

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 64 (1973)  
**Heft:** 22  
  
**Artikel:** Wassermengen-Messeinrichtungen mit Ultraschall  
**Autor:** Schenk, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-915625>

### **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>**

# Wassermengen-Messeinrichtungen mit Ultraschall

Von H. Schenk

## Einleitung

Da die Electricité d'Emosson S.A. (Emosson) einerseits eine französisch-schweizerische Gesellschaft ist und andererseits ein Konzessionsgebiet beansprucht, das zum Teil bereits von den Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) ausgenutzt wird, sind für den reibungslosen Ablauf der Energiegewinnung und -verteilung entsprechende Verträge notwendig. Die Verrechnung der Energieanteile erfolgt nach der Bruttoenergie. Zur Kontrolle der getroffenen Vereinbarungen und für die Kontrolle durch das Eidgenössische Amt für Wasserwirtschaft (EAWW) müssen die Wassermengen-Messeinrichtungen sowie die Niveau-Messeinrichtungen der Anlagen der Emosson S.A. und der SBB (im Zusammenhang mit den SBB-Zentralen Châtelard I und Châtelard II) mit den notwendigen Genauigkeiten ausgestattet sein.

Der vorliegende Bericht befasst sich mit den Wassermengen-Messeinrichtungen der Druckleitungen und Druckschächte mit runden Querschnitten. Dabei handelt es sich im Rahmen der bereits genannten Gesamtabrechnung und Überwachung um folgende Wassermengen-Meßstellen (Fig. 1):

### 1. Kollektor Süd $Q_{CS}$

Wasser französischer Herkunft zum Turbinieren in den drei Peltonturbinen der Zentrale Châtelard-Vallorcine oder zum Füllen des Stausees Emosson (Syphonwirkung). Die Meßstelle befindet sich ca. 150 m von der Zentrale in einem Fensterstollen.

### 2. Kollektor Ost $Q_{CE}$

Wasser schweizerischer Herkunft zum Hinaufpumpen in den Stausee Emosson durch die beiden Pumpen oder zum Turbinieren in der Francisturbine (Turbine 4) in der Zentrale

Châtelard-Vallorcine. Die Meßstelle befindet sich ca. 120 m vor der Zentrale, ebenfalls in einem Fensterstollen.

### 3. Druckschacht Emosson $Q_{tE}$ , $Q_{dE}$

Wasser französischer und schweizerischer Herkunft aus dem Stausee Emosson zum Turbinieren in den drei Peltonturbinen der Zentrale Châtelard-Vallorcine einerseits und andererseits Wasser in entgegengesetzter Richtung aus dem Kollektor Süd oder gepumpt aus dem Kollektor Ost. Die Meßstelle befindet sich ca. 250 m vor der Zentrale in einem Fensterstollen.

### 4. Francisturbine $Q_F$

Wasser aus dem Kollektor Ost abzüglich der gepumpten Wassermenge und abzüglich der in der Hilfsturbine (GA) verwendeten Wassermenge. Die Meßstelle befindet sich in der Verteilung unmittelbar vor der Turbinengruppe.

### 5. Druckschacht Barberine $Q_t$

Wasser aus dem Stausee Emosson als Anteil der SBB zum Turbinieren in der bestehenden Zentrale Châtelard I und in der sich im Bau befindenden neuen Zentrale Châtelard II der SBB-Anlagen Barberine einerseits und andererseits Wasser in entgegengesetzter Richtung aus den Pumpen der neuen Zentrale Châtelard II. Die Meßstelle befindet sich unmittelbar vor der Verteilung der beiden Zentralen.

### 6. Druckschacht Ravoire $Q_t$

Wasser, das bereits in der Zentrale Châtelard-Vallorcine turbiniert wurde, zur nochmaligen Verwertung in der Zentrale La Bâtiatz. Die Meßstelle befindet sich unmittelbar vor dem Hosenrohr der Zentrale La Bâtiatz.

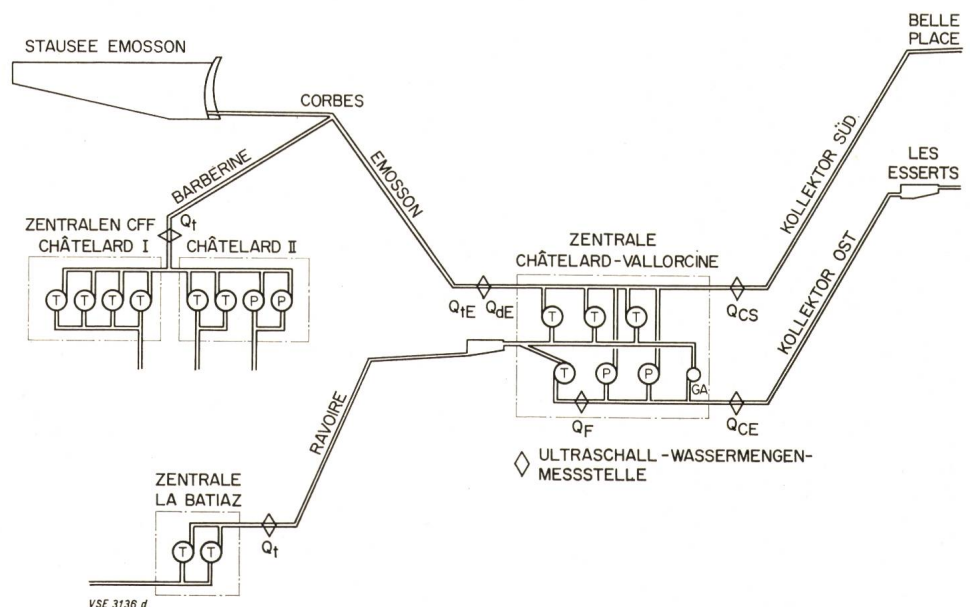


Fig. 1  
Hydraulisches Schema



## Auswahl des Meßsystems

Für den vorliegenden Fall bieten sich verschiedene Messmethoden an. Aus der ganzen Auswahl wurden folgende Systeme näher in Betracht gezogen:

