

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 64 (1973)

Heft: 25

Artikel: Die Besonderheiten der französischen Zuleitungen beim Kraftwerk Emosson

Autor: Paravy, A.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-915641>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 16.01.2026

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

Die Besonderheiten der französischen Zuleitungen beim Kraftwerk Emosson

Von A. Paravy

1. Einleitung

Das natürliche Einzugsgebiet des neuen Staausees Emosson mit einem Nutzhinhalt von 225 Millionen m³ liegt talwärts der bereits bestehenden Becken Berberine und Vieux-Emosson und umfasst nur 2,7 km².

Aus diesem Grunde muss fast das gesamte Stauvolumen von Emosson durch ein System von Zuleitungen aus den französischen und schweizerischen Tälern nördlich des Montblanc-Massivs zugeleitet werden.

2. Die französische Zuleitung

Von den insgesamt drei Hauptzuleitungen zum Speicher Emosson liegt die «Zuleitung Ost» auf schweizerischem Gebiet, und die Zuleitungen «Süd» und «West» liegen auf französischem Gebiet. Nachstehend werden die französischen Zuleitungen «Süd» und «West» und deren Bauwerke näher beschrieben.

Die beiden Zuleitungen «Süd» und «West» sind in der Höhenlage so disponiert, dass das Wasser mit Schwerkraft (also ohne Pumpen) in den Stautee fliesst.

Die Zuleitung «Süd» erfasst die linksufrigen Zuflüsse des oberen Arve-Tals.

Die Zuleitung «West» erfasst die linksufrigen Zuflüsse der Eau Noire.

2.1 Zuleitung «Süd»

Diese Zuleitung erfasst die Abflüsse eines 44 km² grossen Einzugsgebietes auf dem linken Ufer der oberen Arve zwischen Argentière und Le Tour oberhalb der Kote 2000 m ü. M. Der Zuleitungsstollen «Süd» ist an seinem Anfang in Argentière nach oben verlängert durch eine 650 m lange PVC-Rohrleitung von 400 mm Durchmesser und 8 % durchschnittlichem Gefälle.

Diese Rohrleitung fasst auf Koten zwischen 2062 und 2069 m ü. M. fünf vom Lognan-Gletscher abfliessende Bäche mit Fassungen, die für rund 150, 30, 50, 50 und 30 l/s dimensioniert sind.

Der eigentliche Zuleitungsstollen «Süd» besteht aus einem Stollen von 2,6 mm Durchmesser und 5,7 m² Querschnittsfläche und ist mit Ausnahme der auf der ganzen Länge betonierten Sohle auf drei Vierteln seiner Länge unverkleidet.

Der Zuleitungsstollen «Süd» beginnt auf der linken Talseite des Argentière-Gletschers auf 2062 m ü. M. Der Stollen ist für 12 m³/s Abfluss dimensioniert und hat eine Länge von 8760 m. Der Stollen verläuft im Fels unter dem Argentière-Gletscher und fasst von unten her den Untergletscherabfluss. Nach der Unterquerung des Gletschers verläuft der Stollen «Süd» in Richtung auf einen Punkt östlich des Col de Balme, von wo aus er nordwestlich ziemlich parallel zur französisch-schweizerischen Landesgrenze verläuft.

An dem «Belle Place» genannten Punkte mündet der

Stollen «Süd» auf 1994,10 m ü. M. am rechtsufrigen Hang der Eau Noire gegenüber dem Stautee Emosson.

Die aus dem Stollen «Süd» zufließenden Wassermengen werden der 860 m tiefer gelegenen Zentrale Vallorcine zugeleitet, wo sie entweder über die Turbinen von Vallorcine elektrische Energie erzeugen oder im Syphonbetrieb durch den auf der andern Talseite vorhandenen Druckschacht dem Stautee Emosson zugeleitet werden.

