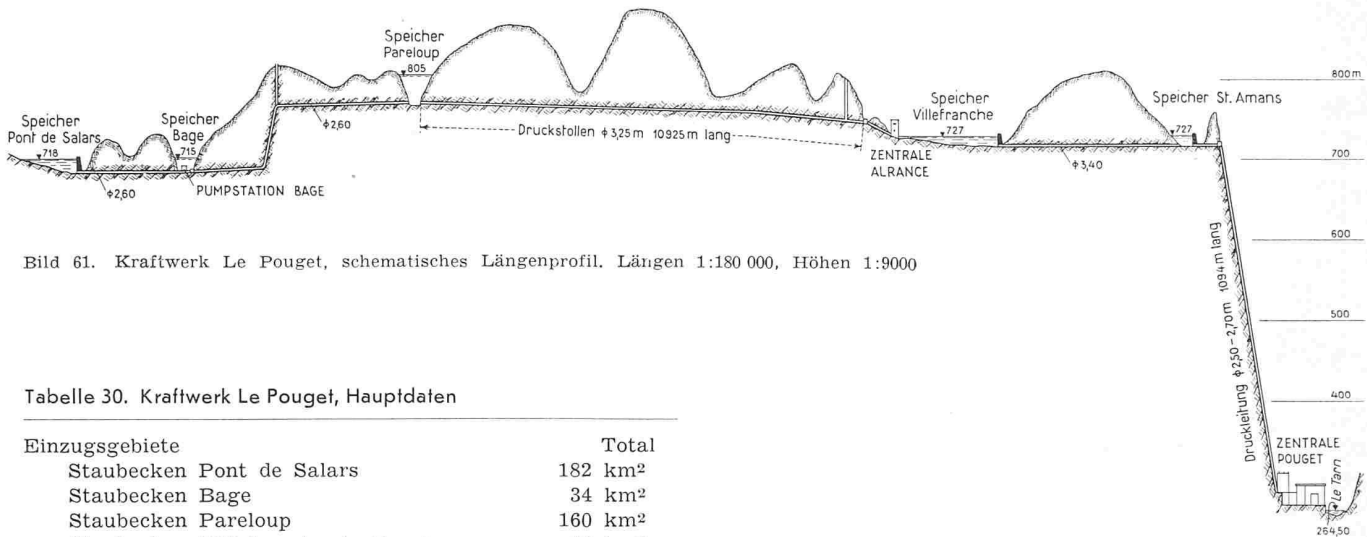


Bild 61. Kraftwerk Le Pouget, schematisches Längenprofil. Längen 1:180 000, Höhen 1:9000

Tabelle 30. Kraftwerk Le Pouget, Hauptdaten

<b>Einzugsgebiete</b>	<b>Total</b>
Staubecken Pont de Salars	182 km <sup>2</sup>
Staubecken Bage	34 km <sup>2</sup>
Staubecken Pareloup	160 km <sup>2</sup>
Staubecken Villefranche de Panat	43 km <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>419 km<sup>2</sup></b>
<b>Mittl. jährliche Abflussmenge</b> (8,87 m <sup>3</sup> /s oder 0,67 m Abflusshöhe)	<b>280 Mio m<sup>3</sup></b>
<b>Nutzbarer Speichereinhalt</b>	
Pont de Salars (Viaur)	14,5 Mio m <sup>3</sup>
Bage (Bage)	3,1 Mio m <sup>3</sup>
Pareloup (Vioulou)	167,7 Mio m <sup>3</sup>
Villefranche de Panat (Alrance)	9,0 Mio m <sup>3</sup>
St. Amans	0,65 Mio m <sup>3</sup>
<b>Total</b>	<b>194,95 Mio m<sup>3</sup></b>
<b>Ausgenützte Wassermenge</b>	<b>30,6 m<sup>3</sup>/s</b>
<b>Druckstollen</b>	
Pont de Salars — Bage — Pareloup	
Länge 2,694 + 6,375	9,069 km
Max. Wassermenge	14 m <sup>3</sup> /s
<b>Benetzter Querschnitt</b>	
ausgekleidet $\varnothing$ 2,6 m	5,3 m <sup>2</sup>
unausgekleidet (Hufeisen)	9,0 m <sup>2</sup>
<b>Max. Wassergeschwindigkeit</b>	<b>2,64 m/s</b>
<b>Pareloup—Alrance (10,885 km, <math>v_{max}</math> 2,9 m/s)</b>	
Max. Wassermenge	24 m <sup>3</sup> /s
<b>Benetzter Querschnitt</b>	
ausgekleidet $\varnothing$ 3,25 m	8,3 m <sup>2</sup>
unausgekleidet (Hufeisen)	12,0 m <sup>2</sup>
<b>Villefranche—St. Amans (4,684 km, <math>v_{max}</math> 3,36 m/s)</b>	
Max. Wassermenge	30,6 m <sup>3</sup> /s
<b>Benetzter Querschnitt</b>	
ausgekleidet $\varnothing$ 3,4 m	9,1 m <sup>2</sup>
unausgekleidet (Hufeisen)	13,0 m <sup>2</sup>
<b>Max. Bruttogefälle: Zentrale Alrance</b>	<b>78,0 m</b>
<b>Zentrale Pouget</b>	<b>456,3 m</b>
<b>Total</b>	<b>534,3 m</b>
<b>Install. Leistungen</b>	
Zentrale Bage Pumpen 2 $\times$ 7000 =	14 000 kW
Zentrale Alrance	11 500 kW
Zentrale Pouget 3 $\times$ 38 000 =	115 000 kW
<b>Total (für 2500 h/Jahr)</b>	<b>126 500 kW</b>
<b>Mittl. Energieerzeugung (Zentralen Alrance und Pouget)</b>	
Sommer	13 Mio kWh (5 %)
Winter (Speicher)	284 Mio kWh
abzügl. Pumpenenergie	43 Mio kWh
<b>Total</b>	<b>241 Mio kWh (95 %)</b>
<b>Total</b>	<b>254 Mio kWh (100 %)</b>

