Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 47/48 (1906)

Heft: 17

Artikel: Mitteilungen der schweizerischen Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb

Autor: Wyssling, W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-26179

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: 12.07.2025

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

vorragender Maler wie Lenbach und Stuck. Die zwei oben genannten Räume gehören zu einer Reihe von sieben Zimmern, die Empfangsräume eines hohen Staatsbeamten darstellen und einen einheitlichen Charakter haben; dazu kommt ein Amtsgerichtssaal für Sulzbach mit fünf weitern Zimmern für den Vorstand und anstossender Wohnung des Amtsrichters. Alle diese Räume sind von abgeklärtem Geschmack und verraten in Farbe und in Form ein fein künstlerisches Gefühl.

Wir machen jedoch eine Ausnahme für das Frühstückzimmer von Frau *Margarete von Brauchitsch,* das bei gesuchter Komposition einen unbedeutenden Eindruck hervorruft. Neben Bruno Paul sind F. A. O. Krüger, Julius Diez, Adalbert Niemeyer und Karl Bertsch am Entwerfen und Ausführen dieser trefflichen Innendekorationen beteiligt.

Zu der Münchner Abteilung gehört auch die Einrichtung zweier Schiffsräume: die Offiziersmesse und der Kommandanten-Salon. *Riemerschmid,* der Autor dieser Zimmer, hat den Platz ausserordentlich geschickt ausgenutzt. Hier sind die eingebauten und unbeweglichen Möbel viel rationeller angebracht, als an manch anderer Stelle, wo kein Bedürfnis dafür vorliegt. In künstlerischer Hinsicht haben uns immerhin diese zwei Kajüten keinen sonderlich tiefen Eindruck gemacht.

Ich muss aus Mangel an Raum viel Beachtenswertes unerwähnt lassen, doch an der Düsseldorfer Abteilung, die in der Hauptsache eine Schöpfung von Prof. *Behrens* ist, dürfen wir nicht vorbeigehen. Dieser Name erweckt wie der Olbrichs grosse Erwartungen; man kennt ihn besonders aus der Darmstädter Künstlerkolonie-Ausstellung, aber auch hier werden die hohen Erwartungen nicht erfüllt; der Reiz der Neuheit ist nicht mehr da, weitere Elemente sind nicht dazu gekommen; c'est un peu toujours la même chose.

Das Mobiliar der zahlreichen Räume, die wir durchwandert haben, könnte für sich ein besonderes Studium in Anspruch nehmen. Es müsste dann von zwei verschiedenen Gesichtspunkten aus betrachtet werden: erstens rein stilistisch, das heisst in seiner Zugehehörigkeit zur Architektur des Raumes, und dann rein praktisch, unter Berücksichtigung der Konstruktion, der Verwendung des Materials und der Erfüllung des Zweckes. Die stilistische Frage ist meistens vorwiegend; das Bestreben, neue Formen anzuwenden und die Anlehnung an historische Stile zu vermeiden, steht gewöhnlich in vollem Widerspruch zu der durch Jahrtausende alte Erfahrung gegebenen Gestalt eines wirklich bequemen Möbels.

Die neuesten Schöpfungen, die à tout prix originell sein wollen, sind bizarr, sie übertreiben gewisse Bestandteile, deren Dimensionen durch körperlich menschliche Verhältnisse gegeben sind; sie sind zu leicht oder zu schwer, haben zu viel oder zu wenig Füsse, sind eingebaut, wo Beweglichkeit unbedingt geboten ist, während wirklich behagliche Möbel in der Hauptsache schon seit langem dagewesen sind und zur Anwendung ihrer bewährten Formen geradezu einladen.

Es ist auch der Versuch gemacht worden, neben Luxusmöbeln einfache, billige, für kleinbürgerliche Verhältnisse berechnete Ausstattungen mit Geschmack auszuführen; solche Ergebnisse, die mehr in das Gebiet der Grossindustrie gehören, werden nach Entwürfen von Künstlern durch Fabriken hergestellt; sie sind in der Dresdener Ausstellung meistens in den Hallen der Abteilung für Kunstindustrie im Park untergebracht.

(Forts. folgt.)

Dritte deutsche Kunstgewerbe-Ausstellung in Dresden 1906.

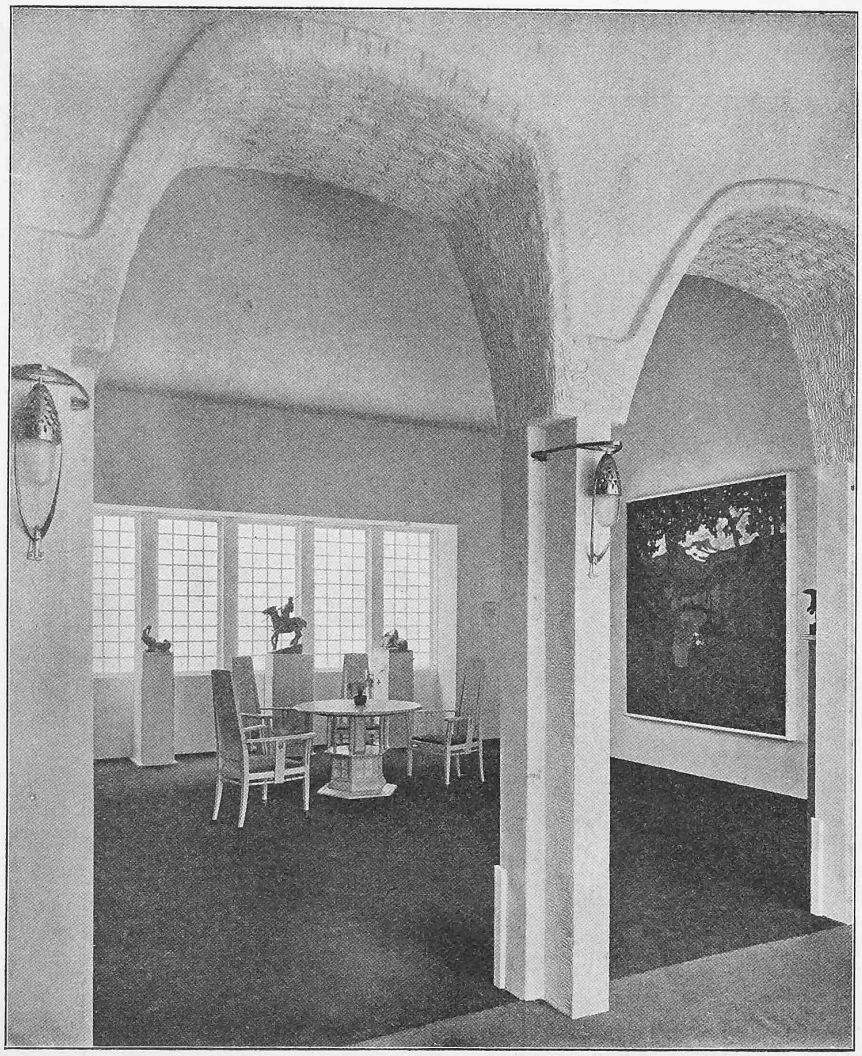

Abb. 11. Blick aus der Galerie von Professor *A. Grenander* in Berlin in einen Raum mit Möbeln nach Entwürfen von demselben Architekten.

