

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 95/96 (1930)  
**Heft:** 20

**Artikel:** Ueber den Ersatz der in der Schweiz benötigten Brennstoffe durch hydro-elektrische Energie  
**Autor:** Naeff, M.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-44099>

### **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:** 07.02.2026

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

Gebotenen sehr mässige. Ueberhaupt ist die Siedelung als in jeder Hinsicht ausgezeichnet gelungen zu bezeichnen; die im Plan etwas schematisch anmutende und überflüssige Symmetrie auf eine gedachte mittlere Queraxe wird durch die üppig sprossenden Gärten in Wirklichkeit völlig ausgelöscht. Eine Besichtigung der Kolonie ist sehr zu empfehlen und wird von der Zweckmässigkeit noch mehr überzeugen, als es unsere kurze Schilderung vermag.

### Ueber den Ersatz der in der Schweiz benötigten Brennstoffe durch hydro-elektrische Energie.

In einem der zweiten Weltkraftkonferenz Berlin vorgelegten Bericht hat Oberbergrat *Haidegger*, Budapest, das Problem der Energiebilanz Mitteleuropas auf Grundlage des statistischen Materials vom Jahre 1926 unter Einbeziehung aller in Frage kommenden Energieträger einer Untersuchung unterzogen. Der aus Wasserkraften gewonnene Energieanteil betrug dabei auf diesen Zeitpunkt nur 3,6% der gesamten, mit 2885,6 Billionen Kalorien angegebenen Energiemenge. Er wurde grösstenteils in den einzelnen Produktionsländern selbst verwendet, und nur ein geringfügiger Teil von rund 1000 Millionen kWh gelangte zum zwischenstaatlichen Energieverkehr. An diesem war die Schweiz mit 853 Millionen kWh in hervorragender Weise beteiligt; es wird in dem Berichte darauf hingewiesen, dass durch diesen Energieexport, zusammen mit der zielbewussten Steigerung des einheimischen Absatzes und der dadurch erzielten Verminderung der Einfuhr fremder Energieträger, eine bemerkenswerte Entlastung der schweizerischen Handelsbilanz möglich geworden sei.

Es ist nun interessant, dass, ganz unabhängig von dieser Studie auf Anregung, und unter der Leitung des Vizepräsidenten des Schweiz. Energie-Konsumenten-Verbandes, Dr. Ing. *E. Steiner*, der Versuch unternommen wurde<sup>1)</sup>, für die Schweiz eine Abklärung zu schaffen über die weiteren Möglichkeiten und den Umfang des wirtschaftlichen Ersatzes der Kohle durch hydro-elektrische Energie für die nächste Zukunft, d. i. bis zum Jahre 1940, wobei auch die Energiebilanz des Landes, allerdings beschränkt auf die aus Wasserkraften, Kohle und Oel gewonnenen Energien, in die Untersuchungen mit einbezogen werden musste.

Ein Hauptgrund zur Erschliessung weiterer Absatzgebiete und erhöhter Energieverwendung für elektro-thermische Zwecke liegt nach genannter Schrift in der bekannten Tatsache, dass bei einer auf Wasserkraften sich stützenden Energieversorgung und bei der ausgeprägten Eigenart des Energiebezuges, ein bedeutender Teil der verfügbaren Energie unverwertbar bleibt, weil diese nach Zeit und Menge sehr veränderliche sog. Abfallenergie sehr schwer abzusetzen ist. Wenn es auch vorläufig durch die Ausfuhr noch gelingt, mit einer Mischung von rd. 30% ständiger und rd. 60% zum Teil einschränkbarer Energie noch rd. 10% Abfallenergie abzustossen, so zeigt doch der geringe Anteil dieser letzten, dass die Exporthebung keine Lösung für deren vermehrte Verwendung bedeutet, da das Ausland in dieser Hinsicht ebenso wenig aufnahmefähig ist, wie das eigene Land.