fen. Die *Zentrale Alrance* mit 78 m max. Bruttogefälle, als oberste Stufe, leitet das Wasser in das Staubecken Villefranche über (Staukote 727 m ü. M.), wo noch weitere 22 Mio m<sup>3</sup> jährliche mittlere Abflüsse der Alrance erfasst und reguliert werden. Die untere Stufe, von Villefranche in den Tarn, über das als Kleinspeicher in einem Seitental geschaffene *Wasserschloss Saint-Amans*, hat 456,3 m Bruttogefälle.

Die Bauarbeiten sind am Anfang des Jahres 1947 aufgenommen worden; der erste Maschinensatz kam Ende 1951 in Betrieb.

Mehr oder weniger solide Gneise, oft stark geschiefert (Glimmerschiefer), bilden den allgemeinen Unterbau der Gegend. Darin sind, wie z. B. bei Villefranche, lokal Dachschiefer eingekleilt und nördlich und südlich von Pareloup hat man, wenn auch nicht auf grosse Strecken, sehr schwierige Partien mit vollständig verwitterten und zerriebenen Glimmerschiefern angetroffen, die mehrere Monate Verzögerung gekostet haben.

Im guten Gestein sollten die *Druckstollen* mit weniger als 50 m Wasserdruck unausgekleidet bleiben. Dies konnte auf