Zusammengefasst enthält die Zuleitung «Süd» von oben nach unten folgende Hauptbauwerke: die Wasserfassungen von Argentière und Le Tour, die Einrichtungen von Belle Place mit einem Syphon besonderer, weiter unten beschriebener Bauart, die Einlaufdrosselklappe und den Druckschacht.

a) Wasserfassung von Argentière

(Ausbau für 8 m³/s)

Nachdem die Höhenlage des Zuleitungsstollens gegeben war, kam die Wasserfassung von Argentière unter den Gletscher zu liegen, und zwar oberhalb eines Felskopfes, der aus den Eisblöcken des Gletschers hervorragt und den Wasserfall von Argentière sichtbar erscheinen lässt. Mit Hilfe verschiedener Sondierstollen und durch vertikale Sondierbohrungen konnte man feststellen, dass der Gletscherbach unterhalb des Eises auf der linken Hälfte des Untergletscherprofils verläuft.

Zwei im Jahre 1968 erstellte Hauptfassungen ermöglichen es, die Abflüsse des Glacier d'Argentière über einen provisorischen Kanal abzuleiten. Es hat sich dabei gezeigt, dass der Abfluss des Gletschers einen andern Weg als zum Wasserfall von Argentière nehmen kann, obwohl dieser Wasserfall seit Menschengedenken immer bestanden hat.

Auf Grund dieser Beobachtungen wurde dann im Winter 1972/73 mit der früher als überflüssig erachteten Erforschung des rechtsufrigen Felsprofils unterhalb des Gletschers begonnen mit dem Ziel, genau festzustellen, wo das Wasser allenfalls noch durchfliessen könnte, um alle möglichen Fassungsstellen vorzubereiten.

b) Wasserfassung von Le Tour (Ausbau für 4 m³/s)

In Le Tour liegt das Wasserfassungsgebiet unterhalb des Gletschers, aber es ist überall in der Zone von zeitweise recht bedeutenden Gletscherabbrüchen.

Wie in Argentière werden die sechs Hauptabflüsse des Glacier de Tour ohne besonderes Fassungsbauwerk gefasst und einem unter dem Gletschertal bogenförmig verlaufenden Sammelstollen zugeleitet, von wo sie über eine Einlauf- und Entsanderanlage in den Zuleitungsstollen «Süd» gelangen.

c) Anlagen in Belle Place

In Belle Place fliesst das Wasser aus dem Zuleitungsstollen «Süd» über einen Syphon in den Druckschacht. Dieser Syphon besonderer Bauart ermöglicht es, dass im Druck-

schacht nur der äussere atmosphärische Druck herrscht, der unter besonderen Umständen sogar bis fast auf Null absinken kann. Die Druckverhältnisse sind abhängig von der Grösse der Zuflüsse, den dadurch bedingten Druckverlusten und von dem Wasserstand im Stausee Emosson. Es sind Zustände wie in einem Freilaufstollen bis zu Höhenunterschieden von bis fast 200 m möglich.

Ohne besondere bauliche Massnahmen würden bei so hohen Gefällen grosse Luftmassen in den Druckschacht und in die Turbinen mitgerissen und würden in diesen Anlageteilen starke Druckstöße und Druckverluste erzeugen. Der Abfluss unter Vakuum vermeidet diese Nachteile. Die Anlagen von Belle Place werden vervollständigt durch ein Wasserschloss zum Schutze gegen Druckstöße (Wasserschläge) und durch eine Drosselklappe, die erlaubt, den Syphon und den Druckschacht zu leeren. In einem solchen Falle kann das Wasser mittels eines besonderen Bauwerks in Le Tour überlaufen.

Druckstöße, die beim Betätigen des Einlaufschiebers auftreten können, werden von einem Wasserschloss von 2 m Durchmesser mit einer Ausgleichskammer aufgefangen.

2.2 Die Zuleitung «West»

Dieser Zuleitungsstollen nimmt die Abflüsse aus dem oberen linksufrigen, 12,7 km² grossen Einzugsgebiet der Eau de Bérard auf und führt diese direkt in den Stausee Emosson. Der Stollen hat eine Länge von 7944 m, eine Querschnittsfläche von 5,7 m² und ist mit Ausnahme der durchgehend betonierten Sohle nicht ausgekleidet.

