

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 26 (1935)
Heft: 18

Artikel: Zum Dambruch in Oberitalien vom 13. August 1935
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1060331>

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: 28.11.2025

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

war. Die bei der Steuerung durch Verschieben der Phasenlage der Wechselkomponente der Magnetisierung erhaltenen Oszillogramme sind in Fig. 8 dargestellt. Sie unterscheiden sich von den andern

die Gleichstromkomponente etwas kleiner war als die Amplitude der Wechselstromkomponente. Bezüglich des zum Sperren nötigen Magnetfeldes haben die Versuche mit Hochspannung ergeben, dass

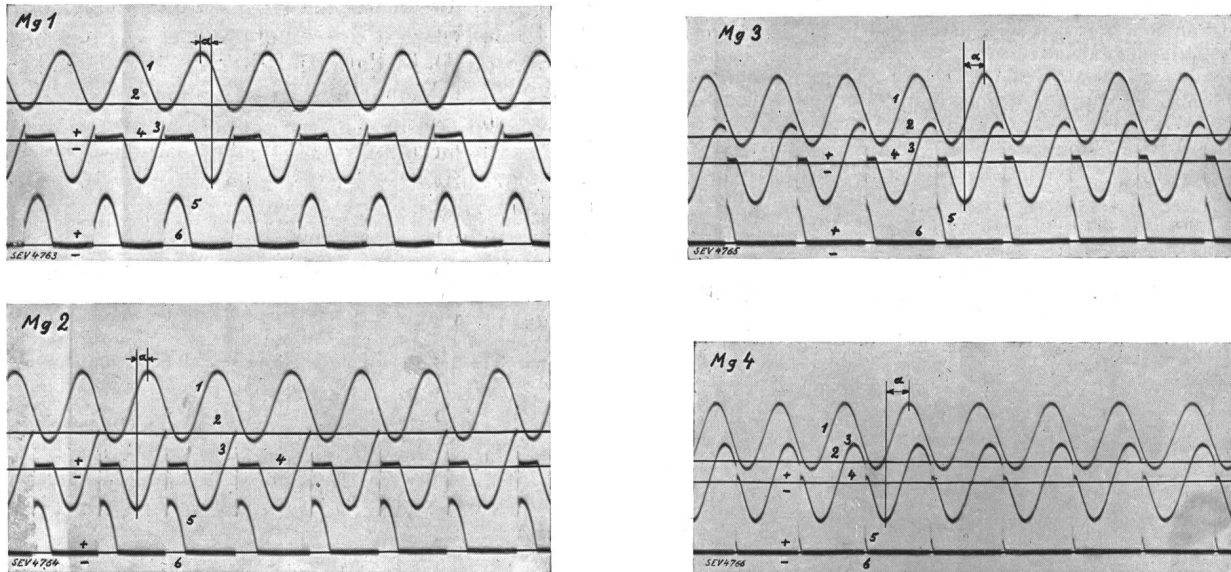


Fig. 8.

Steuerung durch Sperren der Anode mit einem Magneten unter Verwendung eines Feldschwächgitters. Schaltung nach Fig. 7.

Scheitelwert der Gitterspannung = 140 V.

1 Magnetfeld. Scheitelwert = 67 Gauss.

2 Nulllinie dazu.

3 Anodenspannung. Scheitelwert = $220 \sqrt{2}$ V.

α = Phasenverschiebung der Wechselkomponente des Magnetfeldes gegenüber der Anodenspannung.

4 Nulllinie dazu.

5 Anodenstrom. Scheitelwert = 20 A.

6 Nulllinie dazu.

Oszillogramm

Mg 1

60° elektr. voreilend

Mg 2

55° elektr. nacheilend

Mg 3

110° elektr. nacheilend

Mg 4

125° elektr. nacheilend

Mittelwert
des Anodenstroms

6 A

4 A

1,3 A

0,14 A

nur rein äusserlich, insofern als die Nulllinie des Steuerfeldes nicht über der Mittellinie der Wechselkomponente liegt, sondern unter ihr, und dass der Maßstab des Magnetfeldes ein anderer ist. Das ist jedoch nur eine Angelegenheit der Polarität der Oszillographenschleife und ihres Vorschaltwiderstandes. Ausserdem waren bei der Aufnahme dieser Oszillogramme im Gegensatz zu den andern die Magnetisierungsströme zufällig so eingestellt, dass