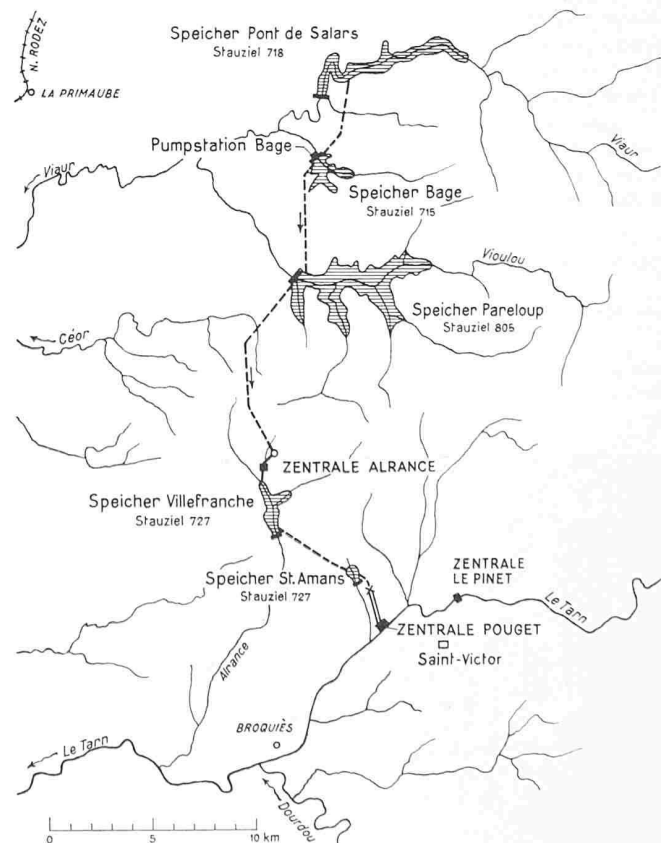


Bild 62. Kraftwerk Le Pouget, Gesamtplan 1:350 000

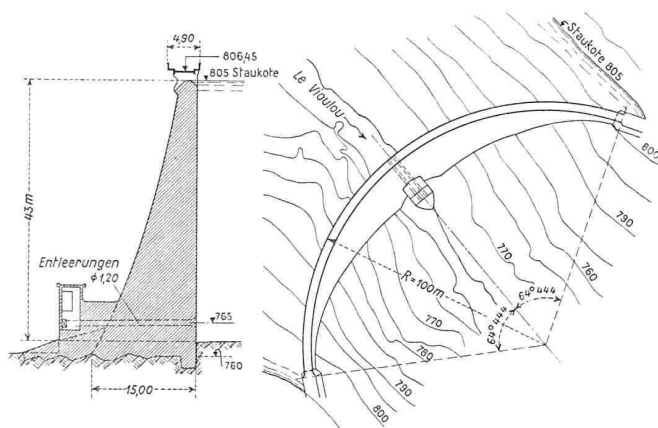
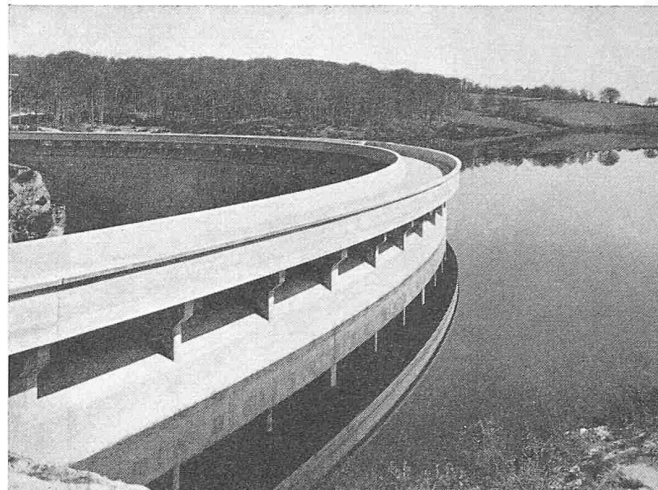


Bild 63. Staumauer Pareloup, Schnitt 1:1200 und Plan 1:3000

Bild 64 (rechts). Staumauer Pareloup



etwa ein Drittel der Gesamtlänge von rd. 26 km so gehalten werden. Der «Service d'Etudes et Recherches de l'Electricité de France» hat in diesen Stollen die Rauigkeit erstmals mittels Druckverlustmessungen an strömender Luft zum voraus bestimmt. Starke Ventilatoren erzeugten einen für Messungen genügenden Luftstrom und die umgerechneten Resultate ergeben die Druckverluste für normalen Betrieb mit Wasser. Zwischen Pareloup und dem Fenster Mas Rous, auf 3892 m Länge, im Stollen mit 12,0 m<sup>2</sup> unausgekleidetem Hufeisenquerschnitt, ergaben sich Koeffizienten  $k$  (Strickler) von 29,5 bis 29,6. Zwischen Villefranche und Saint-Amans, auf 4684 m Länge mit 13,0 m<sup>2</sup> unausgekleidetem Hufeisenquerschnitt, erhielt man  $k = 30,6$  bis 31,0. Trotzdem festgestellt wurde, dass eine merkliche Verbesserung der Rauigkeit in kleinen Stollen nur durch die Verkleidung eines grossen Teiles des Stollenprofils erreicht werden kann, begnügte man sich damit, die Sohle auf die ganze Länge auszubetonieren. Im Sektor Pareloup-Alrance, wo die Resultate um 1 bis 1,5 Punkte schlechter waren, sind auch die beiden Widerlager verkleidet worden.

**Staumauer Pont de Salars** (Staukote 718 m ü. M.). Bogenmauer mit Ueberfallkrone und verstärkten Widerlagern, Kronenlänge 183 m, Höhe 38,5 m, 35 500 m<sup>3</sup> Beton. Entleerung  $\varnothing$  1,2 m mit Dammbalkenverschluss auf der Wasserseite und Drosselklappe auf der Luftseite.