- Venturimengenmessung
- Induktive Messmethode
- Ultraschall-Messmethode mit Differenzfrequenz
- Ultraschall-Messmethode mit Einzelzeitmessung

Beim Bau von vielen Anlagen wurde fast ausschliesslich das Druckdifferenzsystem mit Venturirohr für die Wassermengenmessungen verwendet. Im vorliegenden Fall musste jedoch darauf verzichtet werden, weil einerseits die Genauigkeit bei einer Wassermenge unterhalb 10 % der Nennwassermenge stark abnimmt und andererseits ein Druckverlust in den Druckleitungen entsteht. Dieser Druckverlust ergibt, wenn er kapitalisiert wird, einen ins Gewicht fallenden Betrag. Erfahrungen in Anlagen mit der induktiven Messmethode haben gezeigt, wie störanfällig solche Anlagen sein können, und zwar vor allem im Bereich vagabundierender Erdströme. Da die im Gebiet der Anlagen der Emosson S.A. verkehrende Martigny-Chamonix-Bahn mit Gleichstrom betrieben wird, müsste mit solch störenden Erdströmen gerechnet werden. Ferner wurden zu jenem Zeitpunkt der Entscheidung solche Einrichtungen nur für Rohre mit Durchmesser unter 2000 mm hergestellt, und zwar zu relativ hohen Preisen. In den Anlagen der Emosson S.A. sind einzelne Rohre grösser als 2 m im Durchmesser.

Die Ultraschallmethode mit Differenzfrequenz schien zunächst sehr einfach und preislich günstig, doch zeigten sich im Zeitpunkt der Ausschreibung bei der näheren Betrachtung Mängel in der Genauigkeit, die für die vorliegende Anlage nicht akzeptiert werden konnten. Da dieses System nicht als allgemein bekannt vorausgesetzt werden kann, soll etwas näher darauf eingegangen werden.

Bei dieser Methode wird von einem Impulsgeber, der in der Rohrwand eingebaut ist, ein Ultraschallimpuls schräg gegen die Fliessrichtung des Wassers ausgesandt. Nach der Durchlaufzeit durch das fließende Wasser trifft dieser Ultraschall-

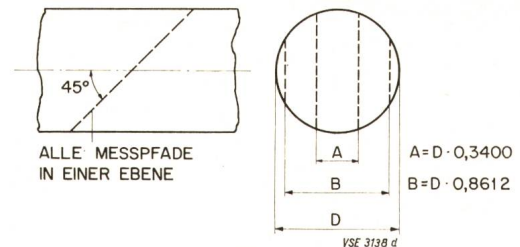


Fig. 3  
Anordnung der Messpfade

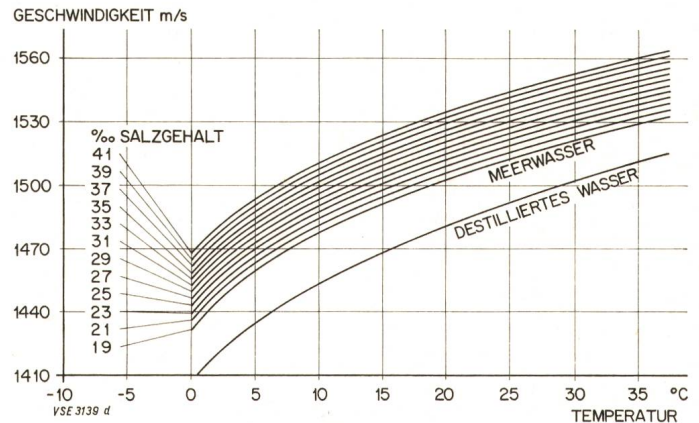


Fig. 4  
Ultraschallgeschwindigkeit im Wasser

impuls auf einen ebenfalls in der Rohrwand eingebauten Empfänger auf und löst dort für den Sender einen neuen Impuls aus. Dadurch entsteht für eine bestimmte Durchflussgeschwindigkeit des Wassers eine bestimmte Frequenz. Zu diesem Geber-/Empfänger-Paar gehört ein zweites, jedoch mit Schallausbreitungsrichtung schräg mit der Fliessrichtung. Hier entsteht, nach dem bereits beschriebenen Prinzip, eine zweite Frequenz, die bei fließendem Wasser etwas höher sein wird als die erste, da der Ultraschallimpuls zu seiner Schallausbreitungsgeschwindigkeit im Wasser durch die Fliessgeschwindigkeit des Wassers zusätzlich beschleunigt wird, während er im 1. Paar verzögert wurde. Mit der dazugehörigen Elektronik wird die Differenzfrequenz bestimmt, die der Durchflussgeschwindigkeit proportional ist. Diese Methode der Elektronik (Differenzfrequenz, singaround system) lässt leider für kleine Durchflussgeschwindigkeiten keine grossen Genauigkeiten zu. Im heutigen Zeitpunkt wäre durch die digitale Auswertung eine grössere Genauigkeit möglich.

Alle diese Nachteile und Unzulänglichkeiten führten zur Wahl des in der Folge beschriebenen Ultraschall-Meßsystems mit Einzelzeitmessung einer amerikanischen Firma, nachdem auch bei den interessierten Stellen der SBB und des EAWW das prinzipielle Einverständnis eingeholt wurde. Dabei wurde vom EAWW die Bedingung gestellt, es sei bei jeder Meßstelle zusätzlich ein Flansch zur Befestigung eines Prandtlrohres anzubringen, um im Falle eines Versagens der Messeinrichtung eine zweite Messmöglichkeit zu haben.