Der Ausnützungsfaktor der schweizerischen Wasserkraftenergie hat sich wohl durch den Ausbau der Energiewirtschaft in den Jahren 1922 bis 1929 von 58,5% auf 82%, also um jährlich durchschnittlich 4% erhöht, was zum Teil auch dem vermehrten Absatz von Abfallenergie zuzuschreiben ist. Die Steigerung des Ausnützungsfaktors ist aber beschränkt, und es wird daher bei der ständigen weitem Erhöhung der Energieproduktion noch mehr Abfallenergie verloren gehen, wenn nicht für diese entsprechende Verwendungsmöglichkeiten geschaffen werden können. Die Grösse der wirtschaftlichen Bedeutung dieser Frage erhellt aus dem Hinweise, dass von den in der Betriebsperiode Oktober 1928 bis Oktober 1929 von allen schweizerischen Elektrizitätswerken, einschl. denen der Schweiz. Bundesbahnen, erzeugten rund 6500 Mill. kWh, rd. 1175 Mill. kWh, d. h. volle 18%, nicht verwertet werden konnten.

Bei der Ueberprüfung der Anwendungsmöglichkeiten der elektro-thermischen Energie können drei Gruppen unterschieden werden. Die erste umfasst das grosse Gebiet der bereits erprobten

Anwendungen in Haushalt, Kleingewerbe und Landwirtschaft, für die Preise von 8 bis 6 Cts./kWh leicht erträglich sind. Es folgt die Gruppe von Verfahren, bei denen die Elektrowärme wegen der damit erzielbaren Fabrikations-Verbesserungen bevorzugt wird, auch wenn bei einem Preise von 4 bis 2 Cts./kWh mit höhern Gestehungskosten zu rechnen ist. Hierher gehören die Verfahren für die Veredlung von Metallen und Mineralien, die verschiedenen Trocknungsverfahren, die vielen Anwendungen der Elektrowärmeerzeugung in der Metallindustrie, Buchdruckerei, Papier- und Textilindustrie. In die dritte Gruppe fallen alle Verfahren, bei denen grössere Wärmemengen für die Erzeugung von Dampf und heissem Wasser oder zum Kochen, Verdampfen oder Warmhalten von Flüssigkeiten benötigt werden. Wenn auch hier die technischen Vorbedingungen durch Warmwasser- und Dampfspeicher, Durchlauf- und Elektrodenkessel bereits geschaffen sind, so sind doch oft die elektro-thermischen Verfahren, auch bei geringsten Energiepreisen von 1,5 bis 1,0 Cts./kWh, wegen der hohen Anschaffungskosten der Apparaturen nicht wirtschaftlich.

Bei den gewaltigen Mengen unverwendeter Abfallenergie liegt daher der Gedanke nahe, deren Verkaufspreise auf so lange Zeit so stark herabzusetzen, dass während dieser Periode eine erträgliche Abschreibung der für die elektrothermischen Verfahren notwendigen Neuinvestitionen möglich ist. Die schon erwähnten 1175 Mill. kWh Abfallenergie hätten bei einem Verkaufspreise von beispielsweise nur 1/2 Cts./kWh eine Einnahme von 5,8 Mill. Fr. gebracht. Es liegen somit in diesen Werten noch so grosse finanzielle Anreize, dass sich grosszügige Versuche über neue Anwendungsmöglichkeiten durch die Elektrizitätswerke und Fabriken elektrischer Apparate, in Verbindung mit den in Frage kommenden verarbeitenden Industrien, zweifellos lohnen würden; die bisherige Passivität auf diesem Gebiete ist erstaunlich. Die Anregung einer bezüglichen technischen Beratungstelle für elektrische Wärmeerzeugung, etwa im Rahmen der Tätigkeit des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins, ist daher durchaus begründet und zu begrüssen.