**Staumauer Bage** (Staukote 715 m ü. M.). Dünne Bogenmauer, Kronenlänge 165 m, Höhe 28 m, 9000 m<sup>3</sup> Beton. Hochwasserentlastung durch seitlichen Ueberlauftrichter, Entleerung  $\varnothing$  0,8 m mit Drosselklappe.

**Staumauer Pareloup** (Staukote 805 m ü. M.). Dünne Bogenmauer mit Ueberfallkrone, Kronenlänge 230 m, Höhe 47,5 m, 35 000 m<sup>3</sup> Beton. Strassenbrücke als Aufsatz über der Mauerkrone. Entleerung 2  $\varnothing$  1,2 m mit Dammbalkenverschluss und Drosselklappen. Die Injektionen in den Felsuntergrund erforderten nur 100 kg Zement pro Bohrloch.

**Staumauer Villefranche de Panat** (Staukote 727 m ü. M.). Gewichtsmauer mit drei Hochwasserüberfällen, Kronenlänge 332 m, Höhe 17 m, 29 500 m<sup>3</sup> Beton. Entleerung  $\varnothing$  1,2 m mit Dammbalkenverschluss und Drosselklappe.

**Staumauer Saint-Amans** (Staukote 727 m ü. M.). Gewichtsmauer, Kronenlänge 125 m, Höhe 25 m, 15 000 m<sup>3</sup> Beton. Entleerung 2  $\varnothing$  30 cm mit Drosselklappen.

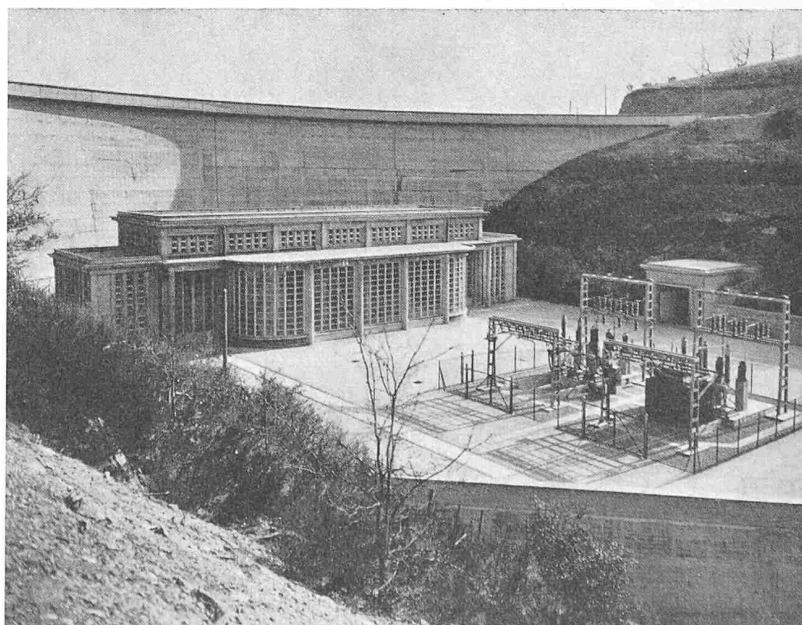
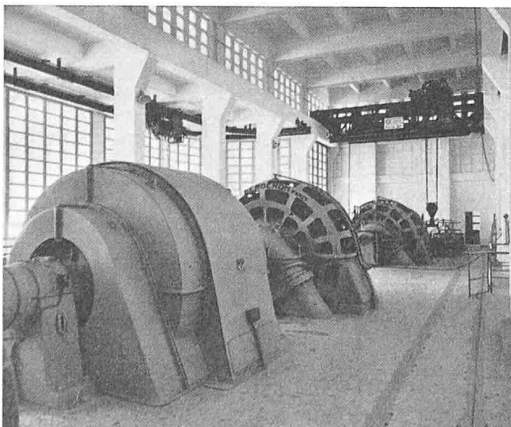
Zwischen dem Wasserschloss und der Schieberkammer mit autom. Drosselklappe liegt ein 589 m langes Druckstollenstück  $\varnothing$  3,4 m. Die einsträngige *Druckleitung*  $\varnothing$  2,7 bis 2,5 m ist 1097 m lang und nach System Ferrand mit Stahlkabeln in Einzelschlaufen verstärkt und «auto-fretté» (siehe S. 520). Wanddicke 9,5 bis 30 mm.

