

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 34 (1943)  
**Heft:** 19

**Artikel:** Besichtigung der Telephonzentrale Bern  
**Autor:** Wettstein, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1061764>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 03.04.2025

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

après avoir composé le No. 112, les résultats sportifs seront donnés par le No. 113, ceux des élections par le No. 114, etc. On gagnera ainsi une nouvelle série de 10 numéros d'appel simples et relativement faciles à retenir. Mais par suite des circonstances actuelles et des difficultés à obtenir le matériel technique nécessaire, la réalisation de ce projet a dû être renvoyée à des temps meilleurs.

Dans notre pays, les institutions publiques sont volontiers l'objet des

#### *critiques des usagers,*

car il est toujours difficile à une entreprise très active de pouvoir contenter tout le monde. Ceci s'applique en particulier au service des renseignements des PTT. D'aucuns, mal renseignés sur les possibilités que leur offre le No. 11, estiment que nos renseignements devraient être grandement améliorés; ils nous donnent le conseil d'appliquer ce qui se fait à l'étranger et plus spécialement à Paris où fonctionne cette merveille qui s'appelle le service «SVP». Qu'est-ce que au juste le service SVP? C'est une agence privée d'informations qui se charge de vous renseigner sur tout ce qui peut vous passer par la tête et qui vous procure tout ce que vous voulez à des prix imbattables. Vous désirez connaître la date de naissance de Vercingétorix ou celle de la mort de Denis Papin, SVP vous l'indiquera; si vous voulez envoyer des fleurs à une jolie femme, SVP s'en chargera; vous désirez vous

faire apporter un souper froid, commandez le à SVP; vous n'avez plus de cognac, un coup de téléphone à SVP qui vous en vendra du plus vieux et du meilleur, etc. Vous voyez par ces exemples, Messieurs, que l'activité de SVP est fonction de la fantaisie de sa clientèle. Que penseriez-vous de notre administration des téléphones si elle, en tant que régie fédérale, lançait une réclame libellée ainsi: «Avez-vous besoin d'une charmante blonde, instruite, ayant de bonnes manières, parlant couramment l'anglais, pour faire la 4<sup>e</sup> à votre partie de bridge? Demandez-la au No. 11 qui vous donnera satisfaction dans les délais les plus courts. Le No. 11 renseigne sur tout et procure tout.» Vous pouvez vous imaginer, et moi aussi, le volume des réclamations de la part des associations professionnelles, des commerçants, les articles de la presse criant au scandale, les interpellations aux chambres fédérales.

Les protestataires n'auraient certes pas tort, car les PTT (en fait donc l'état) se transformeraient en concurrents de l'économie privée, ce qui n'est pas dans leur rôle. Le service des renseignements et des ordres tel qu'il est organisé rend de grands services à la clientèle; il en rendra encore davantage quand il sera mieux connu. Ceci est l'affaire de la propagande, de l'instruction des abonnés et de celle du téléphone à l'école. J'espère que vous-mêmes vous ferez votre profit de ce que je vous ai exposé et ma conférence apportera ainsi une modeste contribution au développement du No. 11.

## Besichtigung der Telephonzentrale Bern

Von A. Wettstein, Bern

621.395(494)

An der 2. Tagung für elektrische Nachrichtentechnik in Bern fand eine Besichtigung der Telephonzentrale Bern statt. Die mannigfaltigen Betriebsausrüstungen der Telephondirektion Bern werden hier kurz beschrieben.

### Das vollautomatische Ortsamt

Von den beiden Ortszentralen für je 9000 Teilnehmer steht die erste seit 1924, die zweite seit 1935 ununterbrochen im Betrieb. Sie arbeiten beide nach dem Schrittwählersystem, wo die mit der Nummernscheibe beim Teilnehmer erzeugten Stromimpulse zur direkten Steuerung der entsprechenden Wählorgane dienen. Ausser den zahlreichen Gestellen mit den verschiedenen Vor-, Gruppen- und Leitungswählern finden wir noch Verteiler- und Sicherungsbuchten sowie die pro 100 Teilnehmer zusammengebauten Gesprächszähler. Ein Signaltabelleau mit entsprechenden Feldern in den einzelnen Gestellreihen meldet vorkommende Störungen, z. B. Sicherungsdefekte, mechanische und elektrische Fehler an Wählorganen, Feuerausbruch usw.