Bei der Feststellung der Anschlusswerte elektrischer Wärmeapparate für die genannten verschiedenen Verwendungsgruppen ergibt sich auf Grund der Veröffentlichungen des „Bulletin des Schweizer. Elektrotechn. Vereins“ für die Apparate des Haushaltes, der Landwirtschaft und des Kleingewerbes folgendes:

	Zahl der angeschlossenen Apparate			Anschlusswert in kW Ende 1929
	Ende 1926	Ende 1929	Zuwachs	
Kochherde und Kochplatten	93 000	139 200	46 200	325 100
Warmwasserspeicher	39 000	86 200	47 200	122 000
Heizöfen, Strahler	167 000	258 000	91 000	313 600
Bügeleisen	514 000	646 000	132 000	268 000
Versch. Einrichtungen f. Landwirtschaft, Gewerbe, Haushalt	227 000	288 230	61 230	190 600
	1 040 000	1 417 630	377 630	1 220 100

In sinngemässer Anpassung an diese Erfahrungswerte kann nun der Energiebedarf für die nächsten zehn Jahre ungefähr ermittelt und für die vollständige Sättigung roh eingeschätzt werden.

	Voraussichtl. Anschluss 1940		Jährliche Gebrauchsdauer in h	Energiebedarf in Mill. kWh beim Verbraucher gemessen 1940 b. Sättigung	
	Stück	Anschlusswert in kW		1940	b. Sättigung
Kochherde und Kochplatten	300 000	1 200 000	350	420	1000
Warmwasserspeicher	250 000	350 000	1 200	420	1000
Heizöfen, Strahler	550 000	700 000	200	140	600
Bügeleisen	850 000	300 000	100	30	50
Versch. Einrichtungen f. Landwirtschaft, Gewerbe, Haushalt	450 000	350 000	400	140	350
	2 400 000	2 900 000		1150	3000

Für das Jahr 1940 ist also in dem untersuchten Verwendungsgebiete die bedeutende Erhöhung des Anschlusswertes der Wärmeapparate von 1,22 Mill. kW auf 2,9 Mill. kW und damit ein Energiebedarf an der Verbrauchsstelle von 1150 Mill. kWh zu erwarten, die einschliesslich der Verluste einer Energieerzeugung der Kraftwerke von etwa 1400 kWh entsprechen.

Zur Erfassung der Brennstoffmenge, die von der Industrie jetzt für motorische und thermische Zwecke verwendet wird und durch hydro-elektrische Energie ersetzt werden könnte, wurde durch den Schweiz. Energie-Konsumenten-Verband, mit der finanziellen Unterstützung der Stiftung zur Förderung schweiz. Volkswirtschaft durch wissenschaftliche Forschung, eine Umfrage bei der schweizerischen Industrie gehalten, wobei die Mitteilungen von 96 Unternehmungen der Maschinenindustrie, 71 Textilwerken, 40 Lebens-

<sup>1)</sup> Ueber den Ersatz der in der Schweiz benötigten Brennstoffe durch hydro-elektrische Energie. Bericht über eine Umfrage des Schweiz. Energie-Konsumenten-Verbandes bei der schweizer. Industrie. Mit Unterstützung der „Eidg. Volkswirtschafts-Stiftung“. Verlag des genannten Verbandes, Zürich.

mittelindustrien, 18 Stein- und Zementwerken, 15 Papierfabriken, 29 Chem. Fabriken, 2 Schuhfabriken und 1 Schreinerei, also von 272 Unternehmungen als Grundlage der Untersuchungen verwendet werden konnten. Es wurden von den gesamten in Betracht kommenden Brennstoffmengen als ersetzbar angenommen:

1. Der grösste Teil der von ältern Dampfmaschinen zur Erzeugung von Lichtstrom benötigten Energie.

2. Der ganze im Sommer zur Erzeugung motorischer Energie benötigte Brennstoff.

3. Der ganze Sommerbedarf für Giessereien, wobei  $\frac{1}{3}$  des Ersatzes bei Tag und  $\frac{2}{3}$  bei Nacht angenommen wurde.

4. Für den grossen Bedarf von Kohle und Oel für das Schmelzen und Glühen von Metallen wurde nur  $\frac{8}{9}$  als ersetzbar angenommen, und zwar im Sommer je  $\frac{1}{9}$  bei Tag und bei Nacht und im Winter  $\frac{1}{9}$  grösstenteils bei Nacht.