Mitteilungen der schweizerischen Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb.

Von deren Generalsekretär, Prof. Dr. *W. Wyssling.*

(Schluss.)

Die Berechnung des Arbeitsbedarfs.

Von der *Arbeit für Fortbewegung* ergibt sich diejenige für Ueberwindung von Steigung und Rollwiderstand für jede beförderte (Brutto-) Tonne für eine Hin- und Herfahrt über eine Strecke wie folgt: Würde die, für die Ueberwindung der Steigung auf der Hinfahrt verwendete Arbeit wieder voll gewonnen bei der Rückfahrt auf Gefällen, so betrüge bei einer Länge der Strecke $= l$ in Metern und einem totalen Rollwiderstand $= \varrho$ in kg/t die Arbeit für Ueberwindung von Rollwiderstand und Steigung für eine Hin- und Rückfahrt $= 2\, l\, \varrho$.

Zunächst wird nun aber in praxi da, wo das Gefälle in ‰ grösser ist als der Rollwiderstand in *kg/t*, der Ueberschuss abgebremst, geht verloren und ist daher bei der Fahrt in Steigung wieder zu ersetzen. Bedeutet l_1 die Länge derjenigen Strecken, für welche dieser Fall eintritt, und h_1 die Summe der Höhendifferenzen der Steigungen und Gefälle für diese nämlichen Strecken, beides in *m*, so beträgt diese verlorene Energie $= 1000\, h_1 - \varrho\, l_1$ in *kgm*. Daher ist für die Ueberwindung von Steigungen und Rollwiderstand auf einer Hin- und Rückfahrt aufzuwenden die Arbeit

$$A_{\varrho+h} = 2\,\varrho\, l + 1000\, h_1 - \varrho\, l_1, \text{ in } kgm.$$

Nach dieser Formel wurde unter Ermittlung der Grössen l, l_1 und h_1 aus dem Längenprofil diese Arbeit pro transportierte Tonne berechnet. Da wo die Hin- und Rückfahrt für einzelne Züge besonders zu berechnen war, ist dies mit analoger Formel geschehen. Die auf Gefällen freiwerdende Energie, die zunächst abgebremst wird, eventuell aber bei geeigneten Vorkehrungen zurückzugewinnen wäre, und die für die elektrische Traktion besonderes Interesse hat, beträgt ferner:

$$A_r = 1000\, h_1 - \varrho\, l_1,$$
ebenfalls in *kgm*;

sie ist jeweilen besonders ermittelt worden.

Ueber die noch hinzukommende Beschleunigungsarbeit sei auf das Seite 190 (in Nr. 16) Gesagte verwiesen.

Der Rangierdienst in den Bahnhöfen erfordert weitere Arbeitsmengen, die besonders zu berechnen waren für diejenigen Bahnhöfe, in welchen Rangierlokomotiven stationiert sind. (Die Bedeutung dieses Dienstes an Stationen ohne besondere Rangiermaschinen ist prozentual so gering, dass derselbe als in verschiedenen Aufrundungen inbegriffen betrachtet werden kann.) Für diese Rangierbahnhöfe war die Anzahl und die approximative tägliche Dienststundenzahl der Maschinen bekannt.

Unter den, gewissen Erfahrungen entnommenen Annahmen, dass in der Dienststunde durchschnittlich sechs Rangierkilometer geleistet, und für einen solchen 10 *kg* Kohle verbraucht werden, ergab sich der Gesamtkohlenverbrauch dieser Maschinen, und aus der weitern Annahme eines Verbrauchs von 2 *kg* Kohle für jede effektiv geleistete Pferdekraftstunde konnte man schliesslich auf die Arbeit, d. h. die Zahl der gelieferten Pferdekraftstunden schliessen. Da es sich dabei nur um einen kleinen Teil der Gesamtarbeit handelt, genügt dieses angenäherte Verfahren.

Als beim gegenwärtigen Dampfbetrieb nur teilweise der Lokomotivarbeit zufallend, bei elektrischem Betrieb jedoch voraussichtlich ebenfalls vom Strom zu liefern, wäre noch die notwendige Arbeit für *Heizung und Beleuchtung* der Züge zu ermitteln. Auch diese bildet keinen wesentlichen Teil der gesamten Jahresarbeit. Sie wurde nach der Zahl der Sitzplätze berechnet. Letztere selbst liess sich genügend genau aus Zahl und Gewicht der Zugskompositionen in der Weise feststellen, dass die Wagentara einerseits gemäss der Eisenbahnstatistik zu 0,25 *t* für einen Sitzplatz angenommen wurde, anderseits nach der Erfahrung zu ungefähr der Hälfte des Zugsgewichts, sodass für eine Tonne Zugsgewicht rund zwei Sitzplätze angenommen werden konnten. Als Zugsgewichte wurden dabei natürlich diejenigen des Winters zugrunde gelegt.

Dritte deutsche Kunstgewerbe-Ausstellung in Dresden 1906.