Ähnlich wie in Argentière ist der Stollen am Anfang durch eine PVC-Rohrleitung nach oben verlängert. Diese

PVC-Leitung verläuft bogenförmig im oberen Talteil des Eau de Bérard und fasst verschiedene kleine Bäche. Das erste, 420 m lange Rohrstück hat 300 mm Durchmesser, das zweite, 339 m lange Teilstück hat 530 mm Durchmesser und das dritte, noch 180 m lange letzte Teilstück vor dem Stollenanfang besteht aus zwei parallelen Rohren von je 530 mm Durchmesser. Die einzelnen Fassungen sind, von oben nach unten, dimensioniert für Wassermengen von 50, 300, 50, 150 und 2000 l/s.

Der Stollen der Zuleitung «West» wurde von dem «Loria» genannten Punkte aus über ein Zwischenfenster vorgetrieben. Ein weiteres Zwischenfenster, das beim Wildbach «Tré les Hauts» während des Vortriebes ausgebrochen wurde, diente zur Fortschaffung des Ausbruchmaterials des oberen Stollenteils und wird nun beibehalten als Zugang zur Schieberkammer für die dortige Wasserfassung.

Am unteren Ende des Zuleitungsstollens «West» ist auf der Seite Emosson eine Kammer zur Messung der Wasserzuflüsse eingebaut worden.

3. Die Normalwasserfassung

(siehe Fig. 1)

Die Wasserfassungen von Argentière (Ausbaugrösse 8 m³/s) und von Le Tour (Ausbaugrösse 4 m³/s) arbeiten vollautomatisch. Bei ihrer Konstruktion konnte man von den Betriebserfahrungen mit rund 40 anderen automatischen Wasserfassungen profitieren, wovon einige bereits seit zehn Jahren im Betrieb sind.

Das Prinzip dieser Fassung ist, in einem Stollen mit starkem Gefälle das gesamte unter dem Gletscher fliessende