bei einer Effektiv-Gitterspannung von 100 Volt mit 50 Gauss 6,5 kV und mit 100 Gauss 12,5 kV an der Anode gesperrt werden konnten. Höhere Spannungen konnten wegen ungenügender Isolation nicht an die Anode angelegt werden. Da jedoch, wie bereits erwähnt, das elektrische Feld durch Reduktion der Gitterspannung beliebig geschwächt werden kann, so ist es klar, dass beliebig hohe Anodenspannungen gesperrt werden können.

Zum Dambruch in Oberitalien vom 13. August 1935.

In einer Spezialbeilage zur letzten Nummer konnten wir die wichtigsten Daten über das *Kraftwerk Molare* mitteilen, das am 13. d. M. durch einen Dambruch schwer heimgesucht wurde. Wir ergänzen im folgenden diese Tabelle und fügen einige Angaben, die wir von befreundeter und mit den Verhältnissen vertrauter Seite über die mutmassliche Ursache dieser grossen Katastrophe erhalten haben, bei.

Technische Daten über das Kraftwerk Molare

(südlich von Alessandria, im Tale der Orba, Ligurische Apenninen, 31 km nordwestlich von Genua)

der *Officine elettriche Genovesi (Edison-Konzern)*.

Erbauungsjahre 1922 bis 1924.

Einzugsgebiet: 141 km².

Durchschnittliche Wassermenge: 5 m³/s.

Künstlicher Stausee von 5 km Länge, 400 m max. Breite, ca. 1 km² Oberfläche.

Nutzbarer Stauinhalt: 18 Millionen m³.

Max. Staukote 322 m ü. M. Min. Staukote 295 m ü. M.

2 Staumauern
Konstruktion:

1. *Bric Zerbino*

2. *Sella di Zerbino*
(diese ist geborsten)

Beton-Schwergewichtsmauern mit Blockeinlagen, gegründet auf kompakte Serpentin-Felsen.

Bogenmauer,
200 m Radius

Gerade Mauer

Dilatationsfugen

keine

3

Kronenlänge

160 m

80 m

Kronenbreite

6 m

3,3 m

Anzug:

Luftseite

75 %

68 %

Wasserseite

5 %

5 %

Max. Höhe

49,75 m

16,75 m

Mittlere Gründungskote

275 m ü. M.

308 m ü. M.

Freiwerdende

Wassermenge bei

Bruch d. Mauer

18 Mill. m³

11 Mill. m³

Entlastungsorgane (nur bei der Hauptmauer, Bric Zerbino, vorhanden):

1. Grundablass auf Kote 280 m für $55 \text{ m}^3/\text{s}$ $1,8 \text{ m } \varnothing$
2. » *i. d. Mauer* auf Kote 295 m für $150 \text{ m}^3/\text{s}$ $5 \text{ m } \varnothing$
3. 12 Saugheber für $500 \text{ m}^3/\text{s}$
4. 1 Ueberlauf 68 m Länge, $150 \text{ m}^3/\text{s}$

Ohne den unteren Grundablass, der nur ausnahmsweise zur völligen Entleerung des Sees benützt wird, beträgt die gesamte Durchlassfähigkeit der Entlastungseinrichtungen $800 \text{ m}^3/\text{s}$, also ca. $5,7 \text{ m}^3$ pro Sekunde und km^2 Einzugsgebiet.

Stollen mit Wasserschloss: $3 \text{ m } \varnothing$, 2700 m lang, $1 \text{ }^\circ/100$ Neigung; Statischer Druck 30 m Wassersäule; Abschluss durch Drosselklappe, $2 \text{ m } \varnothing$.

1 eiserne Rohrleitung, $\varnothing 2,50 \text{ m}$, Länge 423 m .

Maschinenhaus mit Unterwasserkanal und Ausgleichbecken.