Die *Zentrale*, auf Kote 275,15 gelegen, ist 77 m lang, 19 m breit und 18 m hoch. Die drei Dreiphasentransformatoren 10,5/225 kV, direkt mit den Generatoren gekuppelt, sind bergseits der Zentrale aufgestellt. Darüber, auf Kote 287, sind die zwei Abgänge 225 kV nach der Schaltanlage Saint-Victor aufgebaut. Das Wasser wird dem Tarn oberhalb des Stauendes des Werkes *La Jourdanie* (1932, 7200 kW, 33,7 Mio kWh) und unterhalb der Werke *Le Pinet* (1930, 35 500 kW, 128 Mio kWh) und *Henri-Michel* (1914, 3600 kW, 24,8 Mio kWh) zurückgegeben.

Bild 65 (rechts). Staumauer Bage mit Pumpstation

Bild 66 (unten). Pumpstation Bage

Bild 67 (Seite 711). Zentrale Pouget mit Charmilles-Turbinen.





Im ganzen Gebiet des künftigen Kraftwerkes konnte kein geeignetes Vorkommen von Kies und Sand für die Betonzuschlagstoffe gefunden werden. Der schiefrige Fels eignete sich auch nicht für Brechmaterial. In Broquiès, beim Zusammenfluss von Dourdou und Tarn, etwa 10 km talabwärts der Zentrale Pouget, konnten die notwendigen 600 000 m<sup>3</sup> alluvialer Kies und Sand gefunden und aufbereitet werden. Nördlich der über 28 km Länge sich erstreckenden Baustellen wurde im Anschluss an die bestehende Bahnstation La Primaube an der Linie Albi-Rodez ein Baubahnhof errichtet, wo alle Güter für die Bauplätze umgeladen wurden. Eine über 40 km lange Luftseilbahn verband den Bahnhof mit den verschiedenen Baustellen und der Kiesgrube Broquiès am Tarn; die Leistungsfähigkeit des letzten Teilstückes zwischen Villefranche und Broquiès war 60 t/h. Von Süden nach Norden wurden die Betonzuschlagstoffe für alle Bauwerke antransportiert, während von Norden nach Süden die 65 000 t Zement und die andern Güter befördert wurden. Unterkunftsmöglichkeiten für 2500 Arbeiter waren vorhanden. Baustrom lieferte die Ueberlandleitung Le Pinet-Rodez. Zur Erschliessung der Baustellen und Wiederherstellung der durch die Stauseen abgeschnittenen Verbindungen mussten 60 km Strassen gebaut werden.

Die *Schaltanlage Saint Victor*, hoch über dem Tarn auf dem linken Ufer gelegen, wurde schon für das Kraftwerk Pinet erstellt. Sie ist ein wichtiger Knotenpunkt der Uebertragungsleitungen zwischen den Alpes Maritimes, der untern Rhone (Donzère-Mondragon), den Pyrenäen, dem Massif Central und Paris geworden und hat dementsprechend eine Erweiterung für die 225-kV-Anlagen erfahren. Als Kuriosum mag erwähnt sein, dass die Uebertragungsleitungen nach Bagnols sur Cèze (Rhonetal) und nach Godin (Richtung West) s. Zt. für 150 kV gebaut worden sind und heute unverändert mit 225 kV betrieben werden.

#### Literaturverzeichnis

- [51] A. Cagnard, P. Durkheim: L'aménagement du Pouget. «Travaux» 1951, S. 111/114.  
 [52] Ateliers des Charmilles S. A.: Die Pelton-turbinen des Kraftwerkes Le Pouget. «Schweiz. Bauzeitung» 1954, S. 231/239.

Fortsetzung folgt

## MITTEILUNGEN

**Die Bedeutung des Unternehmers in weltgeschichtlicher Sicht** ist der Titel einer sehr beachtenswerten Schrift, die Dr. *Max Silberschmidt*, Professor für allgemeine Geschichte und für Wirtschaftsgeschichte an der Universität Zürich, im Auftrag des Arbeitgeberverbandes schweizerischer Maschinen-