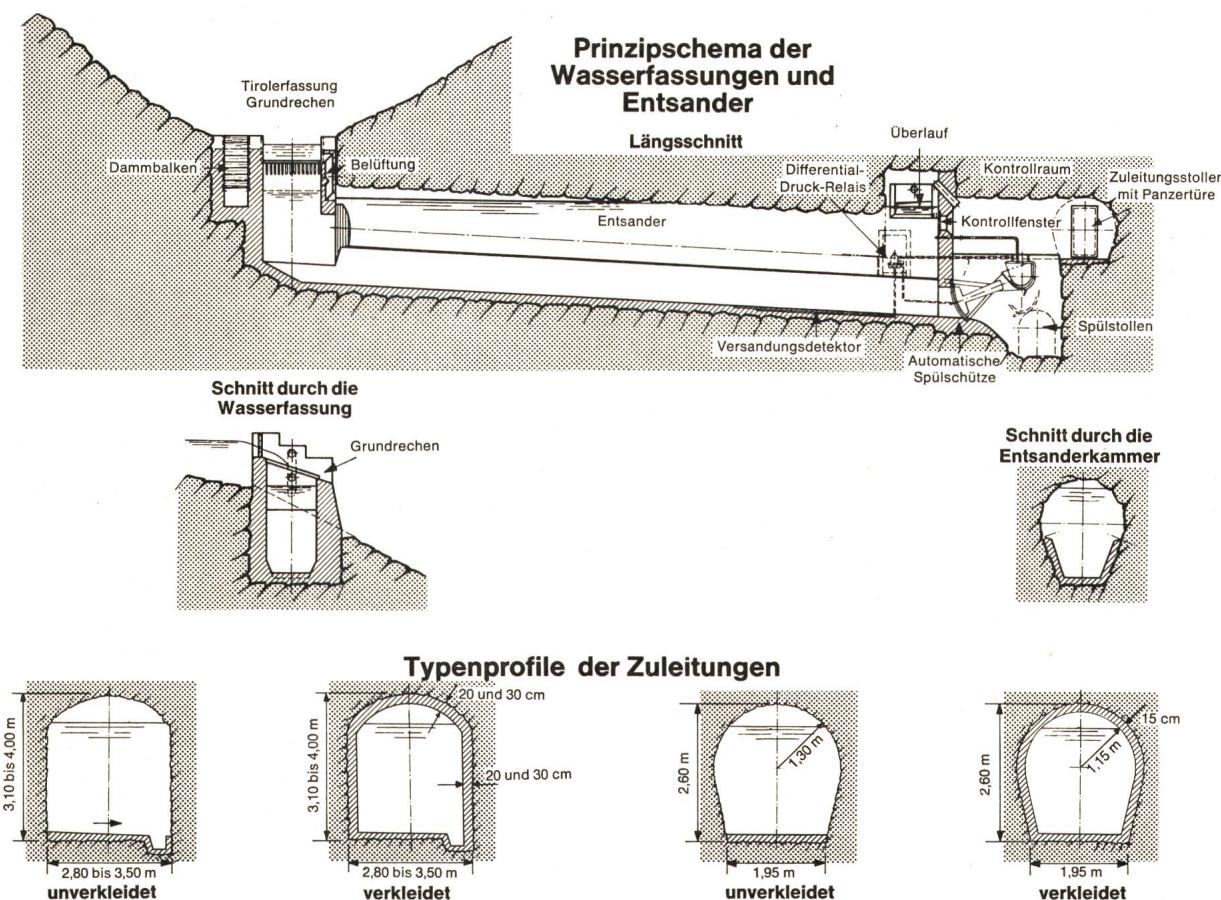


Fig. 1

Wasser abzuleiten und einen künstlichen Wildbach zu schaffen, der dann in der Nähe der Mündung dieses Stollens gefasst wird. Das gefasste Wasser wird anschliessend in einem einzigen Entsander (bei $4 \text{ m}^3/\text{s}$ Ausbaugrösse der Fassung) oder in zwei parallelen Entsandern (bei $8 \text{ m}^3/\text{s}$ Ausbaugrösse der Fassung) entsandet und dann anschliessend dem Zuleitungsstollen zugeleitet.

Im Anschluss an den oder die Entsander hat der Stollen auf eine kurze Strecke einen grösseren Querschnitt. Damit erreicht man, dass der Stollen unter allen Betriebsverhältnissen, auch bei grossen Zuflüssen, als Freispiegelstollen arbeitet. Man vermeidet damit, dass die Entsanderanlagen und der Zugangsstollen plötzlich unter Druck gesetzt werden könnten. Dadurch ist die Sicherheit des Personals bei Kontrollgängen und bei Unterhaltsarbeiten gewährleistet.

Das Entsanderbassin ist ein Kanal von so grossem Querschnitt, in dem die Wassergeschwindigkeit nie grösser als $0,3 \text{ m/s}$ werden kann, so dass sich die festen mitgeschwemmten Bestandteile des gefassten Wassers auf dem Boden des Entsanderbeckens ablagn können.

Der Kanal des Entsanderbeckens ist am Ende mit einer Segmentschütze abgeschlossen, mit der die periodischen Spülungen durchgeführt werden.

3.1 Das automatische Spülsystem der Entsander

Dieses bereits an anderen Orten beschriebene System kann zusammengefasst kurz wie folgt beschrieben werden:

a) Das Meßsystem für die Sandhöhe

Das Meßsystem besteht aus den folgenden drei Teilen:

1. Ein mit der Spitze nach unten eingebauter Kegel, der dort eingebaut ist, wo man das Anwachsen der fortschreitenden Sandablagerung aufhalten will.
2. Ein Verbindungsrohr.
3. Ein mit einer kalibrierten Öffnung versehenes Gefäss, das als dauernder Auslauf arbeitet.

Wenn das Ablagerungsmaterial im Entsander bis in die Nähe des Kegels kommt, so verstopft es die untere Auslauföffnung, wodurch das Niveau im Gefäss mit konstantem Abfluss sinkt.

b) Die Verstärkeranlage

Diese umfasst folgende Teile:

1. Ein Schwimmer im Auslaufgefäß, der sich auf das dortige Wasserniveau einstellt.
2. Über ein Kabel und eine Rolle werden die Wasserspiegelschwankungen auf den beweglichen Auslauf übertragen.
3. Der bewegliche Auslauf besteht aus einem beweglichen Rohr, das wie der Zeiger einer Waage montiert und hydraulisch mit dem Entsanderbecken über ein festes Rohr verbunden ist. Diese Einrichtung kann eine Wassermenge von 10 bis 20 l/s abgeben und liefert so die Antriebskraft für die Spüleinrichtung.