5. Bei allen Zwecken der früher untersuchten Gruppe 3 wurde in Anbetracht der grossen notwendigen Leistungen und des erzielbaren geringen Energiepreises nur  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{6}$  des Jahresverbrauches als ersetzbar betrachtet und zwar nur im Sommer und vorwiegend nachts.

6. Am wenigsten Aussicht auf vorteilhaften Ersatz hat der Brennstoffverbrauch für die Raumheizung; es wurde daher nur eine Ersparung von  $\frac{1}{6}$  während der Nachtstunden angenommen.

Da nun der Ersatzwert für 1 kg Brennstoff je nach dem Verwendungszweck, nach Grösse und Art der Maschinen und Öfen usw. starken Schwankungen unterworfen ist, mussten, um zu angenäherten Vergleichswerten zu gelangen, Mittelwerte angenommen werden und zwar für

mechanische Arbeit älterer Dampfmaschinen für 1 kg Kohle 1,5 kWh metallurgische Zwecke	"	"	3
Gussformen-Trocknung	"	"	4,5
Heizung von Arbeitsräumen, Dampfesseln, Warmwasserspeichern	"	"	6

Ferner wurde für die Umrechnung von Oel auf die Kohlenvergleichsbasis 1 kg Oel = 1,5 kg Kohle gesetzt. Die verhältnismässig kleinen Mengen von Leuchtgas und Azetylen wurden nicht in die Berechnungen einbezogen. Auf diesen Grundlagen ergaben sich die Kohlenmengen, die bei den befragten Werken im Jahre 1925 durch hydroelektrische Energie hätten ersetzt werden können, wie folgt:

	Kohlensparnis in Tonnen	Ersatz durch elektr. Energie in Mill. kWh Sommer	Winter	Total
Maschinenindustrie	40 620	83,220	57,850	141,070
Textilwerke	7 210	30,420	8,295	38,715
Lebensmittelwerke	9 060	50,495	2,295	52,790
Stein- und Zementwerke	4 540	25,780	0,270	26,050
Chemische Fabriken	14 650	75,900	6,375	82,275
Papier-Fabriken	7 775	42,185	1,320	43,505
Schuh-Fabriken	315	0,150	1,740	1,890
Schreinerei	110	0,660	—	0,660
	84 280	308,810	78,145	386,955

Daraus errechnet sich für die untersuchten wichtigsten Industriezweige ein mittlerer Kohlensatzwert von 4,6 kWh für 1 kg Kohle. Die gesamte Kohleneinfuhr des Jahres 1925 betrug nun 2 740 000 t. Davon entfielen auf:

Bahn- und Schiffbetriebe	480 000 t
Gaswerke	410 000 t
Hausbrand (ohne Koks der Gaswerke)	1 100 000 t
Industrien und Kleingewerbe	750 000 t

Die befragten 272 Industrien verbrauchten, einschl. dem durch hydroelektrische Energie ersetzbaren Anteil, 339 000 t Kohle, d. h. 45% der oben nachgewiesenen 750 000 t der gesamten schweizerischen Gross- und Kleinindustrien. Es ist nun für eine rohe Annäherung die Annahme gleicher Verhältnisse bei der übrigen Industrie wie bei den untersuchten Betrieben gerechtfertigt, und es kann daher der Anteil der ersetzbaren Kohlen für die gesamten schweizerischen Industrien mit mindestens dem Doppelten, d. h. rd. 170 000 t angenommen werden. In gleichem Verhältnisse würde die verwendbare Ersatzenergie anwachsen und somit für die gesamte schweizerische Industrie zu  $2 \times 387 = 774$  Mill. kWh beim Verbraucher und bei 12% Uebertragungsverlusten 880 Mill. kWh bei den Lieferwerken betragen.