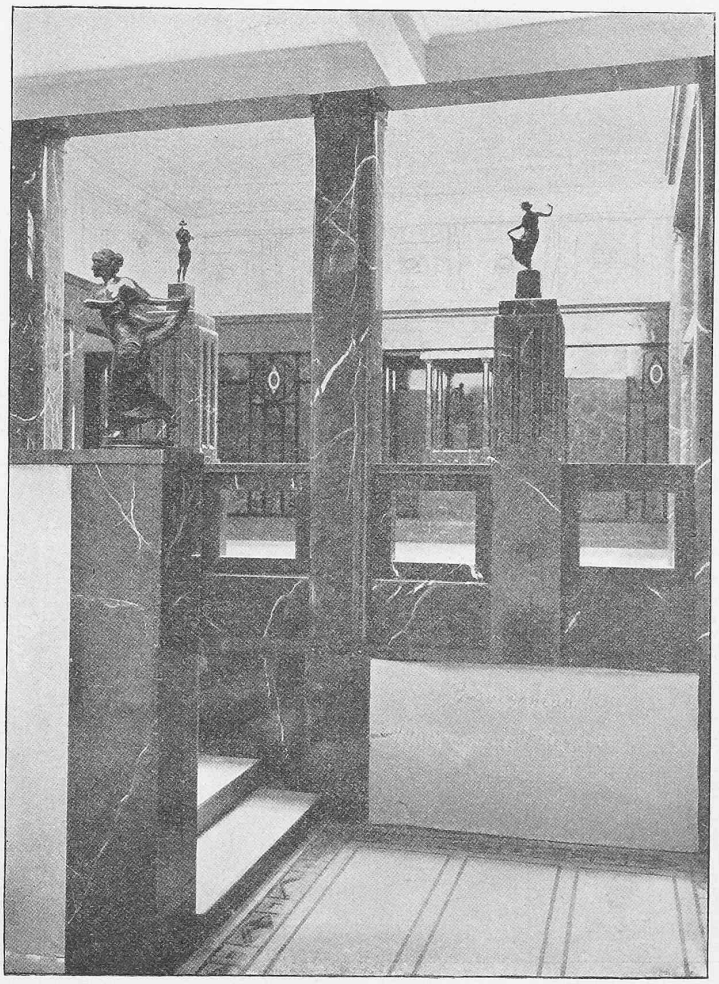

Abb. 14. Einblick in den Repräsentationsraum. Von *Bruno Paul* in München.

Für die *Beheizung* wurden, nach den Erfahrungen mit der elektrischen Heizung der Freiburg-Murten-Bahn, 0,156 *kw* Leistung für einen Sitzplatz angenommen. (7,5 *kw* heizen dort die Wagen von 48 Sitzplätzen in durchaus genügender Weise). Ungefähr die Hälfte der Fahrzeit oder sieben Stunden im Tag als Betriebszeit der Heizapparate vorausgesetzt, ergaben sich für die Heizleistung pro Tag und Sitzplatz

$$\frac{0{,}156 \cdot 7}{0{,}736} = 1{,}48$$

oder rund 1,5 *PSh*,

was unsern Berechnungen zugrunde gelegt ist.

Für die elektrische *Beleuchtung* wurden auf einen Sitzplatz zwei Kerzen gewöhnlicher Glühlampen (bisher kaum je so viel angewandt) oder 7 *w* Leistung (an den Lampen) angenommen, was bei einem durchschnittlichen Wirkungsgrad von 0,3, wie er bei der gegenwärtigen Betriebsart dieser Beleuchtung bei den S. B. B. sich ungefähr einstellen wird, pro Sitzplatz

$$\frac{0{,}007}{0{,}3 \cdot 0{,}736} = 0{,}031\ PS$$

dem Zuge zuzuführende Leistung, und bei achtstündiger Brenndauer pro Wintertag und Sitzplatz $8 \cdot 0{,}031 =$ rund 0,25 *PSh* zuzuführende Arbeit ausmacht.

Die Resultate der Arbeitsberechnungen füllen in der Originalarbeit des Ingenieur Thormann ein Tabellenwerk, das für alle einzelnen, in ihrem Betrieb oder in ihrer Gestaltung verschiedenen Strecken jeder Linie (z. B. für Genf-Bern einzeln: Bern-Freiburg, Freiburg-Romont, Romont-Palézieux, Palézieux-Lausanne, Lausanne-Morges, Morges-Genf) angibt: die Länge, das mittlere Zugsgewicht und die Zugsanzahl für jede Kategorie, die beförderte Tonnenzahl, die aufzuwendende und die eventuell frei werdende Arbeit pro Tonne und Fahrt, die Zahl der Anfahrten, und die Totalarbeit für Fortbewegung, die sich pro Tonnenkilometer ergibt.

Ausserdem enthalten die Tabellen noch alle nachstehenden Daten, für die wir die Zahlwerte für die hauptsächlichsten Zusammenfassungen angeben:

Tabelle II.

Angaben betreffend die Arbeit für die Fortbewegung der schweizerischen Dampfbahn-Züge an einem Sommer-Wochentag.

Bahnnetz	Zahl der Zugs-kilo-meter	Zahl der Tonnen-kilo-meter	Arbeit in Pferdekraftstunden am Triebrad-Durchmesser gemessen				
			Für Steigung und Roll-wider-stand	Davon frei werdend	Für das An-fahren	Total	Pro Tonnen-kilo-meter
Bundesbahn, Kreis I .	20978	6023400	160265	(28260)	59725	219990	0,0365
„ „ II .	21252	6337300	181980	(47374)	57170	239150	0,0376
„ „ III .	27121	7627600	190570	(21500)	87615	278185	0,0377
„ „ IV .	12190	3355500	85870	(10985)	38920	124790	0,0372
Bundesbahnen und von diesen betriebene Strecken, Total	81541	23343800	618685	(108119)	243430	862115	0,0370
Gotthardbahn	12830	4550400	158180	(57044)	17475	175680	0,0386
Normalspurige Nebenbahnen	11755	1392490	50505	(19613)	15230	65735	0,0472
Schmalspurige Dampfbahnen, Total . . .	7635	749880	45325	(16826)	4040	49365	0,0658
Total aller Bahnen mit Dampfbetrieb . . .	113761	30036570	872695	(201602)	280175	1152895	0,0384
Von den schmalspurigen Dampfbahnen trifft es:							
auf die Rhätische Bahn	3174	367100	20195	(6601)	2250	22450	0,061
„ die Brünigbahn . .	1185	151900	10895	(4340)	1035	11930	0,078
„ die übrigen . . .	3276	230880	14235	(5885)	755	14985	0,065
Zu vorstehenden Arbeiten kommen hinzu an Arbeit pro Tag für den Rangierdienst:							
S. B. B.	—	—	—	—	—	41800	—
Gotthardbahn	—	—	—	—	—	2340	—
Normalspurige Nebenbahnen	—	—	—	—	—	750	—
Schmalspurbahnen (Rhätische)	—	—	—	—	—	300	—
					Total	45190	

(NB. In dieser Aufstellung sind die im Frühjahr 1905 noch im Bau begriffenen, die Bergbahnen sowie die bereits elektrisch betriebenen Bahnen nicht inbegriffen, mit Ausnahme der normalspurigen elektrischen Nebenbahnen Burgdorf-Thun und Freiburg-Murten-Ins.)