**Prüf- und Messpulte.** Die Eingrenzung aller vom Teilnehmer gemeldeten Störungen erfolgt an den Mess- und Prüfpulten. Die bei Nr. 12 einlaufenden Störungsmeldungen werden in die betreffenden Teilnehmerkarten eingetragen, wo später noch Angaben über Dauer, Fehlerort und Störungsursache hinzukommen. Diese Kartothek dient nicht nur interessanten statistischen Zwecken, sie liefert vielmehr wertvolle Hinweise für einen systematischen Unterhalt und wirtschaftlichen Betrieb.

**Ortsauptverteiler.** Auf der vertikalen Seite des Ortsauptverteilers münden sämtliche Anschlussleitungen der Teilnehmer ein, während an den horizontal angeordneten Lötösenstreifen die I. Vorwähler der Zentralenausrüstung liegen. Hier

besteht also die Möglichkeit, irgendeine Teilnehmerleitung über einen Rangierdraht irgendeiner Anschlussnummer zuzuordnen. Bei Nummern- oder Wohnortwechsel wird das eine oder andere Ende dieses Drahtes gelöst und neu angelötet.

**Niederfrequenz-Telephonrundsprach.** Die den Hauptverstärkern des Verstärkeramtes entnommene Energie wird einer Ortsverteilanlage zugeführt, die pro Programm, je nach angeschlossener Teilnehmerzahl, über Verstärker von 6...20 W Ausgangsleistung verfügt. Jedem TR-Teilnehmer ist ein Schaltglied zugeordnet, das die wahlweise Einstellung eines der 5 TR-Programme gestattet.

### Die Ausrüstung für den automatischen Fernbetrieb

Aus dem automatischen Ortsverkehr entwickelte sich die automatische Netzgruppentechnik und später der automatische Fernbetrieb. Mit der «0» als erster Ziffer jeder Fernkennzahl schaltet sich der Teilnehmer ausser einem Ausgangsgruppensucher auch ein automatisch arbeitendes Zählwerk, einen Zeitzonenzähler<sup>1)</sup> an. Die 2. und 3. Ziffer der Kennzahl, eventuell noch die 1. und 2. Ziffer der Teilnehmernummer, liefern dem Zählwerk die Kriterien für die zu registrierende Taxe. Das Antworten des gerufenen Teilnehmers bewirkt den Start des Zeitmessers, wobei für jede Gesprächseinheit zu 3 Minuten dem Teilnehmerzähler die der vorbereiteten Taxe entsprechenden Zählimpulse übermittelt werden.

### Das handbediente Fernamt

Seine Aufgabe besteht darin, alle Verbindungen, die der Teilnehmer nicht durch Selbstwahl<sup>2)</sup> herstellen kann, ferner

<sup>1)</sup> Bull. SEV 1942, Nr. 15, S. 425.

<sup>2)</sup> A. Reding: Die Automatik im Telephon-Fernverkehr. Bull. SEV 1942, Nr. 25, S. 732...742.

die Transit- und Auslandverbindungen manuell durch Telephonistinnen zu vermitteln. Dem Fernamt angegliedert ist ein ausgedehnter Auskunftsdienst.

Ca. 90 % aller handvermittelten Fernverbindungen erhält der Teilnehmer über Nr. 13 (Schnelldienst). Die Frontausrüstung dieser Arbeitsplätze enthält Klinken und Signallampen für Anruf- und Besetztsignalisierung der anrufenden Schnelldienstleitungen sowie die über alle Plätze vielfach geschalteten Klinken und Besetztlampen der verschiedenen direkten Fernleitungen (ca. 400 Leitungen). Jeder dieser Arbeitsplätze ist mit zehn Schnurpaaren ausgerüstet, denen je ein Trenn- und Sprechschlüssel, eine Rückruftaste, zwei Ueberwachungslampen und ein Schnurzeitmesser zugeordnet sind. Ueber eine Tastatur bereitet die Telephonistin die für das betreffende Ferngespräch zu entrichtende Taxe vor und startet bei Gesprächsbeginn die Taxkontrolleinrichtung, über die alle 3 Minuten dem Teilnehmerzähler automatisch die Taximpulse übermittelt werden.