- 2 Francisturbinen: 90 bis 110 m Gefälle, 10 bis $12,5 \text{ m}^3/\text{s}$, 9000 kW , 500 U/min .
- 2 Drehstrom-Generatoren, 14000 kVA ; 5000 bis 6000 V , 50 Per./s .

Jährlich erzeugbare Energie: 20 Millionen kWh.

Näheres siehe *Energia Elettrica* 1925/II, S. 1178, und 1926/I, S. 8.

Ueber die Katastrophe.

Wie bereits aus den Tagesblättern zu ersehen war, brach nicht die Haupttalsperre, sondern die sekundäre, bei «Sella di Zerbino», zusammen. Die primäre Ursache dieser Katastrophe ist der ganz aussergewöhnliche, wolkenbruchartige Regen, der sich am 13. August d. J. über die Gegend ergoss. Um 7 Uhr morgens dieses Tages stand der Wasserspiegel im Staubecken erst auf Kote 310,80. Es war bis zum maximalen normalen Stau, auf Kote 322,0, ein Stauraum von ca. $10,6$ Millionen m^3 vorhanden, der bereits um 10 Uhr 45 gefüllt war. Von diesem Moment an traten die Heber (System Heyn) in Funktion; aber schon vorher, um 10 Uhr 10, hatte der Wärter den grossen Grundablass mit Abschluss auf Kote 295,50 und die Abschlußschützen des Ueberlaufes geöffnet, so dass durch die vorhandenen Entlastungseinrichtungen etwa $825 \text{ m}^3/\text{s}$ zum Abfluss gelangten. Der wolkenbruchartige Regen hörte aber nicht auf und der See stieg trotz der Hochwasserentlastungen um ca. $4,50 \text{ m}$ über den normalen Stau, also auf Kote 326,50, so dass beide Talsperren um ca. 2 m überflutet wurden. Während nun die Haupttalsperre allen statischen und dynamischen Einwirkungen des Hochwassers standhielt, frass das überfließende Wasser in der sekundären Talsperre zunächst an der linksseitigen Anschlußstelle den Felsen an und hierauf brach die Staumauer stückweise entsprechend den Dilatationsfugen ab. Das Wasser frass sich nach erfolgtem Dammbbruch in den Felsen noch einige Meter unter die tiefste Fundation bis auf Kote 300 m ü. M. ein.

Ueber die durch die Katastrophe verursachten Schäden wurde in der Tagespresse eingehend berichtet. Hier mag nur erwähnt sein, dass das Kraftwerk Molare gänzlich zerstört wurde; nur die zwei Maschinengruppen blieben an ihrer Stelle, obwohl stark beschädigt, auf ihren Fundamenten stehen. (Siehe Schweizer Illustrierte Zeitung vom 21. August 1935.) Das Stauwehr des anschliessenden Ausgleichbeckens mit allen Nebenanlagen wurde zugrunde gerichtet. Zwischen dem Stausee und dem Maschinenhaus wurden verschiedene Häuser, nachdem sich die Einwohner hatten retten können, zerstört. Unterhalb des Maschinenhauses wurde die Brücke der Ortschaft Molare, die Strassenbrücke bei Ovada und die Eisenbahnbrücke, diese einige Minuten nach der Durchfahrt eines Zuges, zerstört. Die Zahl der Menschenopfer beträgt 111.

Soweit man die Verhältnisse bis jetzt überblicken kann, scheint es, dass das ohne jedes Beispiel dastehende Katastrophen-Hochwasser allein, unabhängig vom Dammbbruch, schon aussergewöhnlichen Schaden angerichtet hätte. Tatsächlich sind oberhalb des Staubeckens, in Orbicella, Schäden eingetreten, auch waren verschiedene Zusammenbrüche unterhalb der Talsperre vor dem Eintreten des Dammbrechens in «Sella di Zerbino» erfolgt. Aus den Beobachtungen über das Ansteigen des Sees kann errechnet werden, dass der Zufluss zum Staubecken ca. 1600 bis $2000 \text{ m}^3/\text{s}$, d. h. zwei bis zweieinhalb Mal so viel als das maximal angenommene Hochwasser, für welches die Entlastungseinrichtungen vorgesehen waren, betrug.