Für den Energiebedarf eines Sommertags für alle schweizerischen Dampfbahnen insgesamt, gemessen am Umfang der Triebräder, ergeben sich somit rund folgende Zahlen:

Für die fahrplanmässige Fortbewegung, wovon die Bundesbahnen und die von ihnen betriebenen Linien reichlich $^2/_3$, Bundesbahnen und Gotthardbahn zusammen reichlich 90 % absorbieren, etwa 1 150 000 *PSh*
Ferner für den Rangierdienst rund 50 000 „
Summa 1 200 000 „

Der Bedarf für Heizung ist zu dieser Zeit Null, derjenige für Beleuchtung unbedeutend.

* * *

An diese Resultate können wir folgende Betrachtungen knüpfen: Nehmen wir ein Betriebssystem an, welches überhaupt keine Rückgewinnung von Energie auf Gefällen ermöglicht, so sind an den Radumfängen diese 1,2 Millionen Pferdekraftstunden täglich zu leisten.

Die *tägliche Arbeit ab Kraftstationen* hängt nun vom gewählten Systeme, von seinem Wirkungsgrade ab. Es kann darüber hier noch keine Entscheidung getroffen werden. Aber man kann übersehen, dass auch bei der, in dieser Beziehung ungünstigsten Kombination ein mittlerer totaler Wirkungsgrad, d. h. ein Verhältnis zwischen der Nutzarbeit an den Triebrädern und der von den Turbinen der Primärkraftstationen abzugebenden Energie, von rund 0,45 wohl zu erreichen sein wird. Rechnen wir jedoch zunächst nur mit 40 %. Das dürfte dann sowohl für Wechselstrombetrieb mit dreimaliger Transformation (Erhöhung der Spannung in der Generatorstation, Erniedrigung auf den Fahrdraht und nochmalige Erniedrigung im Fahrzeug), als auch mit Umformung von Drehstrom auf Gleichstrom mit Beteiligung von Akkumulatoren, reichlich niedrig gerechnet sein. *Ab Turbinen* wären dann also *täglich drei Millionen Pferdekraftstunden* zu leisten.

Sieht man von der Energie-Speicherung der Wasserkraft über verschiedene Jahreszeiten zunächst ab, und betrachtet nur den Sommerbedarf als höchstvorkommenden, so würden diese 3 000 000 Pferdekraftstunden bei vollkommenem Ausgleich durch Tagesspeicherung einer kontinuierlichen d. h. *24-stündigen Leistung von 125 000 Pferdestärken* entsprechen.

Taugliche Wasserkräfte für mehr als diese mittlere Leistung sollten heute wohl noch in der Schweiz disponibel sein. Eines der grössten der in jüngster Zeit mit bedeutender Aufspeicherung projektierten Werke würde z. B. für sich allein im stande sein, $^1/_5$ dieser für die ganze Schweiz nötigen Leistung zu liefern. Es darf aber nicht vergessen werden, dass die Produktionsstellen der Energie, die Wasserkraftanlagen, leider nicht dem Bedarfe entsprechend über unser Land verteilt sind, und dass weiter, wie aus Nachstehendem noch genauer hervorgeht, durchaus nicht alle, nicht einmal alle „grossen" Wasserkräfte sich für Bahnbetrieb eignen, auch ganz abgesehen davon, dass Kräfte nahe der Landesgrenze zur Benützung für diesen Dienst sich kaum eignen.

Es ist daher keineswegs überflüssig, nach Mitteln zur Reduktion dieses Kraftbedarfs zu suchen. Insbesondere drängt sich zunächst die Frage nach der *Rückgewinnung von Arbeit auf Gefällen* auf.

Für die Bedeutung dieses Problems ist massgebend, dass von dem gesamten Arbeitsbedarf eines Sommertages von rund 1 200 000 *PSh* auch bei völlig idealer Einrichtung höchstens rund 200 000 *PSh* oder ungefähr $^1/_6$ des Aufgewandten zurückgewonnen werden könnte. Das wäre zunächst immerhin ein bemerkenswerter Teil. Doch hat die Rückgewinnung nicht bei allen Strecken gleiche Be-

Dritte deutsche Kunstgewerbe-Ausstellung in Dresden.

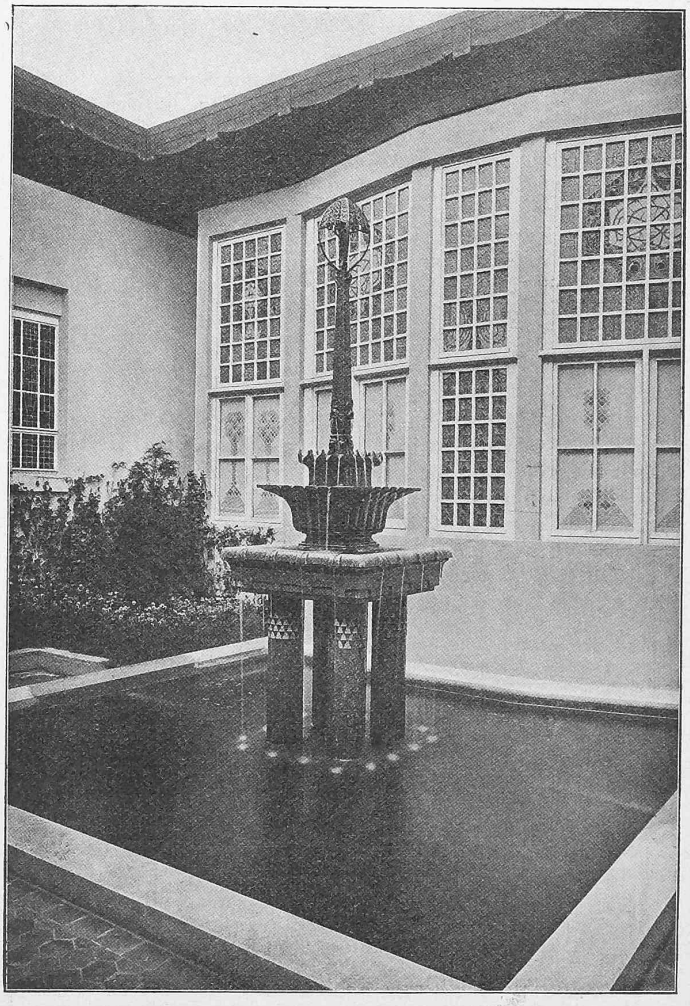

Abb. 12. Brunnenhof von *Bruno Möhring* in Berlin.
Brunnen aus poliertem Granit mit getriebenem Metallaufsatz.

Dritte deutsche Kunstgewerbe-Ausstellung in Dresden.