Nach Feststellung der Ersatzenergiemengen der wichtigsten Abnehmergruppen ist vor Aufstellung der gesamten Brennstoffersparnis eine Uebersicht über die Entwicklung der hydroelektrischen Energieproduktion notwendig. Auf Grund des offiziellen statistischen

Materials, der Energieberechnungen für Wärmeerzeugung in Haushalt, Landwirtschaft und Kleingewerbe und entspr. Schätzungen für die anderen Versorgungsgebiete für 1940, ergibt sich folgendes:

	Erzeugung 1928/1929 in Millionen kWh	Bedarf 1940	Zuwachs
1. Energie-Erzeugung der Verbandwerke			
a) Allgemeine Versorgung			
Motorische Betriebe f. Klein- u. Grossgewerbe	1200	1500	
Beleuchtung	220	300	
Wärmeerzeugung f. Haushalt u. Landwirtschaft.	380	1400	
	1800	3200	1400
b) Bahnbetrieb ohne S. B. B.	204	250	46
c) Elektro-thermische oder chemische Verfahren	461	500	39
d) Erzeugung der kleinen Werke	98	100	2
Gesamter Inland-Absatz	2563	4050	1487
e) Energieausfuhr	1102	2000	898
Gesamte Energieerzeugung d. Verbandwerke	3665	6050	2385
2. Energieerzeugung der S. B. B.	460	550	90
3. Energieerzeugung der Industrie	1200	1400	200
Gesamte Erzeugung der schweiz. Werke	5325	8000	2675
4. Verfügbare, aber nicht verwertete Energie	1175		
Gesamte mögliche Erzeugung	6500		

Der Zuwachs aus den bis 1940 fertig gestellten neuen Wasserkraftanlagen wird nach Abzug des ausl. Anteils an Grenzflüssen betragen rd. 4500 — 800 = sodass im Jahre 1940 zur Verfügung stehen werden und sich ein Energieüberschuss ergibt von

10200  
2200

3700

Es darf aber angenommen werden, dass sich der Ausnützungsfaktor vom Jahre 1929 bis 1940 von 82% bis auf 87% verbessern werde, sodass von den auf diesen Zeitpunkt verfügbaren 10200 Mill. kWh rd. 8900 Mill. verwendbar werden, was gegenüber dem oben nachgewiesenen Bedarf von 8000 Mill. eine Verbesserung der Absatzmöglichkeit von 900 Mill. bedeuten würde. Von dem Ueberschuss von 2200 Mill. kWh wären dann nur noch 1300 Mill. kWh unverwendbare Energie, d. h. nur noch 13% der erzeugbaren, während im Jahre 1929 dieses Verhältnis noch 18% betrug. Die Verwendbarkeit der genannten 900 Mill. kWh im Jahre 1940 wird dadurch erwiesen, dass die in der Industrie ersetzbare Kohle schon im Jahre 1925 eine äquivalente hydroelektrische Energie von 800 Mill. kWh erfordert hätte.

Ausser der Möglichkeit des Brennstoffersatzes in den untersuchten Gebieten besteht nun eine solche auch bei allen andern Verbrauchern, und es ergibt sich bei ihrer entsprechend vorsichtigen Bewertung und unter Zusammenfassung aller bisherigen Feststellungen folgende

#### Gesamte Brennstoffersparnis und Energiebilanz.

Verwendung der Energie	Zuwachs der Energie- erzeugung 1929/1940 in Mill. kWh	Anteil des Er- satzes durch Kohlenenergie in Mill. kWh	Kohlensatz durch hydro-elekt. Energie Mittl. Ersatz- wert f. 1 kg Brennstoff in kWh	Kohlensparnis durch Ersatz in Tonnen
Verbandswerke				
für allgemeine Versorgung	1400	1100	4,8	230 000
für Bahnbetriebe ohne S. B. B.	46	46	0,9	50 000
für Metallurgie u. Elektrochemie	39	39	—	10 000
Kleine Werke	2	—	—	—
	1487	1185	—	290 000
Energieausfuhr	898	—	—	—
Schweiz. Bundesbahnen:				
Eigen-Erzeugung	90	90	0,9	100 000
Industrie: Eigen-Erzeugung	200	200	5,0	40 000
	2675	1475	—	430 000
Verwertbare angenommene, einschränkbare und Abfallenergie	900	900	5,3	170 000
Nicht verwertbare Energie	125	—	—	—
	3700	2375	4,0	600 000