4. Der Syphon von Belle Place

4.1 Das Problem der Entlüftung

Das Problem der Entlüftung stellt sich stets, wenn ein freier Wasserabfluss mit grosser Geschwindigkeit plötzlich unter Druck kommt. Das aufgewirbelte Wasser kommt in starke Bewegung und saugt Luft an und reisst sie in die Druckleitung mit, was für die weiter unten gelegenen Bau-

werke und Apparate grosse Gefahren und Unzukömmlichkeiten bringen kann.

Um diese Nachteile zu vermeiden, kommen zwei Lösungen in Frage:

- entweder hindert man die mitgerissene Luft daran, in die Druckleitung zu gelangen, oder
- man verhindert das Mitreissen von Luft, indem man das Wasser unter Vakuum abfliessen lässt oder
- indem man den Wasserabsturz verhindert.

Da die Zuleitung «Süd» für eine Wassermenge von $12 \text{ m}^3/\text{s}$ Nennwert gebaut ist und maximal $15 \text{ m}^3/\text{s}$ führen kann und das Niveau der Unterdrucksetzung des Druckschachtes je nach Seestand Emosson zwischen den Koten 1775 und 1994 m ü. M. schwanken kann, hat man sich in Emosson für die Anlage Belle Place zu einem Syphon unter Vakuum entschlossen.

4.2 Der Syphon unter Vakuum

4.2.1 Das Prinzip

Es handelt sich darum, ganz oben im Druckschacht einen hydraulischen Verschluss zu schaffen. Die Überhöhung muss mindestens so gross sein wie eine Wassersäule, die mit dem äusseren Luftdruck im Gleichgewicht ist.

Die Zuflüsse aus dem Zuleitungsstollen füllen den Stollen so lange, bis der Wasserstand den höchsten Punkt erreicht. In diesem Zeitpunkt fliesst das Wasser in den talseitigen Teil der Anlage. Wenn die Zuflüsse genügend gross und oberhalb der kritischen Grenze für das Mitreissen von Luft liegen, wird Luft in den talseitigen Teil der Anlage mitgerissen, der Syphon tritt in Funktion, und es stellt sich dann auf der Talseite des Siphons ein konstanter Abflusszustand mit Abfluss unter Vakuum ein.

Falls der Zufluss kleiner ist als die für das Mitreissen von Luft kritische Wassermenge, so funktioniert der Syphon normal bei atmosphärischem Druck.

Die getroffene Lösung, die keine besonderen baulichen Anlagen erfordert, ist die wirtschaftlichste Lösung. Das Funktionieren der Anlage ist unabhängig von den Druckverhältnissen in der talseitigen Leitung (siehe Fig. 2).

4.3 Die Arbeitsweise des Siphons von Belle Place

Der Syphon von Belle Place wurde im Sommer 1973 in Betrieb genommen. Die nötigen Untersuchungen für diesen Syphon wurden am Syphon von Bonrieu gemacht, der im Kraftwerkssystem von Rissorte eingebaut ist, eine Ausbausassermenge von $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ hat und im Prinzip gleich gebaut ist wie der Syphon von Belle Place des Emosson-Kraftwerks.

Die Arbeitsweise des seit einigen Jahren zur vollen Zufriedenheit in Betrieb stehenden Siphons von Bonrieu ist eingehend untersucht worden. Es wurden sehr viele Messungen und Aufzeichnungen über eine Reihe von Bezugsgrössen wie Druck, Unterdruck und Durchflussmenge ausgeführt.

Die durchgeführten Beobachtungen und Messungen haben gezeigt, dass das Funktionieren des Siphons von zwei gegenläufigen Tendenzen abhängig ist, nämlich einerseits von dem Mitreissen von Luft, wodurch im Syphon ein Vakuum erzeugt wird, und anderseits von der Entgasung des Wassers, wodurch dem Syphon Luft zugeführt wird. Je nachdem welche Tendenz überwiegt, entsteht entweder Unterdruck oder Überdruck. Die Entgasung des Wassers und das Mitreissen von Luft sind Funktionen der durchfliessenden