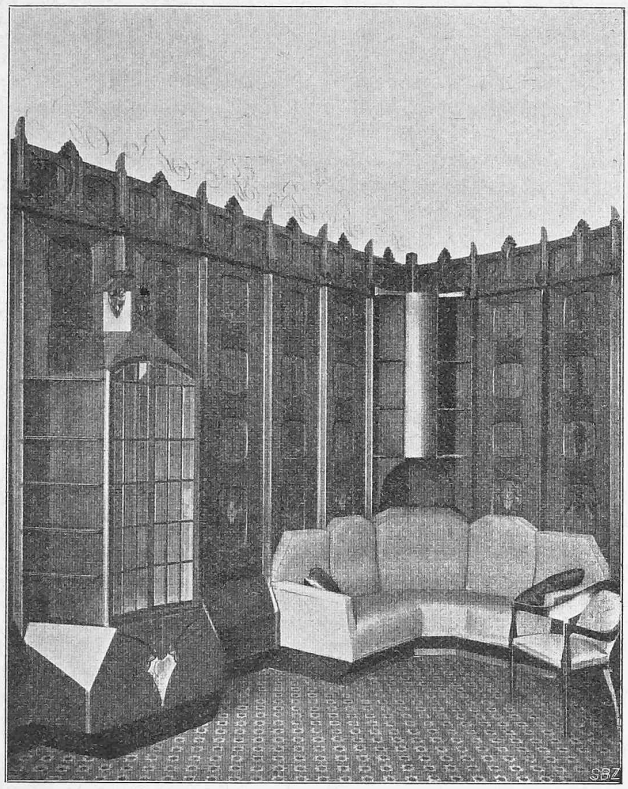

Abb. 13. Teil des Festraums von Professor *Pankok* in Stuttgart.

deutung. Während z. B. bei der Brünigbahn, der Rhätischen Bahn und der Gotthardbahn die theoretisch rückgewinnbare Arbeit je ungefähr $^1/_3$ der Gesamtarbeit ausmacht, so fällt dieser Bruchteil bei den S. B. B. insgesamt unter $^1/_8$, im Kreis III sogar ungefähr auf $^1/_{13}$. Wenn man bedenkt, dass Rückgewinnung unter allen Umständen Komplikationen bringt, und dass sie niemals voll und ideal ermöglicht werden kann, so ist daraus erkennbar, dass die Rücksicht auf Rückgewinnung jedenfalls nur in sekundärer Weise oder nur bei bestimmten Bahnnetzen die Systemfrage beeinflussen darf, und dass unter allen Umständen der daraus erzielbare Gewinn ein relativ bescheidener sein wird.

Wesentlich ist die *Verminderung des Arbeitsbedarfs im Winter*. Analog wie für einen Sommertag sind die Arbeitsmengen auch für einen Wintertag bestimmt worden. Das Erfordernis ist wesentlich geringer als im Sommer für die Fortbewegung der Züge, dagegen kommen Heizung und Beleuchtung neu hinzu.

Diese Verhältnisse erläutert die nachstehende

Tabelle III.

Angaben betreffend die Arbeit für die Fortbewegung, Heizung und Beleuchtung der Züge an einem Winterwochentag.

Bahnnetz	Zahl der Tonnen-kilo-meter	Arbeit für Fortbewegung in Pferdekraftstunden an den Triebrädern gemessen				Arbeit für Be-leuch-tung und Heizung	Arbeit, Gesamt-Total
		Für Steigung und Roll-wider-stand	(Davon frei werdend)	Für das An-fahren	Total		
S. B. B.	16028900	430625	(67930)	160055	590680	81755	672435
Rangierarbeit in Bahnhöfen . . .	—	24000	—	16000	40000	—	40000
Gotthardbahn . .	3050000	107100	(38000)	11900	119000	11200	130200
Normalspurige Nebenbahnen . . .	926700	33290	(12155)	10245	43535	10585	54120
Total Normalspur . .	20005600	595015	(118085)	198200	793215	103540	896755
Schmalspurbahnen .	393130	21910	(7725)	2060	23970	6340	30310
Gesamt-Total . .	20398730	616925	(125810)	200260	817185	109880	927065

Wie man sieht, beträgt die Arbeit für die Fortbewegung an einem Wintertag im Mittel nur ungefähr $^3/_4$ derjenigen für einen Sommertag; im einzelnen sinkt das Verhältnis bei einzelnen Bahnen wiederholt bis auf 50 % (in einem Falle, Brünigbahn, auf 25 %), wogegen auch Werte gleich 90 % der Sommerarbeit vorkommen.

Das Hinzukommen des im Mittel etwas über 13 % der Traktionsarbeit ausmachenden Bedarfs für Heizung und Beleuchtung hebt nun den Gesamtbedarf des Winters im Mittel auf 77 % desjenigen des Sommers. Der hier betrachtete „Wintertag" stellt nicht etwa ein Minimum dar, sondern ein Winterwerktagmittel. (Das Minimum tritt Sonntags auf bei Wegfall des Güterdienstes).

Denken wir uns nunmehr Wasserkräfte verwendet, die so grosse Aufspeicherungsanlagen besitzen, dass damit auch die Differenzen der zu leistenden Arbeiten für Winter und Sommer ausgeglichen werden können. Speicheranlagen dieser Grösse werden sich fast von selbst ergeben aus der Notwendigkeit, den vorkommenden Variationen der Leistung gerecht zu werden, von welchen weiterhin noch die Rede sein wird; sie werden aber namentlich oft schon erforderlich werden für den Ausgleich der Veränderlichkeit des Wasserzuflusses in verschiedenen Jahreszeiten.

Sobald die Kraftanlagen der genannten Forderung gerecht werden, kommt allein noch das Jahresmittel des täglichen Arbeitsbedarfs oder die *jährliche Arbeit* in Betracht.

Dieselbe ist wie folgt ermittelt worden: Der Berechnung liegen die beförderten Tonnenkilometer zugrunde. Ihre Anzahl im Jahre ist bestimmt aus dem Mittel zwischen Sommerwochentag und Winterwochentag minus 7 % Abzug für Wegfall des Güterverkehrs an den Sonntagen (Güterverkehr zu 50 % des Gesamtverkehrs angenommen). Für Heizungs- und Beleuchtungsarbeit ist sodann $^1/_3$ derjenigen für einen Wintertag eingesetzt, entsprechend einer vollen Heizung während 120 Tagen des Jahres. Das Resultat zeigt die

Tabelle IV.

Angaben betreffend die Arbeit für die Fortbewegung, Heizung und Beleuchtung der Züge für einen Tag des Jahresdurchschnitts.