und Metallindustrieller verfasst hat. Im ersten Teil skizziert der Verfasser die historische Entwicklung des Unternehmertums seit dem ausgehenden Mittelalter in ihren wesentlichen Zügen und hebt die massgebenden Ideen und Zusammenhänge heraus. Nachdrücklich wird auf die innern Voraussetzungen hingewiesen, die die Durchdringung der Erde durch die Weissen und den Aufbau der modernen Wirtschaft erst ermöglichten, nämlich auf die religiös-seelisch-psychologischen Gegebenheiten und auf die Impulse aus der christlichen Religion, speziell in ihrer calvinistischen Gestalt. Der zweite Teil ist der Erörterung der Gegenwartsprobleme gewidmet. Hier sind es vor allem die Bemerkungen über die Unternehmerfunktionen, die den Leser beeindruckten. Gewiss, dem Unternehmer kommen Bedeutung, Verfügungsvollmachten und Verantwortlichkeiten zu, wie sie früher nur Fürsten innehatten. Aber dabei stellt sich die sehr ernste Frage, wie die zu so einflussreichen Stellungen vorgesehenen Persönlichkeiten sich erziehen, sich ausbilden und ausreifen können. Dafür gibt Prof. Silberschmidt keine Antwort. Und doch scheint es, dass hier die eigentliche Aufgabe zu suchen ist, die sich nicht nur den höheren Bildungsanstalten, sondern vor allem den Unternehmungen und den Spitzenverbänden stellt.

**Lacke und Farben.** Dieses Jahr sind zufolge einer Mitteilung des Verbandes Schweiz. Lack- und Farbenfabrikanten folgende Neuerungen auf den Markt gelangt: Anstrichstoffe, die in einem Spritzvorgang farbliche Mehrtoneffekte erzielen lassen, lufttrocknende Nitro-Kunsthartzaponlacke mit dem Korrosionsschutzvermögen eines ofentrocknenden Klarlackes, Spritz- und Ziehspachtel besonders hoher Füllkraft und sicherer Trocknung auf der Basis ungesättigter Polyester mit tadelloser Haftung auch auf Metall, Kunsthazemalven für Automobile, Traktoren und Maschinen, die innert einer Stunde bei nur 80° C gehärtet werden können, abriebfestere Strassen-sigrierfarben mit einer Trockenzeit von 15 bis 30 Minuten, Dispersionsfarben auf Basis sehr harter Vinylacetatharze zur Spritz- und Tauchlackierung von Drahtwaren, ein hochhitzebeständiger Anstrich für Verzunderungsschutz sowie eine einfache Vormischkammer zum Spritzen von Reaktionslacken, insbesondere Polyester.

**Achtung bei Grabarbeiten.** Sehr oft stösst man bei Grabarbeiten unvermutet auf Telephonkabel, wobei diese beschädigt werden. Abgesehen davon, dass dadurch der Telephonverkehr empfindlich gestört wird, verursacht die Wiederherstellung der Kabel grosse Kosten, die erspart werden könnten, wenn vor Beginn der Bauarbeiten bei der zuständigen Telephondirektion über das allfällige Vorhandensein von Kabeln Erkundigungen eingeholt würden. Wir verweisen diesbezüglich auf das Inserat der Generaldirektion der PTT auf Anzeigenseite 17 dieses Heftes.

**Atomkraftwerk-Gesellschaften in der Schweiz.** Während die hier bereits erwähnte Reaktor AG. mit ihrem Bau in Würenlingen der Forschung und Ausbildung dient, sind im Oktober des Jahres zwei Gesellschaften gegründet worden, welche Atomkraftwerke zu industriellen Zwecken errichten wollen: Die Atomkraft AG., Präsident Dr. Walter E. Boveri, und die Atomelektra AG., Präsident Ing. A. Winiger.

**Spannbetonverfahren Baur-Leonhardt.** Dieses hier 1954 in Heft 44, Seite 639 ausführlich beschriebene Verfahren kann in der Schweiz durch Schweizer Ingenieure und Unternehmer angewendet werden. Alle diesbezüglichen Einzelheiten finden sich im Inserat auf Anzeigenseite 17 dieses Heftes.

## NEKROLOGE

† **Charles Kinzelbach**, der am 13. Februar 1880 in Gerlafingen als Sohn des damaligen Direktors der von Roll'schen Eisenwerke geboren wurde, verlor schon früh seine Eltern und musste sich seine Laufbahn selbst erkämpfen. Er durchlief die Realabteilung der Kantonsschule Solothurn und von 1899 bis 1903 die Maschineningenieurabteilung des Eidgenössischen Polytechnikums. Nachdem er zwei Jahre in Amerika verbracht hatte, trat Kinzelbach als Betriebsingenieur in das Eisenwerk Tafel in Nürnberg ein. In der Familie Tafel fand er auch seine Lebensgefährtin, die ihm dann fünf Töchter und