Für Verbindungen, die sich nicht fließend im Schnelldienst herstellen lassen (Ausland, Leitung oder Teilnehmer besetzt, unbekannte Teilnehmernummern usw.) stehen ähnlich ausgerüstete Fernschränke zur Verfügung. Die Bestellung wird auf einem Gesprächszettel notiert, über eine pneumatische Förderanlage einem Arbeitsplatz zur Ausführung zugestellt und nachher mit den nötigen Angaben über Dauer und Taxe versehen, an den Verrechnungsdienst geleitet.

Von den Spezialplätzen dürften neben den beiden Aufsichtspulten vor allem die Auskunftsplätze (Nr. 11)<sup>3)</sup> besonders interessieren. Das sechskantige Flachpult für schnurlosen Betrieb trägt in der Mitte ein Sichtregister mit 2 drehbaren Trommeln. Auf dem Umfang dieser Trommeln sind im ganzen 1200 schwenkbare Tafeln angeordnet, welche alle erforderlichen Angaben für den Auskunftsdienst enthalten. Ausser den mannigfaltigen Auskunftsbefehlen gelangen über diese Plätze auch Aufträge verschiedenster Art zur Ausführung.

#### Der Fernhauptverteiler mit Fernkabelendverschlüssen und Uebertragerspulen

Am Fernhauptverteiler münden die Fernkabel ein, deren einzelne Adern über Lötösenstreifen und fliegende Rangierdrähte mit den ebenfalls am Verteilergestell angeschlossenen Zentraleneinrichtungen verbunden werden.

Impedanzanpassung von Kabel und Zentralenausrüstung, Gleichstromsperrung und Phantomschaltung erfordern das Einfügen von Uebertragerspulen in die Fernleitungen.

#### Das Verstärkeramt

Ein Teil der in Bern transitierenden Leitungen wird über Verstärker geführt. Im *Zweidrahtverstärker* ist für jede Gesprächsrichtung ein Verstärkerelement vorhanden. In der Brückenordnung muss jede Leitung durch eine entsprechende Kunstleitung, die sogenannte Nachbildung, im Gleichgewicht gehalten werden. Für den Betrieb der Röhren sind 3 Batterien erforderlich, nämlich die Heizbatterie von 24 V, eine Anodenbatterie von 130 V und eine Gitterbatterie von 10 V. Da die 20-Hz- und 50-Hz- Ruf- und Wahlimpulse den Verstärker nicht passieren können, werden diese Signale auf Umgehungswegen weitergeleitet. Ein auf die geschwächten Empfangssignale eingestellter Relaisatz sendet unverzerrte Impulse unter Zuhilfenahme der Energiequellen des Amtes Bern an die Leitung weiter.

Da die Gabelschaltungen des Zweidrahtverstärkers seine Verwendungsmöglichkeit auf kurze Leitungen bis zu 600 km Länge begrenzen, musste man sich für die langen, vorwiegend internationalen Leitungen mit einem andern System, dem *Vierdrahtverstärker* behelfen. Dieser Verstärkertyp wird in Leitungen eingefügt, deren vollständiger Sprechstromkreis aus vier Kabeladern besteht, nämlich je ein Paar für jede Sprechrichtung. Gabelschaltungen mit Ruf- und Signal-Umformer-ausrüstungen sind bei diesem System nur in den beiden Endämtern nötig, während sie für die Zwischenämter wegfallen.

#### Die Schalt- und Kontrolleinrichtungen für das Musikleitungsnetz

Alle modernen Fernkabel enthalten spezielle Musikleitungen, die ein Frequenzband von 35...10 000 Hz geradlinig über-

<sup>3)</sup> Siehe Vortrag von A. Langenberger in dieser Nummer, S. 570.

tragen und denen in den Verstärkerämtern Rundfunkverstärker zugeordnet sind. Den Verstärkern der 5 Hauptmusiknetze Beromünster, Sottens, Monte Ceneri, Ausland I und Ausland II, zu denen in Bern noch ein sechster für den Kurzwellensender Schwarzenburg dazukommt, wird die Modulation für Niederfrequenz-Telephonrundsprach und Hochfrequenz-Telephonrundsprach entnommen und den Anlagen der Ortszentralen zugeleitet. Nach einem, dem Radioprogramm entsprechenden, Schaltplan werden die gerichteten Hauptverstärker ihren Leitungen zugeschaltet und dabei die Modulation mit Kontrollgeräten wie Spitzenspannungszeiger, Voltmeter und Lautsprecher überwacht.