Bahnnetz	Zahl der Tonnen-kilo-meter	Arbeit in Pferdekraftstunden an den Triebrädern gemessen					
		Für die Fortbewegung				Für Heizung und Beleuch-tung	Gesamt-Total
		Für Steigung und Rollwider-stand	(Davon frei werdend)	Für das An-fahren	Total		
S. B. B.	18030000	476500	(82400)	189500	666000	27300	693300
Rangierdienst in Bahnhöfen . . .	—	27000	—	18000	45000	—	45000
Gotthardbahn . . .	3460000	121000	(43200)	13500	134500	3700	138200
Normalspurige Nebenbahnen . . .	1061400	38145	(14785)	11780	49935	3540	53475
Total Normalspur . .	22551400	662655	(140385)	232780	895435	34540	929975
Schmalspurbahnen .	526710	30755	(11030)	2860	33615	2175	35790
Gesamt-Total . . .	23078110	693410	(151415)	235640	929050	36715	965765

Die *mittlere Förderarbeit* in Tonnenkilometern beträgt bei den Normalbahnen 78, bei den Schmalspurbahnen 68 % der Sommerförderung.

Die gesamte tägliche Arbeit in Pferdekraftstunden beläuft sich im Jahresmittel, wie man sieht, auf ungefähr 80 % der Sommertagsarbeit, und auf 105 % der Wintertagsarbeit. Den durch die Tabelle ausgewiesenen, rund 966 000 Pferdekraftstunden mittlerer täglicher Arbeit an den Triebrädern entsprächen nach dem früher Gesagten hoch gerechnet rund 2 400 000 Pferdekraftstunden ab Turbinen der Primärkraftstationen, was einer *permanenten Leistung von 100 000 PS der Turbinen* gleichkommt.

An dieser Stelle mag noch eine Zusammenstellung Platz finden, die über das *Verhältnis der Hülfsarbeiten und der rückgewinnbaren Arbeit zur reinen Fortbewegungsarbeit* Auskunft gibt:

Tabelle V.

Es betragen in Prozenten der eigentlichen Fortbewegungsarbeit für Steigung, Rollwiderstand und Anfahren zusammen:

Die Arbeiten für	Heizung und Beleuchtung	Eventuell rückgewinnbar		
		Lebendige Kraft	Abbremsung auf Gefällen	Total
Wochentag grösster Arbeit im Sommer:				
Bei den Normalspurbahnen	—	25,7	16,0	41,7
Bei den Schmalspurbahnen	—	8,2	33,6	41,8
Mittel sämtlicher Bahnen	—	24,8	16,7	41,5
Wochentag im Winter:				
Bei den Normalspurbahnen	13	25,0	14,9	39,9
Bei den Schmalspurbahnen	26,5	8,6	32,3	40,9
Mittel sämtlicher Bahnen	13,3	24,4	15,3	39,7
Tag des Jahresdurchschnitts:				
Bei den Normalspurbahnen	3,9	25,9	15,7	41,6
Bei den Schmalspurbahnen	6,4	8,5	32,7	41,2
Mittel sämtlicher Bahnen	4,0	25,3	16,3	41,6

* * *

Die notwendigen Leistungen und im Besondern deren Maximum

(sogenannte maximale „Momentan"-Leistung).

Die Bestimmung des für die einzelnen Strecken und Netze notwendigen Effekts ist nicht allein zur Verwertung für das Studium der Wasserkraftstationen durchgeführt worden, sondern namentlich auch mit Rücksicht auf die nachher erfolgende Berechnung der Kontakt- und Verteilungsleitungen. Wir besprechen indessen hier nur die vom erstern Gesichtspunkt aus vorgenommenen Arbeiten und Resultate. Es wurde wie folgt vorgegangen:

Man stellte allgemein eine *Geschwindigkeitsskala* nach *Steigungen* auf, ungefähr entsprechend dem, was beim jetzigen Dampfbetrieb unter günstigsten Verhältnissen erreicht ist. Die als ausgeglichene Kurven dargestellten Skalen entsprechen ungefähr folgenden Werten:

Tabelle VI.

Angenommene Geschwindigkeiten in *km/h* auf Steigungen von:	0 ‰	5 ‰	10 ‰	25 ‰	35 ‰
Für normalspurige Bahnen im Allgemeinen					
für Schnellzüge	80	67	56	40	—
für Personenzüge . . .	70	56	45	30	—
für Güterzüge	50	40	31	20	—
Für die Gotthardbahn:					
für Schnellzüge	75	60	51	40	—
für Personenzüge . . .	55	46	40	30	—
für Güterzüge	40	34	29	20	—
Für die Schmalspurbahnen					
für alle Züge	40	36	31	20	18

Aus diesen Geschwindigkeiten und den frühern Annahmen über Rollwiderstand wurden *Leistungskurven für einen 100-Tonnen-Zug*, d. h. die Leistungen in Funktion der Steigung, aufgezeichnet, für jede Zugskategorie besonders. Darnach liess sich für jede Strecke und Zugskategorie ein *Zugsdiagramm für einen 100-Tonnenzug* konstruieren, mit der Zeit als Abszisse, d. h. die Leistung in *P S* konnte direkt über dem graphischen Fahrplan als Ordinate aufgetragen werden, und zwar für jede Strecke unter der Annahme, dass sich der Zug auf dieser ganzen Strecke auf der maximalen, dem Längenprofil entnommenen Steigung jener Strecke befinde. Diese Vereinfachung der Rechnung kann für die Bestimmung der Maximalleistung offenbar angewendet werden, da entsprechende Werte der Leistung wirklich vorkommen; für die Bestimmung der mittlern Leistung bezw. der Arbeit (durch Planimetrierung der entstandenen Flächen) würde diese Methode dagegen viel zu hohe Werte ergeben.

Die Auftragung dieser Zugsdiagramme für alle im Laufe des Tages zirkulierenden Züge nach dem graphischen Fahrplan ergab dann zunächst ein *Diagramm der 100-Tonnenzüge einer Strecke.*

Zugrunde gelegt wurde wiederum der Fahrplan des Sommers 1904, unter Annahme der Ausführung sämtlicher periodischer und fakultativer Züge.

Nunmehr wurden für die Bundesbahnen die, wie schon früher angegeben, aus deren Belastungstabellen entnommenen maximalen Zugsgewichte des Monats August 1904 für die Personenzüge und des Monats Oktober für die Güterzüge auf jede einzelne Zugsnummer angewandt, und so das *Leistungsdiagramm der Linie* durch Summation der Leistungen für alle Züge in Intervallen von 10 Minuten (im Bedarfsfall auch in kürzern Intervallen) gebildet. Für die übrigen Bahnen basierte man auf das maximale Zugsgewicht nach Dienstfahrplan.