## Technische Beschreibung des gewählten Ultraschall-Meßsystems

Diese Ultraschall-Messeinrichtung für Flüssigkeitsströmungsgeschwindigkeiten wurde seinerzeit für die Geschwindigkeitsmessung von Schiffen und Unterseebooten der US Navy entwickelt. Mit der Umkehrung der Methode kann die Fliessgeschwindigkeit von flüssigen Medien in Rohren und Kanälen

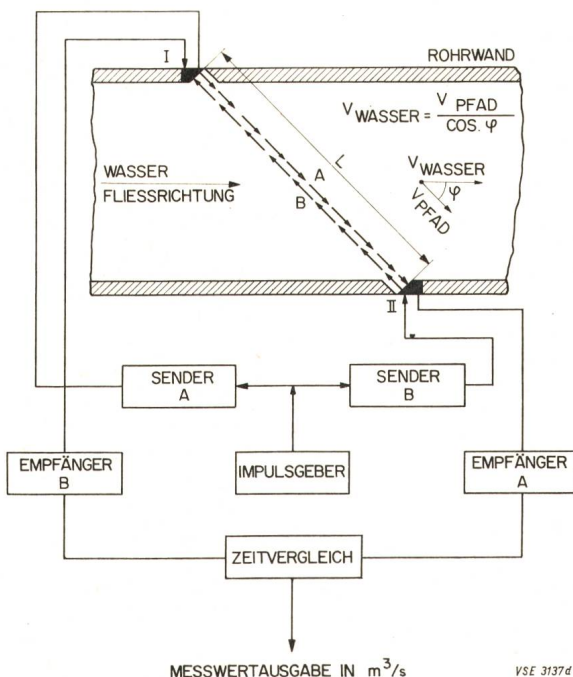


Fig. 2  
Prinzip der Messeinrichtung



gemessen werden. Aus der Fliessgeschwindigkeit lässt sich sehr einfach auf die Durchflussmenge pro Zeiteinheit schliessen.

Wie die prinzipielle Skizze Fig. 2 zeigt, wird in einem bestimmten Zeitpunkt ein Ultraschallimpuls (1,635 MHz) im Geber-/Empfänger-Kopf I (transducer) entlang der Schallausbreitungsbahn A ausgesandt. Dieser Impuls trifft nach einiger Zeit auf dem Geber-/Empfänger-Kopf II auf. Die Durchlaufgeschwindigkeit des Ultraschallimpulses setzt sich aus der Schallausbreitungsgeschwindigkeit im Wasser plus der Komponente der Fliessgeschwindigkeit entlang der Schallbahn zusammen. Die erforderliche Zeit ist

$$T_A = \frac{L}{C + V}$$

- C Schallausbreitungsgeschwindigkeit in der Flüssigkeit  
L Schallbahnlänge zwischen den Geber-/Empfänger-Köpfen I und II  
V Geschwindigkeitskomponente der Fliessgeschwindigkeit entlang der Schallbahn

Gleichzeitig wird ein Ultraschallimpuls im Geber-/Empfänger-Kopf II, entlang der Schallausbreitungsbahn B, ausgesandt. Dieser Impuls trifft nach einiger Zeit auf dem Geber-/Empfänger-Kopf I auf und wird durch die Wasserfliessgeschwindigkeit verzögert. Seine erforderliche Zeit ist

$$T_B = \frac{L}{C - V}$$

Der Unterschied der Durchlaufzeit beträgt

$$T = \frac{L}{C - V} - \frac{L}{C + V} = \frac{2LV}{C^2 - V^2}$$

Wenn V verglichen mit C sehr gering ist, kann das  $V^2$  im Nenner weggelassen werden. Somit ergibt sich

$$T = \frac{2LV}{C^2}$$

Diese Aufrundung schliesst einen Fehler von höchstens 0,00047 % ein für eine Fliessgeschwindigkeit von 3 m/s und 0,0047 % für eine Fliessgeschwindigkeit von 30 m/s, wenn die Schallgeschwindigkeit 1530 m/s beträgt.

Da der Ultraschallimpuls aus einer aperiodischen Schwingung besteht, ist es notwendig, für die Zeitmessung beim Eintreffen des Schwingungsgebildes immer den gleichen definierten Punkt zu erfassen. Deshalb wird stets die erste Anstiegsflanke verwendet (leading edge).

Der Unterschied in der Zeitdifferenz ist ein direktes Mass für die Durchflussgeschwindigkeit. Diese ist jedoch nicht über den ganzen Querschnitt gleichmässig verteilt, sondern hängt von verschiedenen Faktoren ab. Um eine mittlere Geschwindigkeit des Wassers messen zu können, werden im Rohr vier Messpfade – über den ganzen Querschnitt verteilt – eingebaut.

Indem in jedem Messpfad die Fliessgeschwindigkeit gemessen wird, kann in jedem Zeitmoment durch die Methode der Gaußschen Quadratur die mittlere Geschwindigkeit mit genügender Genauigkeit ermittelt werden. Man kann annehmen, dass an den Seitenwänden des Druckrohres die Wassergeschwindigkeit 0 ist und erhält somit für das Integral sechs Messwerte ( $0 + y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + 0$ ).

Die Schallgeschwindigkeit im Wasser hängt von der Temperatur, der chemischen Zusammensetzung und der Verunreinigung des Wassers ab. Da jedoch gleichzeitig in entgegengesetzten Richtungen mit derselben Beschleunigung bzw. Verzögerung durch die Wasserfliessgeschwindigkeit gemessen wird, kann die effektive Schallgeschwindigkeit ständig ermittelt werden. Dies ermöglicht eine stetige Kompensation für die Veränderung der Schallgeschwindigkeit infolge der genannten Ursachen.