Von Interesse ist noch die Untersuchung der Energiebilanz unter der Voraussetzung, dass die gesamte Einfuhr von Kohle und für Motorbetriebe verwendetem Oel durch äquivalente hydroelektrische Energie ersetzt werden könnte. Auf der durchschnittlichen Grundlage von 1 kg Brennstoff = 5 kWh ergibt sich für das Jahr 1929 und schätzungsweise für 1940 folgendes:

	1929 rd. 17 200 Mill. kWh;	1940 rd. 17 000 Mill. kWh
Aequivalent für Kohle und Oel	5 300	9 000
Elektrische Energieerzeugung	—	—
Gesamter Energieumsatz	22 500	26 000
Energieausfuhr	1 100	2 000
Somit notwendige Totalproduktion	21 400 Mill. kWh	24 000 Mill. kWh

Nach den Schätzungen von Ing. A. Härry beträgt die Leistung aller schweiz. Wasserkraftwerke bei vollkommenem Ausbau höchstens 20 000 Mill. kWh im Jahre, wobei allerdings die Rechnungs-

grundlage unbekannt und hauptsächlich unsicher ist, ob alle heute noch als nicht ausbaufähigen Wasserkräfte, die aber bei der zu erwartenden zukünftigen automatischen Fernsteuerung wirtschaftlich werden, ebenfalls einbezogen worden sind. Immerhin zeigt diese extreme Zusammenstellung, dass die Abhängigkeit vom Import anderer Energieträger bestehen bleibt und dass nur darnach getrachtet werden kann, sie nach Möglichkeit zu mildern.

Bleibt man auf dem realen Boden des Erreichbaren, so lassen sich die *Ergebnisse des Berichtes* wie folgt zusammenfassen.

1. Die grossen Mengen von Abfallenergie drängen auf deren Verwendung auch bei kleinsten Preisen. Sie dürfte in Fällen, wo keine besonderen Aufwendungen für die Zuleitung erforderlich sind, mit Vorteil noch mit 1,0 bis 0,5/kWh abgegeben und von der Industrie aufgenommen werden.

2. Aus den Erhebungen über den derzeitigen Brennstoffverbrauch der Grossindustrie ist erkennbar, dass bei dieser allein leicht 880 Mill. kWh überschüssiger und auch reiner Abfallenergie (700 Mill. kWh Sommer- und 180 Mill. kWh Winterenergie) abgesetzt werden könnten, die einer Ersparnis von 170 000 t Kohle entsprechen.

3. Auch in Kleingewerbe, Haushalt und Landwirtschaft sind bedeutende Steigerungen des thermo-elektrischen Energiebedarfes erzielbar. Er kann in diesem dankbaren Absatzgebiet für die nächste Zukunft zu etwa 1400 Mill. kWh eingeschätzt werden.

4. Die Produktion aller schweizerischen Kraftwerke betrug 1929 etwa 5300 Mill. kWh; sie wird sich bis zum Jahre 1940 durch die bis dahin ausgebauten neuen Werke auf rd. 10 200 Mill. kWh erhöhen, von denen voraussichtlich aber nur rd. 1300 Mill. kWh oder 13% unverwertbar bleiben werden.

5. Von dem Energiezuwachs werden im Jahre 1940 rd. 2400 Mill. kWh Kohlenenergie durch hydro-elektrische Energie ersetzt werden können. Die äquivalente Kohlenmenge von 600 000 t bedeutet bei heutigen Preisen eine Verbesserung der Handelsbilanz von rd. 25 Mill. Fr. Die systematische Bearbeitung des inländischen Konsumgebietes hinsichtlich einer erhöhten Heranziehung der hydro-elektrischen Abfallenergie zu thermischen Zwecken hat daher hohe volkswirtschaftliche Bedeutung. M. Naef.