#### Die Endausrüstung für den drahtlosen Ueberseedienst

Die beiden getrennten Sprechkanäle, Sendeleitung Bern-Schwarzenburg Kurzwellensender und Empfangsleitung Chättonnaye-Bern werden in Bern über eine Vierdrahtgabelschaltung in einer Zweidrahtleitung nach dem Bedienungsplatz der manuellen Fernzentrale vereinigt. Für die dauernde Ueberwachung von Lautstärke und Qualität der abgehenden und ankommenden Modulation benützt der Betriebstechniker Spannungszeiger, Kopfhörer, Lautstärkereger usw. Eine durch die Sprache gesteuerte Echosperrung verhindert die Echowirkung in der Gegenrichtung. Eine Geheimschaltung gewährleistet die Wahrung des Gesprächsgeheimnisses. Zu diesem Zweck wird das Sprechfrequenzband in verschiedene Bänder zerlegt, deren gegenseitige Lage nach bestimmten Zeitintervallen verschoben und so dem Sender zugeleitet werden. Die Motoren für die Verzerrungs- und Entzerrungsschaltungen werden einer mehrfachen täglichen Synchronisierungskontrolle unterworfen.

Die Schweiz besitzt heute direkte Kurzwellen-Sprechverbindungen mit New York, Buenos Aires, Tokio, Madrid und Lissabon.

#### Die Trägerfrequenztelephonie

Die zwischen Zürich und Bern als Versuchsanlage betriebene Trägertelephonie arbeitet über eine Leitung mit einer Grenzfrequenz von 60 000 Hz. Von den 12 gleichzeitig möglichen Sprechkanälen sind heute 3 im Betrieb<sup>4)</sup>. Ueber einem Generator für die Erzeugung der Trägerfrequenz finden wir Ringmodulatoren und Filter, die jeden Sprechkanal (300...3600 Hz) in seine entsprechende Lage auf der Frequenzskala bringen. Eine Gabelschaltung nach dem Vierdrahtprinzip, die auch zusätzliche Relais für die Impulsübertragung enthält, vereinigt Sende- und Empfangsrichtung in einer Zweidrahtleitung.

#### Die sprechende Uhr

enthält die nach dem Amplitudenverfahren aufgenommenen Tonfilmstreifen für die Zeitanzeige. Auf dem Umfang einer rotierenden Walze sind 24 Streifen für die verschiedenen Stunden, 60 Streifen für die Minuten und 6 Streifen für die Sekunden aufgezogen. Die Umwandlung des fotografierten Tones in einen elektrischen Strom erfolgt mit 3 Abtastgeräten, die neben Lichtquelle und Optik als wesentlichen Bestandteil eine Photozelle enthalten. Ein sinnreicher Mechanismus verschiebt die Abtastgeräte vor die entsprechenden Tonfilmstreifen und gibt die umgewandelten, verstärkten Ströme in der Reihenfolge der Zeitanzeige dem Hörer frei. Das die genaue Zeit markierende Uhrpendel erhält seine Synchronisierungsimpulse von der Mutteruhr der Sternwarte in Genf.

Sprechende Uhren stehen in Genf, Bern und Lugano, sie sind den Teilnehmern der übrigen Schweiz über ein spezielles Uhrenfernleitungsnetz zugänglich.

#### Die Hochfrequenz-Telephonrundsprachanlage<sup>5)</sup>

Diese Ausrüstung gliedert sich in zwei getrennt voneinander aufgestellte Organe für die Erzeugung der HF-Energie einerseits und die Verteilanlage andererseits.

<sup>4)</sup> An der Tagung für elektrische Nachrichtentechnik in Olten (17. 10. 1942) wurde im Anschluss an den Vortrag von Prof. E. Baumann über Trägerfrequenztechnik die Versuchsanlage der Leitung Zürich-Olten besichtigt. Wir hoffen, darüber später noch zu berichten.

<sup>5)</sup> Der Vortrag von Dr. O. Steiger über den Hochfrequenz-Telephonrundsprach wird in einer der nächsten Nummern des Bulletin erscheinen.