Die Schallgeschwindigkeit kann sich in den Grenzen von 1400...1560 m/s ändern, wie dies das Kurvenblatt Fig. 4 anschaulich zeigt.

Als Zeitbasis für die Zusammensetzung wird ein stabiler Kristalloszillator mit einer Frequenz von 20 MHz verwendet. Um einen möglichst genauen Messwert für die Durchlaufzeiten zu erhalten, wird pro Messpfad in jeder Richtung je 32mal die Durchlaufzeit gemessen. Für eine Messung werden 17 ms benötigt, was für die Messung eines Messpfades in beiden Richtungen eine Zeit von 0,544 s ergibt. Die vier Messpfade pro Meßstelle werden hintereinander gemessen, so dass für die ganze Meßstelle 2,176 s benötigt werden. Mit den nach dieser Zeit vorliegenden Resultaten wird durch Mittelwertbestimmung und Gaußsche Quadratur die mittlere Fliessgeschwindigkeit in m/s und mit Hilfe des Rohrdurchmessers die Durchflussmenge in m<sup>3</sup>/s für den Zeitmoment nach Beendigung der viermal 32 Einzelmessungen bestimmt. Alle diese Berechnungen werden in einem zum System gehörenden und im Elektronikschrank eingebauten Prozessrechner durchgeführt. Da in den Anlagen der Emosson S.A., wie später beschrieben wird, in einem Fall vier Meßstellen im gleichen Prozessrechner ver-

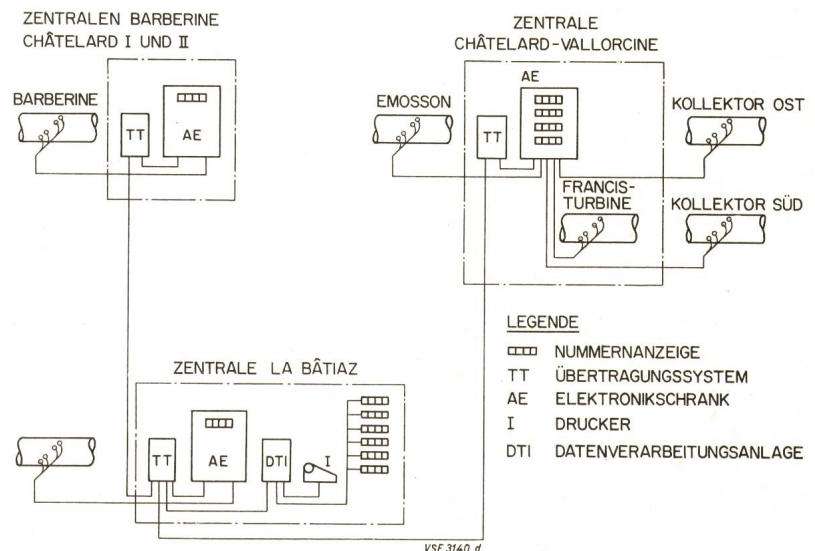


Fig. 5  
Wassermengen-Messeinrichtungen von Emosson



Meßstelle	Durchmesser des Druck- rohres (m)	Nennwasser- Menge $Q_N$ (m <sup>3</sup> /s)	Min. Wasser- menge $Q_M$ (m <sup>3</sup> /s)	Min. Wasser- menge in % von $Q_N$	Nenn- geschwindigkeit (m/s)	Min. Geschwin- digkeit (m/s)
Kollektor Süd $Q_{CS}$	1,4	12	0,5	4,2	7,8	0,33
Kollektor Ost $Q_{CE}$	2,0	23	0,5	2,2	7,3	0,16
Emosson $Q_{tE}$ $Q_{dE}$	2,3	34	0,25	0,7	8,2	0,06
Francis-Turbine $Q_F$	1,6	15	1,2	8,0	7,5	0,6
Barberine $Q_t$	1,8	16	0,1	0,6	6,3	0,04
Ravoire $Q_t$	2,4	29	0,4	1,4	6,5	0,09

Fig. 6

arbeitet werden, wurde eine Zeit von 15 s festgelegt, in der jeweils pro Meßstelle der Meßwert (m<sup>3</sup>/s) aktualisiert wird. Im genannten Fall werden mit einem zusätzlich eingebauten Zeitmultiplex die vier Meßstellen zyklisch abgetastet, so dass total für die Zeitmessung viermal 2,176 s, also 8,704 s, benötigt werden. Rechnet man dazu noch etwas Zeit für die Berechnung und berücksichtigt man die Leistung des vorhandenen Fernmeldesystems, so kann die bereits erwähnte Zeit von 15 s nicht wesentlich unterschritten werden. Durch den vorhandenen Diagnosecheck wird bei einer Zeitmessung mit weniger als 28 Einzelmessungen ein Alarm ausgelöst.