## MITTEILUNGEN.

**Der Einfluss der Lagerung auf die Eigenschaften von Normenzementen.** Um den Einfluss der Art und auch der Dauer der Lagerung auf Portland-, Eisenportland- und Hochofenzement festzustellen, wurden, laut „Zentralblatt der Bauverwaltung“ vom 9. Juli 1930, Untersuchungen unter den folgenden Bedingungen durchgeführt: Die Lagerung in der Kälte erfolgte in Papiersäcken mit 20 kg Gewicht in einem Kälteschrank bei der konstanten Temperatur von  $-8^{\circ}\text{C}$ . Die Hauslagerung wurde in einem unterkellerten, gut schliessbaren Raume vorgenommen; Temperatur und Feuchtigkeit erwiesen sich während der ganzen, 26 Wochen betragenden Lagerzeit als nahezu konstant. Die Zementsäcke mit 50 kg Gewicht waren aufeinander gestapelt. Bei der Lagerung im Schuppen, dessen Türen dauernd geöffnet waren, konnte Klumpenbildung festgestellt werden. Diese Erscheinung machte eine getrennte Prüfung notwendig, sowohl des unveränderten Zements, wie auch des Zements unter Beigabe des Materials der zerdrückten Klumpen. — Die Prüfung der so behandelten Zemente (6 Portlandzemente, 4 Eisenportlandzemente und 6 Hochofenzemente verschiedener Marken), bezog sich auf die Siebfeinheit, die Abbindezeit und die Zug- und Druckfestigkeit. Im besonderen sind die Ergebnisse der Festigkeitsprüfung näher beschrieben. Die einzelnen Marken verhielten sich untereinander ähnlich. Bei sehr sorgfältiger, zugfreier Lagerung im Haus während drei bis sechs Monaten, auch bei Kälte von  $-8^{\circ}\text{C}$ , stellte sich regelmässig eine Erhöhung der Druckfestigkeit ein um rund 20 bis 30% des Wertes für Anlieferung. Gemessen wurden die 3-, 7- und 28-tägige Festigkeit; die Zugfestigkeit wurde durch die Hauslagerung ebenfalls gesteigert, jedoch nur um rd. 10%, bei Kälte Lagerung hingegen um ungefähr den selben Betrag vermindert. Die ohne jede besondere Sorgfalt durchgeführte Schuppenlagerung ergab, auch bei Klumpenbildung, eine grösste Verminderung der Festigkeit um 17% für die Zugfestigkeit und von 14% für die Druckfestigkeit, also unerwartet geringe Werte. Portland-, Eisenportland- und Hochofenzement verhielten sich durchaus gleich unter den verschiedenen Lagerungsbedingungen. Das

Gleiche gilt auch für den Vergleich zwischen hochwertigen und Normal-Zementen in Bezug auf die Druckfestigkeit; die Zugfestigkeit hingegen reagiert empfindlicher zu ungunsten des hochwertigen Zements, aber nur in unbedeutendem Masse. Allgemein liess sich auf Grund dieser Untersuchungen noch feststellen, dass vor allem die 3-Tage-Festigkeit stark von der Lagerungsart beeinflusst wird. Das übersichtlichste Bild über den gesuchten Einfluss ergab jeweils das Verhalten beider Festigkeiten, also der Druck und der Zugfestigkeit. St.