Ein Oszillator mit 2 Quarzfiltern liefert die Trägerfrequenzen für die 5 Programme. Jedem Programm ist eine besondere Vorstufe mit NF-Verstärker, ein Modulator mit Vorverstärker und eine Endstufe zugeteilt. Auf je 2500...3000 Teilnehmer entfällt ein Endverstärker mit Bandfilter. Messklinken und eine mit den erforderlichen Instrumenten aus-

gerüstete Messbucht ermöglichen eine rasche Eingrenzung der über eine Alarmeinrichtung signalisierten Störungen. Ein koaxiales Kabel verbindet die Verstärker- mit der Verteilanlage, wo jeder Hochfrequenz-Telephonrundsprech-Teilnehmer über ein eigenes Filter verfügt, das der Fernhaltung von Zentralen- und Leitungsstörungen dient.

## Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

### Druckstösse in Rohrleitungen

(Nach O. Schnyder, Von Roll Mitteilungen 1943, Nr. 3/4)

532.595

Die Druckstossprobleme beschäftigen sowohl den Konstruktions- wie den Betriebsingenieur von Wasserkraft- oder Pumpwerken und von Wasserversorgungen sowie industriellen Presswasseranlagen. Selbst in den Einspritzleitungen für Brennstoffe bei Dieselmotoren und bei hydraulischen Maschinensteuerungen treten solche Aufgaben auf.

Unter den technischen Wissenschaften gehören die Druckstossprobleme in das Gebiet der Mechanik. Sie zeigen den gleichen wellenförmigen Charakter wie Torsionsschwingungen von Wellen und elektrische Stromstösse längs Leitungen.

Den Ingenieur, der sich mit Druckstossproblemen zu befassen hat, interessieren, statt einer lückenlosen wissenschaftlichen Erfassung des Vorganges, in der Hauptsache die grösstmöglichen Störungsamplituden, die bei den gegebenen Verhältnissen auftreten können.

Im Abschnitt I: «Grundzüge der technischen Druckstosstheorie» werden die theoretischen Ableitungen der Grundgleichungen entwickelt. Am Beispiel der Fortpflanzungsgeschwindigkeit von Druckwellen sei die Einfachheit der für die Praxis bestimmten Resultate gezeigt:

$$a = \sqrt{\frac{\frac{g}{\gamma} \varepsilon}{1 + \frac{\varepsilon}{E} \cdot \frac{D}{s}}}$$

$a$	Fortpflanzungsgeschwindigkeit
$g$	Erdbeschleunigung
$\gamma$	Spezifisches Gewicht des fließenden Mediums
$\varepsilon$	Elastizitätsmodul des fließenden Mediums
$E$	Elastizitätsmodul des Rohrmaterials
$D$	Rohrdurchmesser
$s$	Stärke der Rohrwandung

Aus einigen wenigen grundlegenden Beziehungen können, je nach den massgebenden Randbedingungen (z. B. freier Auslauf, gedrosselter Einlauf, Rohrende mit Windkessel, Gewichtsakkumulator, Sicherheitsventil oder Standrohr) die interessierenden Hauptdaten ermittelt werden. Ganz besonders wertvolle Dienste leistet ein neuentwickeltes graphisches Verfahren, indem die Randbedingungen als Funktionen

$$h_A = \psi(c_A, t) \text{ und } h_E = \psi(c_E, t)$$

für  $x=0$  und  $x=L$  mit der Zeit  $t$  als Parameter durch Kurvenscharen im Geschwindigkeits-Druck-Diagramm eingezeichnet werden. Dabei bedeuten  $h_A$  Druckhöhe am Rohranfang und  $h_E$  Druckhöhe am Rohrende mit  $c_A$  und  $c_E$  als entsprechenden Durchflussgeschwindigkeiten zur Zeit  $t$ .

Die Fachleute der Elektrotechnik interessiert besonders der Abschnitt II: «Druckstossprobleme der Praxis». Am Beispiel der Verhältnisse beim Kraftwerk Innertkirchen<sup>1)</sup> werden zweckmässige Abschlusszeiten von Schnellschlußschiebern erläutert. Je grösser die Wasserkraftanlagen und damit die in den Druckstellen und Druckleitungen enthaltenen Wassermengen werden, um so furchtbarer können sich Katastrophen bei Rohrbrüchen auswirken. Beim Kraftwerk Innertkirchen wurden in dieser Hinsicht alle Schutzvorkehrungen getroffen. Trotzdem sieht die Verteilleitungen vor den Turbinen, die Turbinen- und Reserveschieber in einer Felsenkammer befinden, wo das bei Rohrbruch austretende Leckwasser nur beschränkter Schaden anrichten kann, wurden Schnellschlußschieber als nötig erachtet.