Düker Belle-Place und Ueberlaufbauwerk Le Tour

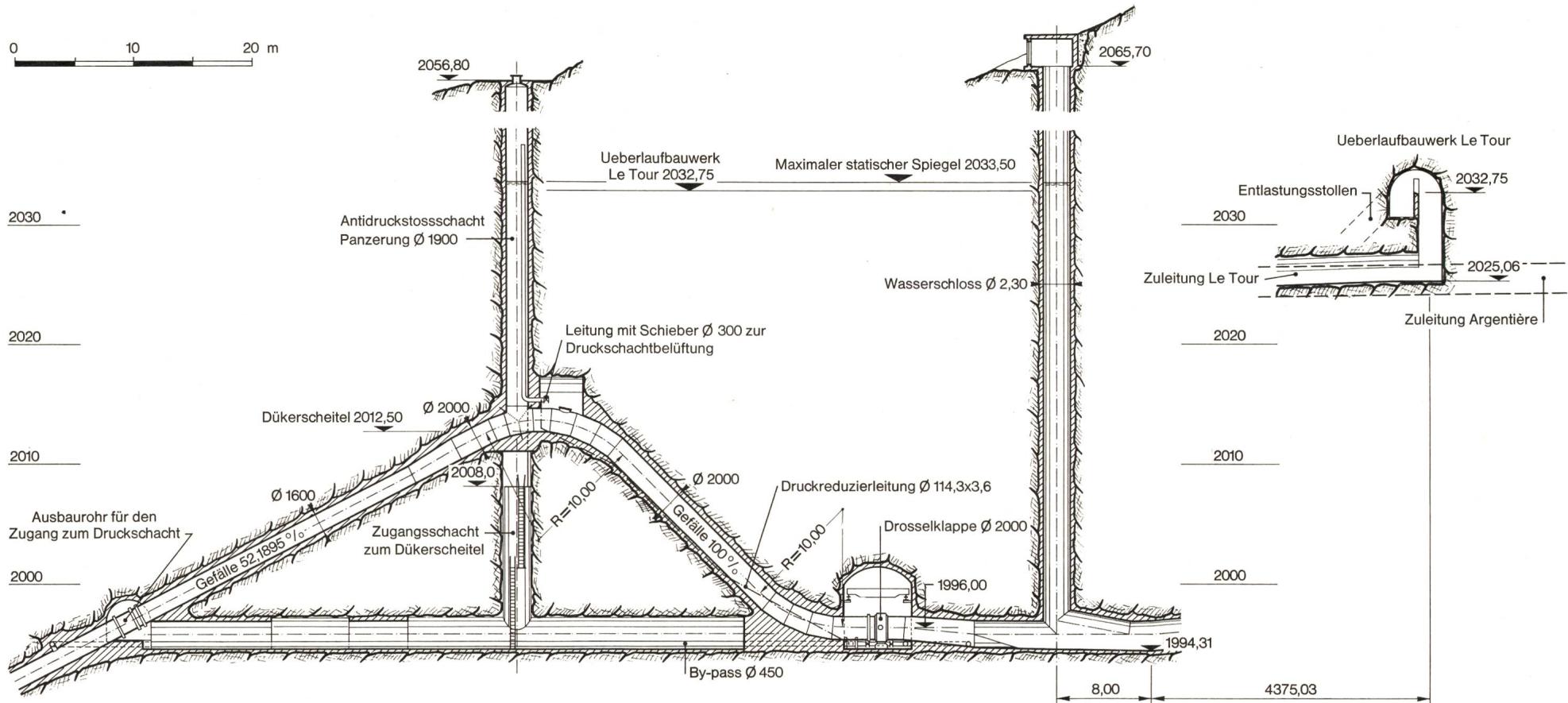


Fig. 2

Wassermenge. Der Syphon funktioniert deshalb je nach der Wassermenge nicht immer gleich.

Unter der in Belle Place bisher stets erfüllten Voraussetzung, dass das Fliessen des Wassers im talseitigen Teil der Leitung mit freier Oberfläche erfolgt, gibt es je nach den durchfliessenden Wassermengen die folgenden beiden wesentlich verschiedenen Betriebsarten:

4.3.1 Winterbetrieb

Die Zuflüsse sind im Winter sehr klein, und bis 700 l/s wird praktisch gar keine Luft mitgerissen. Zwischen 700 l/s und 1,5 m³/s ist die mitgerissene Luftmenge sehr klein. Der Syphon arbeitet wie ein Überlauf.