Im Elektronikschrank ist pro Meßstelle eine Digitalanzeige für den Wassermengenmesswert mit vier Dekaden (bis 0,01 m<sup>3</sup>/s) eingebaut. Zusätzlich wird dieser Messwert mit dieser Wertung dem allgemeinen Übertragungssystem in die zentrale Kommandostelle nach La Bâtiâz übermittelt. Dort werden die Werte einerseits in der Hydrauliktafel angezeigt und andererseits in der Datenverarbeitungsanlage aufsummiert. Die Durchflussmengen (m<sup>3</sup>) werden jeweils im Betriebsprotokoll täglich ausgedruckt. Da die Übertragung der Messwerte im BCD-Code erfolgt, besteht das Interface für die vier Dekaden des Messwertes aus viermal vier Relais total, mit der Wertigkeit 1, 2, 4, 8 pro Dekade. Zusammen mit den Alarmen, der Adresse

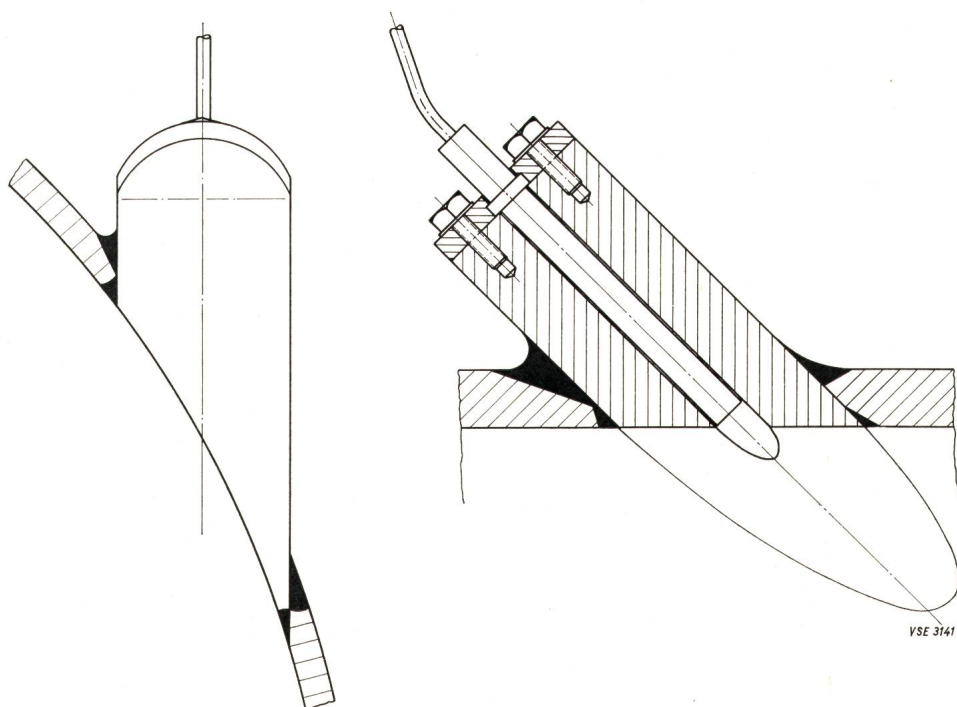
und der Vorzeichenausgabe und der Reserve ist pro Meßstelle für die Ausgabe der Messwerte und Signale ein Anschluss für ca. 45 Leitungen am Elektronikschrank notwendig. Die Zusammenfassung einzelner Leitungen erfolgt erst auf dem Haupttrangierteiler der Zentrale.

#### Anwendung des beschriebenen Ultraschall-Meßsystems in den Anlagen der Emosson S. A.

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, sind die Wassermengen in sechs zum Teil örtlich weit auseinander gelegenen Druckleitungen zu messen. Da die Meßstelle vom Elektronikschrank nicht weiter als 350 m entfernt liegen soll, ergab sich folgende Konzeption:

In der Zentrale Le Châtelard-Vallorcine (obere Stufe) wurde ein Elektronikschrank für die dort in der Nähe liegenden vier Meßstellen aufgestellt.

Die vier Messwerte werden einerseits im Schrank selbst angezeigt und andererseits dem allgemeinen Übertragungssystem übergeben. Für die ca. 1 km entfernt liegende Meßstelle der Anlagen Barberine wurde ein separater Elektronikschrank installiert. Auch hier wird der Messwert nebst der Anzeige im Schrank dem Übertragungssystem übergeben. In der Zentrale La Bâtiâz ist für die einzige Meßstelle ebenfalls ein separater Elektronik-



VSE 3141 I

Fig. 7

Einbau eines Sender-Empfängers



schränk installiert worden. Dieser Messwert wird neben der Anzeige im Schrank «fil-à-fil» in den nahegelegenen Kommandoraum übertragen. Die beschriebene Konzeption ist aus Fig. 5 ersichtlich. Alle Messwerte werden im Blindschema der Hydrauliktafel in der Kommandostelle La Bâtiaz angezeigt, um jederzeit einen hydraulischen Überblick zu erhalten.

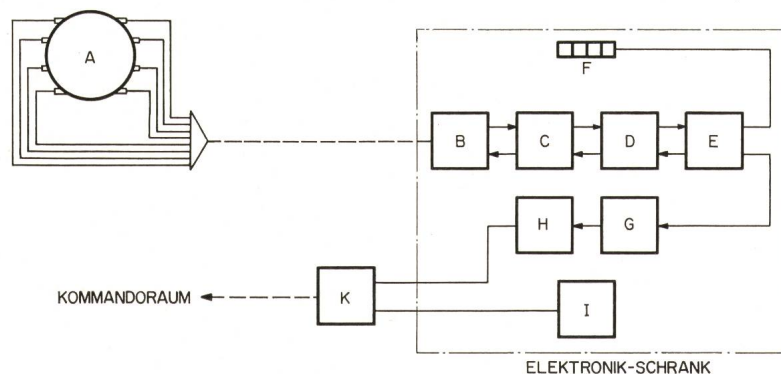
### Beschreibung der einzelnen Anlageteile

Bei jeder Meßstelle mussten in den Druckrohren acht Stutzen zur Aufnahme der Geber-/Empfänger-Elemente eingebaut werden. Dies war nicht sehr einfach auszuführen, da die Rohre Durchmesser bis zu 2,4 m aufweisen und die Stutzen zur Rohrachse 45° Neigung haben und zudem in bezug auf die Symmetrieachse des Rohrquerschnittes seitlich angeordnet sein müssen. Die Konstruktion der Stutzen und die Installation der Geber-/Empfänger-Elemente wird in Fig. 7 dargestellt.