Bei der Ermittlung der Schieberabschlussgesetze mussten verschiedene Druckstossprobleme berücksichtigt werden. Die oben erwähnte graphische Methode ermöglicht die Ermittlung

<sup>1)</sup> Bull. SEV 1942, Nr. 20, S. 529, und 1943, Nr. 17, S. 495.

der Leckwassermenge und des zugehörigen Druckgefälles bei vollständigem und plötzlichem Rohrbruch am Ende des Druckschachtes, je nach der Grösse der im Moment des Betriebsunfalles abfliessenden Wassermenge. Ganz andere Verhältnisse ergeben sich, wenn statt eines ganzen nur ein partieller Rohrbruch eintritt, d. h. wenn das Verhältnis  $\mu$  zwischen Lecköffnung und Rohrquerschnitt irgendeinen Wert kleiner als 1 annimmt.

Statt wie früher, bei der analytischen Methode, ein Schliessgesetz anzunehmen und hiezu die Druckstösse zu rechnen, gestattet die graphische Methode den umgekehrten Weg, indem zu einer zugelassenen Drucksteigerung das günstigste Schliessgesetz ermittelt wird.

Druckstossprobleme ergeben sich auch beim plötzlichen Abschalten von Pumpen. Beim plötzlichen Ausserbetriebnehmen der Speicherpumpe von Oberems der Illsee-Turtmann-Werke<sup>2)</sup> z. B. musste vermieden werden, dass gefährliche Druckstösse von der Rohrleitung in die Verbindungsleitung zwischen Wasserschloss und Illsee fortgepflanzt werden. Zu diesem Zweck baute man in die gefährdete Leitung eine Drosselklappe ein. Dieses Abschlossorgan (Fig. 1), das beim

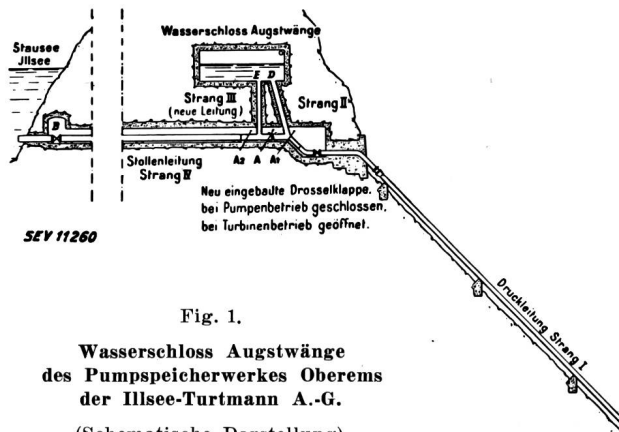


Fig. 1.

Wasserschloss Augstwänge  
des Pumpspeicherwerkes Oberems  
der Illsee-Turtmann A.-G.

(Schematische Darstellung)

Pumpbetrieb geschlossen bleibt, zwingt das Förderwasser zunächst in das druckstossdämpfende Wasserschloss. Die Berechnungen ergaben, dass die anfänglich befürchtete Druckstossübertragung von einer Klappenseite zur andern, trotz der Elastizität kaum stattfindet.

In Förderleitungen von Zentrifugalpumpen können durch konstruktive und betriebliche Massnahmen Druckstösse vermindert werden. Bei plötzlichem Abschalten von Pumpen können Ueber- und Unterdrücke auftreten. Bei Knickpunkten der Leitungen im Gelände besteht bei Unterdruck die Gefahr des Abreissens der Wassersäule; dann können durch den äusseren Ueberdruck die Rohrwandungen eingebault oder gar eingedrückt werden. Darum verwendet man konstruktive Mittel, z. B. Windkessel, Standrohre, Wasserschlösser oder Belüftungsventile, um den Unterdruck zu beschränken, oder man rüstet die Pumpenmotoren mit grossen Schwungmassen aus (Fig. 2).

Bei Druckstoßsteigerungen eignen sich neben obigen baulichen Vorkehrungen besonders Rohrverschlüsse und Leerlaufventile. Die früher allgemein üblichen Rückschlagklappen allein sind schlechte Stossdämpfer. Besser sind Rücklaufklappen mit hydraulisch gesteuerter Umleitung (Fig. 3). Die Dämpfung der Druckstösse wird dadurch erreicht, dass nach

<sup>2)</sup> Bull. SEV 1942, Nr. 11, S. 318.