In Ovada, auf ca. 190 m ü. M., betrug die Regenmenge ca. 300 mm in 6 Stunden. Wenn man entsprechend der durchschnittlichen Höhenlage des Einzugsgebietes des Staubeckens plausible Annahmen über den mutmasslichen Niederschlag und den Abflusskoeffizienten macht, so kommt man auf einen mittleren Zufluss während dieser 6 Stunden von vielleicht $1500 \text{ m}^3/\text{s}$.

Ueber den Wolkenbruch in der Zentralschweiz vom 9. September 1934 wurde in der «Schweiz. Wasser- und Energiewirtschaft» vom 25. Okt. und 25. Nov. v. J. berichtet; dort ist mitgeteilt, welche Zerstörungen ein wohl sehr intensiver, aber nur $\frac{3}{4}$ Stunden dauernder Wolkenbruch verursachen konnte. Man kann sich vorstellen, welche Folgen er gehabt hätte, wenn er die Dauer des Wolkenbruches von Molare erreicht hätte.

Zum Vergleich mit den an der kleinen Orba zum Abfluss gekommenen Wassermassen sei angeführt, dass die Aare bei Olten während der Zeit von 1910 bis 1932 kein grösseres Hochwasser als $1100 \text{ m}^3/\text{s}$ geführt hat. Beim Rhein in Basel wurde während der Periode 1904 bis 1932 eine Abflussmenge von $1600 \text{ m}^3/\text{s}$ nur an ca. 50 Tagen, eine solche von $2000 \text{ m}^3/\text{s}$ nur an ca. 12 Tagen im Durchschnitt pro Jahr erreicht.

Es handelt sich also bei Molare um ein sintflutartiges Hochwasser, das nach menschlichem Ermessen bei der Projektierung nicht vorausgesehen werden konnte. Es liegt hier daher ein ausgesprochener Fall von höherer Gewalt vor.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Die Ableitungsverluste von Freileitungen bei Rauhreif.

621.3.017.1: 621.315.056.5

Messungen haben ergeben, dass die Ableitung von Freileitungen im Frequenzbereich von 5 bis 50 kHz ungefähr proportional mit der Frequenz steigt. Bleibt im übrigen die Betriebsfrequenz konstant, so hängt die Grösse der Ableitung noch erheblich von den atmosphärischen Verhältnissen ab; sie wächst bei Regen- und Tauwetter etwa auf das Vierfache, wenn sich Rauhreif bildet sogar auf das Fünffache des «Gutwetter»-Wertes. Das hat besondere Bedeutung für Fernsprech-Freileitungen und Hochspannungsleitungen mit Hochfrequenztelefonie.

Die Dämpfungszunahme bei Regenwetter ist im wesentlichen auf die erhöhte Ableitung der Isolatoren zurückzuführen. Für die grosse Rauhreifeindämpfung fehlte bisher eine Erklärung. Erst die Ergebnisse neuerer Untersuchungen über das Verhalten von Eis im elektrischen Feld liessen erkennen,

dass es sich um *anomale Dispersion* und *Absorption* im Eis handelt¹⁾.

Das Wassermolekül besitzt ein elektrisches Moment, d. h. es stellt einen elektrischen Dipol dar, der, ähnlich wie die Magnethöhle im magnetischen Feld, das Bestreben hat, sich in die Richtung der momentanen elektrischen Feldstärke einzustellen. Im Eis ist aber die freie Drehbarkeit des Moleküls sehr eingeschränkt, es muss sozusagen «innere Reibung» überwunden werden und der Einstellvorgang erfordert nicht nur Arbeit, sondern auch eine gewisse Zeit.

Jedenfalls ist im statischen Feld (Gleichstromfeld) die Orientierungsaubeute am grössten und, da sich die Dipole nur einmal in die Feldrichtung einzustellen brauchen, bleibt der nötige Arbeitsaufwand minim. Im Wechselfeld dagegen absorbiert die dauernde Umorientierung einen Arbeitsbetrag, der mit der Frequenz wächst. Allerdings geht das nicht unbegrenzt weiter, denn sobald die Frequenz des Wechselfeldes

¹⁾ P. Debye, Polare Molekeln, Leipzig 1929, S. 118.