Die Geber-/Empfänger-Köpfe bestehen aus einer äusseren Hülse aus Kunststoff und dem darin eingebauten elektrischen Teil. Dieser kann ausgewechselt werden, ohne dass der Druckschacht entleert werden muss, da die Kunststoffhülse das Loch im Stutzen dicht abschliesst. Die acht Geber/Empfänger pro Meßstelle werden mit abgeschirmten Twinax-Kabeln mit einem in der Nähe der Meßstelle montierten Kabelkasten verbunden. Für die Verbindung zwischen diesem Kabelkasten und dem Elektronikschrank wurde ein Spezialkabel, bestehend aus acht abgeschirmten Twinax-Kabeln, Typ RG 108 A/U, mit Zugarmierung und Kunststoffmantel, angefertigt. Für die max. zulässige Dämpfung in diesen Kabeln wurde vom Hersteller des Ultraschall-Messgerätes ein Wert von 2 db/100 m bei einer Frequenz von 1,6 MHz angegeben.

Die in den Zentralen aufgestellten Elektronikschränke enthalten in den normalen 19-Zolleinschüben nebst der Energieversorgung und der Kühleinrichtung alle notwendigen elektronischen Komponenten in IC-Technik inkl. der Ausgabe-Relaisperipherie. Die Geräte sind für folgende Bedingungen gebaut:

- Temperatur 10...35 °C
- Feuchtigkeit 0...90 %
- Schockfestigkeit bis 3 G
- Betriebsdauer 5 Jahre ohne Neueinstellung
- Anspeisung 20 Jahre für die mechanische Ausrüstung
- 115 V ± 10 % 47...63 Hz, 5 A



#### LEGENDE

- A MESSSTELLE
- B ULTRASCHALL-SENDER-EMPFÄNGER
- C ZWISCHENVERSTÄRKER
- D PROZESSEINHEIT MIT FEST-PROGRAMMIERTEM RECHNER
- E DATENZWISCHENSPEICHER

- F DIGITALANZEIGE
- G AUSGABESPEICHER FÜR FERNMESSUNG (DIGITAL)
- H RELAISPERIPHERIE (INTERFACE)
- I ÜBERWACHUNGSEINHEIT
- K ÜBERTRAGUNGSSYSTEM

VSE 3143 d

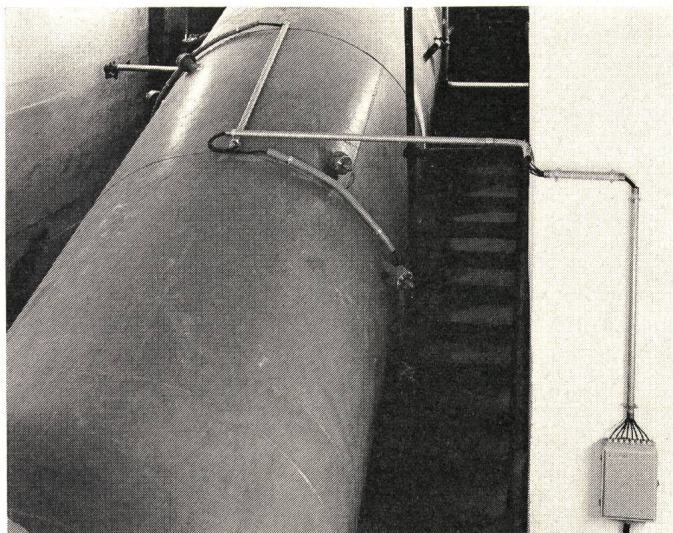


Fig. 8

### Genauigkeit

Vom Hersteller wird für das beschriebene System eine Genauigkeit von  $\pm 1\%$  der Durchflussmenge bis zu einem bestimmten Minimum der Durchflussmenge angegeben. Der Fehler von  $\pm 1\%$  setzt sich aus einem linearen Integrationsfehler und einem festen Fehleranteil, der von der kleinsten Auflösung (systembedingt) herrührt, zusammen, wie dies in Fig. 12 gezeigt wird.

Die kleinste Auflösung für das vorliegende System mit 32 Zeitmessungen pro Messpfad, 4 Messpfaden und einem Neigungswinkel zur Rohrachse von 45° beträgt:

$$0,0106 \cdot D^m \text{ (m}^3/\text{s)}$$

Wie aus Fig. 12 ersichtlich ist, ist der Fehler unterhalb des Punktes, bei dem die Wassermenge der kleinsten Auflösung 1% der durchfliessenden Wassermenge beträgt, konstant und ergibt für alle kleineren Wassermengen relative Fehler, die über 1% liegen, wie dies die Kurvenschar Fig. 13 für die verschiedenen Druckleitungen der Anlage der Emosson S. A. zeigt.