Vorausgesetzt ist ferner, dass sich zwei Züge nur auf Blockdistanz folgen. Auf Gefällen bis zu 6 ‰ ist gleiche Leistung wie auf der Horizontalen angenommen, auf grössern Gefällen Fortbewegung ohne Energiezufuhr. Eine besondere Beschleunigungsleistung hat man nicht in Anschlag gebracht. Bei den gegenwärtig üblichen Beschleunigungen von nur etwa 0,10 bis 0,15 m/Sek^2 ist die Weglassung dieser Leistung reichlich dadurch kompensiert, dass für jeden Zug vom ersten Moment an die Maximalsteigung der Strecke vorausgesetzt wurde. Im Ganzen dürfte die Gesamtheit dieser Annahmen eher höhere maximale Leistungen ergeben, als sie in Wirklichkeit vorkommen.

Aus den Leistungsdiagrammen einzelner Linien konnten nun die *Leistungsdiagramme beliebiger Netze* durch einfache Addition der gleichzeitigen Ordinaten ermittelt werden. Je grösser der Umfang des Netzes ist, für welches die Leistungen zusammengelegt werden, desto gleichmässiger wird selbstverständlich der zeitliche Verlauf der totalen Leistung. Zum Zwecke der spätern Verwendung für die Berechnung der Kraftverteilungsnetze sowie der maschinellen Einrichtungen der Kraftstationen war es notwendig, zunächst die Leistungsdiagramme aller Einzelstrecken aufzuzeichnen. Denn je nach der Situation der zur Verfügung stehenden Wasserkräfte werden verschiedene solcher Strecken einem bestimmten Speisepunkt zugewiesen und verschiedene Speisepunkte von einer und derselben Kraftstation aus gespeist werden.

Es wurde daher das gesamte schweizerische Dampfbahnnetz in ungefähr 140 zweckmässig abgeteilte Strecken zerlegt und für jede das Leistungsdiagramm aufgezeichnet.

Für dieselben Strecken waren auch, so wie früher erklärt, je die täglichen Arbeiten und damit die „mittlere 24stündige Leistung" ermittelt worden.

Das Verhältnis zwischen der maximalen und dieser „mittlern" Leistung bewegt sich für die einzelnen Strecken meistens zwischen den Werten 7 und 12; bei ziemlich vielen Strecken steigt es aber auf Werte wie 15 und 20, ja maximal bis auf die Zahl 37. In einer erheblichen Anzahl Fälle sinkt dies Verhältnis anderseits auf ungefähr 6 hinab, und bei einigen wenigen Strecken, namentlich der Gotthardbahn, bis auf den Wert 4 und 3,2; es sind dies verhältnismässig lange Bergstrecken.

Schon aus diesen Zahlen ist zu erkennen, dass *die Schwankungen des Leistungsbedarfs* ausserordentlich gross sind. Betrachten wir nun die Gesamtheit einer Anzahl, von einem Knotenpunkt als zukünftigem Speisepunkt ausgehender Strecken als ein kleineres *Netz*, so sind auch hier die Schwankungen noch nicht viel kleiner. Als Beispiel möge das „Netz Etzwylen" dienen: Das Diagramm zeigt während 22 täglichen Betriebsstunden eine mittlere Leistung (bezogen auf *24* Stunden) von *1517 P S*, und weist während der 22 Stunden etwa 25 Maxima und Minima auf. Das Maximum der Leistung für das Netz ist dabei *10500 P S* oder das 6,9-fache der mittlern Leistung. (Die stärkste Schwankung im Tagesbedarf beträgt etwa 60 % der Höchstleistung). Die Strecken, welche das Netz zusammensetzen, erfordern dagegen je einzeln ungefähr das *10*-fache ihres mittlern Bedarfs als maximalen, und die

Summation der Maxima für die einzelnen Strecken würde *14050 PS* ergeben. Durch die zeitliche Verschiebung der Maxima der Einzelstrecken wird also bei der Zusammenlegung eine Verminderung der erforderlichen Maximalleistung von 14050 auf 10500 *PS* erzielt, oder eine Verbesserung des Verhältnisses der Maximalleistung zur mittlern von ungefähr 10 auf 6,9. Dabei ist dieses Netz aus fünf Strecken mit einer gesamten Betriebslänge von 161,34 *km* zusammengesetzt.

Benützen wir nun dasselbe Beispiel für weitergehende Zusammenlegung, indem wir zu dem Netze Etzwylen noch das „Netz Wil" mit 187,9 *km* und das „Netz Rorschach" mit 89,3 *km* hinzulegen. Es entsteht dadurch ein zusammenhängender Betriebskreis von *439 km Streckenlänge,* ungefähr entsprechend dem Bundesbahnkreis IV mit Ausschluss der Linie Altstätten-Chur aber dafür mit Einschluss der Nebenbahnen des Gebiets. Hiebei ergibt sich dann eine maximale Leistung, die nur noch das *fünf*fache der mittlern (24stündigen) ist, und die grösste Schwankung im Bedarf (Unterschied zwischen Maximum und Minimum abgesehen vom Ansteigen von 0 bei Beginn und Aufhören des Betriebs) beträgt nur noch etwa 35 % der Höchstleistung. Aehnliche Verhältnisse zeigen sich auch andernorts bei Zusammenlegungen von ähnlicher Grösse, d. h. von beispielsweise etwa 30000 *PS* Maximalbedarf an den Triebrädern. Wesentlich grössere Zusammenlegungen auf eine Kraftstation werden nun nicht oft vorkommen. Die Behandlung der Einzelresultate ergibt übrigens, dass man auch dann das Verhältnis zwischen Maximalleistung und mittlerer Leistung kaum wesentlich unter die Zahl 5 bringen kann; diese Zahl wird daher voraussichtlich ungefähr die unterste erreichbare Grenze dieses Verhältnisses darstellen.

Ergebnis für die Gestaltung der Kraftanlagen.

Die angeführten Aufstellungen der Arbeit des Hrn. Thormann werden die Grundlage für das Studium der Kraftproduktions- und Verteilungsanlagen bilden. Es lassen sich an Hand dieser Resultate sofort manche wichtige Punkte überblicken. Auf einige derselben möchten wir hier noch aufmerksam machen.