**Der Vorgang der Blitzbildung bei Gewittern.** Während man früher den Blitzvorgang als einen im allgemeinen oszillatorischen Vorgang einer einheitlichen elektrischen Entladung betrachtete, weiss man nun aus den mittels eines feststehenden und eines rotierenden Photographenapparates aufgenommenen Blitzbildern von B. Walter und andern Physikern, dass der dem menschlichen Auge als einmaliger Lichtstrahl erscheinende Blitz (Gesamtblitz) aus sehr vielen, zeitlich aufeinander folgenden Teilblitzen besteht. Dabei treten zunächst Vorentladungen auf, die nach Art des Gleitfunkenvorgangs die Blitzbahn sukzessive verlängern, bis sich schliesslich die ganze Blitzbahn gebildet hat, in der dann die weiteren Teilblitze erfolgen. Das was man früher als „Schwingungszahl“, bzw. „Blitzfrequenz“ der vermeintlichen oszillatorischen Entladung bezeichnete, erscheint heute als Anzahl von aufeinanderfolgenden, an benachbarten Leitungen oder an Antennen feststellbaren Spannungstössen, die dem mit der Bildung der Teilblitze zusammenhängenden ruckweisen Verlauf der elektrischen Feldstärke der Atmosphäre entsprechen. Diese neuern Anschauungen sind durch die im Sommer 1928 auf der Forch bei Zürich an zwei Mittelspannungsleitungen während zahlreicher Gewitter beobachteten Spannungen in wesentlichem Masse bestätigt worden. Die bezüglichen Beobachtungen wurden von Ing. K. Berger, Zollikon, mittels des Kathodenstrahl-Oszillographen des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins, den er auf Seite 91 von Band 93 (23. Februar 1929) dieser Zeitschrift beschrieb, vorgenommen und bilden den Hauptinhalt einer kürzlich von der Eidg. Techn. Hochschule genehmigten Doktordissertation (Nr. 566). Folgende Zahlenwerte über die Blitzbildung, die der genannten Arbeit zu entnehmen sind, beanspruchen ein allgemeines Interesse: Der Anfang der Blitzbildung fällt an eine Stelle besonders hoher elektrischer Feldstärke, von mindestens etwa 1000 kV/m; zum Vordringen des Blitzes genügt dann eine Feldstärke von etwa 500 bis 1000 kV/m. Die zeitliche Anzahl und auch die zeitliche Dauer der Elementarstösse (Elementarblitze) ist von der Grössenordnung von Millionstel Sekunden, die Wachstumsgeschwindigkeit von der Grösse 10 000 km/sec, seine Stromstärke von der Grösse von 10 000 bis 100 000 Ampère bei einem Widerstand von einigen wenigen Ohm der sichtbaren Blitzbahn.

**Limmat-Kraftwerk Wettingen.** Die drei Turbinen zu je 10 000 PS für dieses mit 21 bis 23 m Gefälle arbeitende Kraftwerk sind vom Zürcher Stadtrat der Firma Escher Wyss & Cie. in Auftrag gegeben worden. In Anbetracht der stark schwankenden hydraulischen Verhältnisse der Limmat kommen zwecks Erzielung einer möglichst vollständigen Ausnützung der Wasserkraft und zur Erreichung bester Wirkungsgrade bei jeder vorkommenden Wassermenge auch hier Kaplan-turbinen zur Aufstellung, die zudem verhältnismässig hohe Drehzahlen und somit niedrigere Kosten der Generatoren ermöglichen. Um die bekannten Kavitationserscheinungen zu vermeiden, gelangt eine neuartige Saugrohrkonstruktion zur Anwendung, die auf Grund zahlreicher Versuche entstanden ist. Die kürzlich anstandslos erfolgte Inbetriebsetzung der ersten Turbine im Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt, der grössten Kaplan-turbine, zeigt, dass diese Turbine die Herrschaft im Bereich der niedrigen Gefälle angetreten hat. Bemerkenswert sind bei den Wettinger-Turbinen neue, von E. W. C. entwickelte Einrichtungen, die es ermöglichen, die Turbinen bei abgestelltem Wasserzufluss nahezu verlustfrei laufen zu lassen, wobei die Generatoren als sogenannte Phasenschieber den Leistungsfaktor des Netzes verbessern werden.

**Vorträge über Quantenphysik.** Die Physikalische Gesellschaft veranstaltet einen Zyklus von vier öffentlichen Vorträgen mit Demonstrationen über „Fortschritte der Quantenphysik“, der vor allem den in der Praxis stehenden Ingenieuren Gelegenheit bieten soll, die an wichtigen Ergebnissen reiche Entwicklung der physikalischen Forschung kennen zu lernen, die mit der Entdeckung der Wellenmechanik eingesetzt hat. Als Referent konnte Dr. Marcel Schein vom physikalischen Institut der Universität Zürich gewonnen