Der relative Fehler lässt sich somit wie folgt errechnen:

$$F\% = \frac{0,0106 \cdot D^m \cdot 100}{Q \text{ m}^3/\text{s}} \text{ (jedoch nicht unter 1\% als Garantie)}$$

Fig. 9  
Blockschema



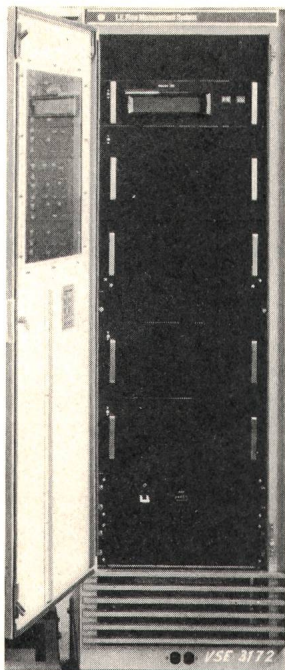


Fig. 10  
Elektronikschrank



Fig. 11  
Einschub mit Prozessrechner

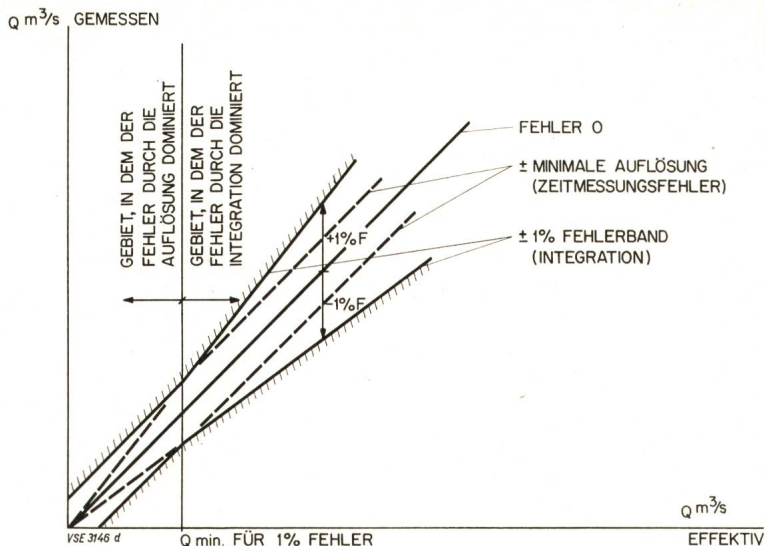


Fig. 12  
Genauigkeit des Ultraschall-Meßsystems

Daraus folgt die minimale Wassermenge für einen Fehler von 1 %

$$Q_{\min} (1\%) = \frac{0,0106 \cdot D^m \cdot 10\,000}{Q_N m^3/s} (\% \text{ von } Q_N)$$

$Q$  Durchfließende Wassermenge in  $m^3/s$

$Q_N$  Nennwassermenge in  $m^3/s$

$D^m$  Rohrdurchmesser in m

Damit diese Genauigkeit eingehalten werden kann, sind für die Herstellung der Geber-/Empfänger-Stutzen im Druckrohr relativ genaue Toleranzen einzuhalten. Diese betreffen vor allem die Abstände der Messpfade voneinander, deren Winkel zur Rohrachse und die Achsenübereinstimmung der Stutzenlöcher pro Messpfad (Geradlinigkeit). Trotz diesen Toleranzen ist es notwendig, die genauen Abmessungen der einzelnen Meßstellen zu kennen und im Prozessrechner einzuprogrammieren. Dies bedingt eine Messung aller Messpfadlängen, deren Abstände zueinander und aller Messpfadwinkel gegenüber der Rohrachse. Diese Messungen können jedoch erst ausgeführt werden, nachdem die Druckleitung fertig verlegt und verschweisst ist, damit auch sicher die endgültigen Abmessungen in der Programmierung des Prozessrechners berücksichtigt

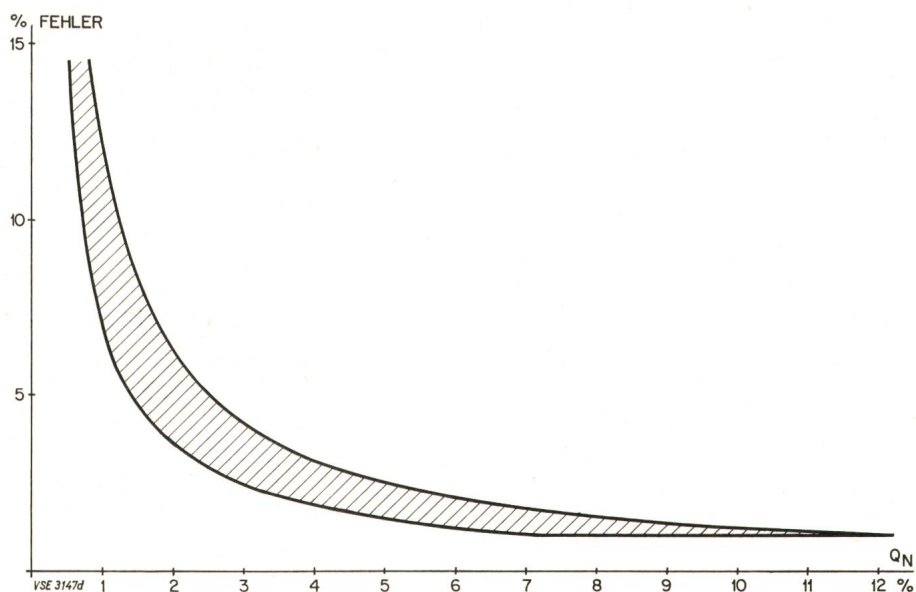


Fig. 13  
Kurvenband für die Fehlergrenzen  
der verschiedenen Druckrohre



werden. Dabei ist ferner zu beachten, dass diese Abmessungen durch die Füllung mit Wasser durch den statischen Druck eine Veränderung erfahren. Diese Veränderungen müssen theoretisch berechnet und ebenfalls berücksichtigt werden. Sie liegen in der Grössenordnung eines Promilles.