Die Kraftproduktionsanlagen müssen vor allem gewaltigen Schwankungen in den zu liefernden Leistungen genügen. Selbst bei Zusammenlegung grosser Netze für die Ausnützung grösstmöglicher Wasserkraftzentralen wird die Maschinerie der letztern und werden überhaupt alle, für die Maximalleistung bestimmten Einrichtungen so gross sein müssen, dass sie zeitweise rund das fünffache der mittlern Leistung abgeben können. Bei Zusammenlegung kleinerer Bahngebiete, wie sie für kleinere Primärstationen und namentlich für Umformerstationen eintreten muss, kann es leicht vorkommen, dass die Kraftanlagen für das zehn- oder mehrfache der mittlern Leistung gerüstet sein müssen.

Man erkennt auch, dass an einen völligen Ausgleich der Bedarfsschwankungen lediglich durch elektrische Akkumulatoren bei heutigen Verhältnissen (und wahrscheinlich für immer) nicht zu denken ist.

Wird aber der Ausgleich ganz allein den primären Kraftstationen bezw. der Wasseraufspeicherung zugewiesen, so müssen diese Wasserkraftstationen jenem angeführten Zahlfaktor genügen. Es kommen somit i. A. nur solche Wasserkräfte in Betracht, bei denen eine derartige Aufspeicherung durch Seen überhaupt möglich ist; Wasserwerke, bei denen der Ueberschuss zu denjenigen Zeiten, in denen nicht das Maximum beansprucht wird, unbenützt abfliessen muss, würden ausserordentlich unwirtschaftlich sein für Bahnbetrieb. Sie können also nur in *Verbindung* mit andern Anlagen, welche Speicherung gestatten, in Frage kommen. Da genügend billige Aufspeicherung nur bei hohen Gefällen möglich ist, so wird also im wesentlichen die Ausnützung grosser Gefälle in Aussicht zu nehmen sein.

Wo sich keine Gelegenheit zu direkter Wasserspeicherung bei den Kraftstationen bietet, wird auch nach Möglichkeiten der Speicherung in indirekter Weise mittels Elektromotoren, Pumpen und Hochreservoirs an andern Stellen gesucht werden müssen.

Versuchen wir noch, uns wenigstens ein oberflächliches Bild über die *gesamte Maschinenstärke aller benötigten Wasserkraftanlagen* zu machen. Da können wir einmal in erster Annäherung für den Wirkungsgrad der Uebertragung bei der Maximalleistung ungefähr denselben Wert annehmen wie für die mittlere Leistung, d. h. denselben, der früher für das Verhältnis der Arbeiten angenommen wurde. Denn ungefähr im gleichen Masse, wie der Wirkungsgrad der Motoren, der Regulierung und der Transformatoren bei Maximalleistung höher ist als bei mittlerer, ist anderseits der Wirkungsgrad der Leitungen ein niedrigerer. Auch hier dürften wir daher, selbst bei allerungünstigsten Systemen, mindestens 45 % totalen Wirkungsgrad von den Turbinen weg bis zu den Schienen annehmen, umsomehr als wir nun voraussetzen können, dass keine sehr wesentliche Aenderung der Verhältnisse durch Beteiligung von elektrischen Akkumulatoren dabei eintreten wird. Wir wollen aber der Homogenität wegen auch hier nur mit 40% (siehe Seite 203) rechnen, und dazu als Verhältnis zwischen der mittlern und der maximalen Leistung die Zahl 5 (siehe Schluss des vorhergehenden Abschnittes) annehmen. Dann würden wir aus den 100000 *P. S.* mittlerer Leistung (Seite 204) eine Gesamtstärke der Maschinenleistung aller Turbinen der primären Kraftstationen von rund $100000 \times 5 = 500000$ *PS* erhalten. Diese 500000 *PS* würden also durchschnittlich nur so ausgenützt, als ob sie während $24 : 5 = 4^3/_4$ Stunden im Tage voll im Betrieb wären.

Hätte man nur mit ganz grossen Zentralen zu rechnen, so dürfte die Zahl 500000 *P. S.* voraussichtlich genügen. Ist man genötigt, eine erhebliche Zahl kleiner Zentralen zum Dienst heranzuziehen, so mag sie, zufolge des Anwachsens jenes Faktors für kleinere Netze, auch überschritten werden.

Gelingt die Rückgewinnung von Energie auf Gefällen, so wird die *Ausnützung* der Maximalleistung noch geringer, die Maximalleistung selbst aber wird voraussichtlich nicht wesentlich kleiner sein, wohl aber natürlich die tägliche oder jährliche Arbeit.

Die starken Schwankungen der beanspruchten Leistung gestalten die Beschaffung der Wasserkräfte und der maschinellen Anlagen der Kraftstationen ungünstig; sie beschränken die rationell verwertbaren Wasserkräfte auf eine sorgfältig zu treffende Auswahl, und erhöhen wesentlich ihr Anlagekapital. Wenn daher auch, nach Massgabe der jährlich abzugebenden Arbeit, zu übersehen ist, dass die nötige Energie in noch disponibeln Wasserkräften durchaus vorhanden sein wird, so sagen uns doch diese Resultate, dass mit solchen Wasserkräften, die ihrer Natur nach besonders für den Bahnbetrieb geeignet sind, vorsichtig hausgehalten und rechtzeitig für deren Sicherung gesorgt werden muss.

---

† Professor Dr. W. Ritter.

In engem Rahmen ein vollständiges Bild von dem reichen Leben und dem vielseitigen Wirken des Verewigten zu geben, ist nicht möglich.

Doch schon eine schlichte Skizze, die nur Hauptzüge hervorhebt, dürfte Fernerstehenden gestatten, die Bedeutung dieses Lebens und der Früchte, die es getragen, zu erkennen und zu würdigen. Alle aber, die Professor Ritter persönlich zu kennen das Glück hatten, bedürfen eines solchen Hinweises nicht; ihnen werden eigene Erinnerungen Wort und Bild, die hier geboten werden, ergänzen und beleben.

Am 14. April 1847 zu Liestal geboren, bereitete sich Ritter an den Schulen seines Geburtsortes und des benachbarten Basel für das Studium der Ingenieurwissenschaften am eidgenössischen Polytechnikum vor. Im Jahre 1868 erwarb er sich an diesem das Diplom als Bauingenieur und war hierauf ein Jahr lang in Ungarn beim Bahnbau praktisch tätig; dann wurde er Assistent seines hochverehrten Lehrers, Professor Culmann. Neigung und Begabung liessen ihn die Gelegenheit freudig ergreifen, seine Tätigkeit dem wissenschaftlichen Gebiete zuzuwenden.