Die Beobachtungen in Bonrieu über die Druckverhältnisse auf der Talseite haben gezeigt, dass das Funktionieren des Siphons durch eine Erhöhung des talseitigen Drucks gestört wurde. Aus diesem Grunde ist im Syphon von Belle Place ein Druckentlastungsrohr eingebaut worden.

4.3.2 Sommerbetrieb

Bei einer Wassergeschwindigkeit von mehr als etwa 2 m/s in dem unter Druck stehenden Teil der Leitung, d. h. bei einer Wassermenge von 4 m³/s und mehr, wird genügend Luft mitgerissen, dass man rasch den maximalen Unterdruck erreicht. Der Syphon funktioniert dann als ein Überlauf unter Vakuum.

Um bei transitorischen Zuständen im höchsten Punkt des Siphons allfällige Wasserschläge zu vermeiden, ist eine entsprechende Leitung zum Schutz gegen Wasserschläge eingebaut worden.

Adresse des Autors:

André Paravy, Electricité de France, Région d'équipement hydraulique Alpes-Nord, F-73001 Chambéry.

Zweite Studientagung über Elektrofahrzeuge

19. bis 21. Februar in Washington

Am 13. und 14. März 1972 hat die UNIPEDE (Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie Electrique) auf Vorschlag des Studienkomitees für die Entwicklung der Anwendungen der Elektrizität in Brüssel erstmals eine Studientagung über Elektrofahrzeuge organisiert. 17 Länder, darunter die USA und Kanada, haben ungefähr 400 Delegierte an diese Tagung entsandt, welche die 40 eingereichten Berichte diskutiert haben. Die wichtigsten Ergebnisse dieser Tagung sind anlässlich des UNIPEDE-Kongresses in Den Haag im Bericht 70.08 von E. Tiberghien, Direktor der Société de Traction et d'Electricité, Brüssel, kurz skizziert worden.

Auf Vorschlag der Expertengruppe zum Studium von Problemen der Elektrofahrzeuge hat sich das UNIPEDE-Direktionskomitee bereit erklärt, zusammen mit dem Electric Vehicle Council der USA eine 2. Studientagung über Elektrofahrzeuge durchzuführen. Diese wird vom 19. bis 21. Februar 1974 in

Washington stattfinden. Auf Grund der örtlichen Möglichkeiten und dem wachsenden Interesse, das dem elektrischen Antrieb von Strassenfahrzeugen entgegengebracht wird, dürfte diese Veranstaltung nach der Ansicht der Organisatoren einen entscheidenden Markstein in der Geschichte der Elektrofahrzeuge setzen.

Die Veranstalter erwarten die Beteiligung von ungefähr 700 Ausstellern aus der Industrie, von Behörden und Lehrinstituten aus der ganzen Welt. Grosse Ausstellungsflächen für Elektrofahrzeuge und Zubehör (Batterien, Ladegeräte usw.) stehen zur Verfügung.

Das provisorische technische Programm setzt sich folgendermassen zusammen:

Dienstag, 19. Februar 1974

Vormittags:

Plenarsitzung unter der Leitung des Electric Vehicle Council.

Nachmittags:

Plenarsitzung unter der Leitung der UNIPEDE.

Mittwoch, 20. Februar 1974

Vormittags:

Elektrische Nichtstrassenfahrzeuge.

Komponenten für Elektrofahrzeuge.

Transportsysteme.

Elektrische Strassenfahrzeuge (1. Teil).

Nachmittags:

Energiequellen.

Elektrische Strassenfahrzeuge (2. Teil).

Eisenbahn.

Donnerstag, 21. Februar 1974

Vormittags:

Plenarsitzung unter der Leitung des Electric Vehicle Council.

Nachmittags:

Plenarsitzung unter der Leitung der UNIPEDE.

Mz



Studientagung über Elektrofahrzeuge 1972 in Brüssel:
Blick auf das Ausstellungsgelände