Mit Kenntnis all der genannten Daten wird der Prozessrechner fest programmiert (hardware). Damit fällt nach Angabe des Herstellers eine eigentliche Eichung dahin. Trotzdem wird von amtlicher Seite (EAWW) eine Eichung vorgenommen, um festzustellen, wie weit die Angaben des Herstellers zutreffen. Die Eichmessung erfolgt entweder durch die bekannte Flügelradmessmethode oder im Zusammenhang mit der Wirkungsgradmessung der Maschinengruppen mit der

thermodynamischen Methode, bei der mit genügender Genauigkeit die Wassermenge berechnet werden kann.

Anlässlich der Wirkungsgradmessung zweier Maschinengruppen der Zentrale Châtelard-Vallorcine durch die Division technique générale (Grenoble) de l'Electricité de France wurden zusammen mit einem Vertreter des EAWW Vergleichsmessungen durchgeführt. Die Abweichungen zwischen den beiden Messmethoden betrugen zwischen 0,3...0,5 %.

**Photos: Michel Darbellay, Martigny.**

**Adresse des Autors:**

Heinz Schenk, Motor-Columbus Ingenieur-Unternehmung AG, Baden/Schweiz.

## Mitteilungen

### Schweizerische Unfallversicherungsanstalt

Auf 1. Januar 1974 treten in der obligatorischen Unfallversicherung die folgenden Änderungen in Kraft:

1. Der für die Krankengeld-, Renten- und Prämienberechnung massgebende versicherte Höchstverdienst wird auf 150 Franken pro Tag bzw. 46 800 Franken pro Jahr heraufgesetzt (Änderung von Art. 74 Abs. 2, Art. 78 Abs. 5 und Art. 112 Abs. 2 des Bundesgesetzes über die Kranken- und Unfallversicherung KUVG). Die bisherigen Ansätze betrugen 100 bzw. 31 200 Franken.

2. Im Zusammenhang mit der Harmonisierung der Lohnbegriffe bei der AHV und der SUVA werden die Familienzulagen, die als Kinder-, Ausbildungs- oder Haushaltungszulagen im orts- oder branchenüblichen Rahmen gewährt werden, vom prämienpflichtigen Lohn ausgenommen (Änderung von Art. 112 Abs. 2 KUVG).

Diese Zulagen müssen also inskünftig nicht mehr für die Prämienberechnung deklariert werden; sie gehören bei der AHV ebenfalls nicht zum beitragspflichtigen Lohn. Bei den Versicherungsleistungen (Krankengeld und Rente) werden sie aber nach wie vor gemäss den gesetzlichen Bestimmungen mitberücksichtigt. Durch die Harmonisierung der Lohnbegriffe werden somit die den Versicherten zustehenden Leistungen nicht geschmälert.

3. Ebenfalls im Rahmen der Harmonisierung der Lohnbegriffe bei der AHV und der SUVA werden die Leistungen des Arbeitgebers für den Lohnausfall, der dem Arbeitnehmer infolge von Militärdienst, Unfall und Krankheit entsteht, in den prämienpflichtigen Lohn einbezogen (Anwendung von Art. 112 Abs. 1 KUVG).

Neu sind also sämtliche Leistungen des Arbeitgebers bei Militärdienst, Unfall und Krankheit zu deklarieren. Bisher wurden die Leistungen des Arbeitgebers bei Militärdienst und Unfall überhaupt nicht erfasst, und Vergütungen bei Krankheit waren nur dann prämienpflichtig, wenn sie mindestens 80 % des Lohnes ausmachten.

Nicht prämienpflichtig sind dagegen nach wie vor die Vergütungen Dritter, das heisst die Erwerbsausfall-Entscheidungen und die Taggeldleistungen von Unfall- und Krankenversicherern.

4. Als Folge des Einbezuges der Leistungen des Arbeitgebers bei Militärdienst, Unfall und Krankheit in den prämienpflichtigen Lohn (vgl. Ziffer 3) hat der Verwaltungsrat der SUVA beschlossen, den Abzug von den Betriebsunfallversicherungsprämien, der mit Rücksicht auf die in der deklarierten Lohnsumme eingeschlossenen Entschädigungen bei Arbeitsunterbrechungen (Ferien, Feiertage, kurze Urlaube, Militärdienst, Unfall, Krankheit) gewährt wird, von 9 % auf 10 % zu erhöhen. Der erhöhte Abzug wird erstmals bei den endgültigen Prämienabrechnungen angewendet, die das Versicherungsjahr 1974 betreffen.

5. Schliesslich wird das Ende der Versicherung neu geregelt. Nach der neuen Bestimmung endet die Versicherung mit dem Ablauf des dreissigsten Tages nach dem Tage, an dem der Anspruch auf den vollen oder mindestens halben Lohn aufhört (Änderung von Art. 62 Abs. 2 KUVG).

Neu genügt also bereits der Anspruch auf den halben Lohn, damit die Nichtbetriebsunfallversicherung in Kraft bleibt; nach bisheriger Praxis waren hiezu 80 % des Lohnes erforderlich.

Die Inhaber versicherungspflichtiger Betriebe werden von der SUVA im November 1973 mit der Zustellung der Vorausprämienrechnung für 1974 ausführlich über diese Änderungen orientiert.

Die Gesetzesänderungen gemäss Ziffern 1, 2 und 5 hievore unterstehen dem fakultativen Referendum. Die Änderungen werden unter Vorbehalt des Referendums mitgeteilt; es ist indessen nicht zu erwarten, dass dieses ergriffen wird.

Bei dieser Gelegenheit wird noch darauf hingewiesen, dass die SUVA neue «Richtlinien für die Ermittlung der SUVA-prämienpflichtigen Löhne mit elektronischen Datenverarbeitungs-maschinen, Form. 1912» herausgegeben hat. Diese Richtlinien sind bei den Kreisagenturen in deutscher und französischer Sprache gratis erhältlich.