

Wirtschaftliche Gesichtspunkte für den Ausbau der schweizerischen Wasserkräfte.

Vortrag, gehalten am 30. Juni 1923 in der Jahresversammlung der Schweiz. Statistischen Gesellschaft in Freiburg.

Von Prof. E. Meyer-Peter, Zürich.

I. Allgemeines.

1. Änderung der Wasserführung unserer Flüsse.

Unsere schweizerischen Flüsse sind durch grosse Veränderlichkeit ihrer Wasserführung gekennzeichnet, eine Veränderlichkeit, die die direkte Folge der im Einzugsgebiet der Flüsse herrschenden klimatischen Verhältnisse ist. Da ein grosser Teil dieses Einzugsgebietes im Winter dauernd Niederschläge nur in fester Form aufweist, wird der grösste Teil der Gesamtniederschläge unseres Landes auf den Sommer aufgespeichert. Dementsprechend beobachten wir in sämtlichen schweizerischen Flüssen grosse Abflussmengen im Sommer, geringe Wassermengen im Winter. Das schweiz. Mittelland, welches den untern Teil unserer Flussläufe mit Wasser versorgt, vermag an diesem spezifischen Hochgebirgscharakter unserer Flüsse nur wenig zu ändern. Zwar sind in diesen Lagen grössere Anschwellungen bei eintretendem Föhn fast jeden Winter zu erwarten, allein sie sind von kurzer Dauer und vermögen das allgemeine Bild der Wasserarmut der Flüsse im Winter nicht zu stören. Stark verbessert wird das Gleichgewicht zwischen Sommer- und Winterabfluss durch unsere Seen, deren Retentionsfähigkeit eine fühlbare Verschiebung in den Wassermengen zur Folge hat. Die zahlreichen in unsern Alpen vorhandenen Gletscher sind ebenfalls als Ausgleichsbecken aufzufassen, indem sie einen regelnden Einfluss auf die Abflussmengen in trockenen und nassen, bzw. zwischen warmen und kalten Jahren, bewirken; indessen sind sie als Vermehrer der Sommerwassermengen aufzufassen.

Infolge der Proportionalität zwischen Wassermengen und hydraulisch verfügbaren Energiemengen, gilt für letztere das für erstere Gesagte: grosse verfügbare Energiemengen im Sommer, geringe Energiemengen im Winter.

Der durch seine Energieknappheit berühmt gewordene Winter 1920/21 dürfte noch in jedermanns Erinnerung sein. Damals war durch die andauernde Trockenheit im Mittellande unser ganzes Flussregime vom Zufluss aus den höher gelegenen Einzugsgebieten abhängig, so dass bis hinab zu unsern Grenzen ausserordentliche Niederwasser beobachtet wurden.

2. Energiebedarf.

Im Gegensatz zu der zeitlichen Verteilung der verfügbaren Energiemengen ist der Energiebedarf für die allgemeine Versorgung mit Kraft und Licht und für den Bahnbetrieb im Sommer annähernd gleich dem Winterbedarf. Annähernd, da er im Gegenteil im Winter infolge vermehrten Verbrauches für Licht- und Heizzwecke durchwegs um einige Prozente höher veranschlagt werden muss. Abgesehen von diesem, wie gesagt kleinen Mehrbedarf, stellt sich die Nachfrage nach elektrischer Energie als eine solche nach konstanter Jahreskraft dar. Man bezeichnet sie kurz als Jahresenergie oder Konstantkraft. Als weiteres Erschwernis für einen billigen Ausbau unserer Wasserkräfte kommt nun aber die starke Schwankung des Energiebedarfs innerhalb eines und desselben Tages hinzu. Die Untersuchung der Leistungsdiagramme unserer Kraftwerke zeigt deutlich den grossen Unterschied zwischen mittlerer Tagesleistung und höchster Tagesspitze. Trotz grosser Anstrengungen der Betriebsleitungen, das Missverhältnis zwischen grösster und mittlerer Belastung günstiger zu gestalten, Anstrengungen, die im Zusammenschluss kleinerer Werke zu grösseren Betriebseinheiten und in der Einbeziehung eines möglichst vielseitigen Absatzgebietes bestehen, ist es bis heute nicht gelungen, den Quotienten aus mittlerer und höchster Leistung tiefer als etwa 1:1,5 bis 2 herabzudrücken. Wir haben uns, abgesehen von einigen prozentualen Verbesserungen, mit der Tatsache abzufinden, dass

- a) die natürlich zur Verfügung stehende hydraulische Energie einen dem Energiebedarf scharf zuwiderlaufenden Charakter besitzt;
- b) der Energiebedarf selbst innert ein und desselben Tages stark schwankt.

3. Bewertung der Energie.

Aus dem geschilderten Gegensatz zwischen natürlich disponibler Energie und Energiebedarf, geht nun hervor, dass die kommerzielle Bewertung des erzeugbaren Stromes nicht für jeden Tag des Jahres und auch nicht für jede Stunde eines Tages die nämliche sein kann. Vielmehr ist diejenige Energiemenge die wertvollste, und

kann demnach zu den günstigsten Preisen abgesetzt werden, die in dem Augenblick der grössten Nachfrage zur Verfügung steht.

Dies ist nun ohne Zweifel die Winterenergie, und zwar, je nachdem der grösste Bedarf als 8-, 10-, 12stündiger gekennzeichnet ist, die 8-, 10-, 12stündige Winterenergie. Der Grund hierfür liegt in den besondern Eigenschaften, die den meisten von uns bisher gebauten Kraftwerken anhaften, die mit wenigen Ausnahmen Überschuss an Sommerenergie produzieren, auf welche Tatsache später zurückgekommen werden soll.

In der kommerziellen Bewertung der Winterenergie auf dem Fusse folgend ist die konstante Jahresenergie zu nennen, die aber, wie vorhin die Winterenergie, auf 8-, 10-, 12stündige konzentriert werden kann.

Energiemengen, die nur im Sommer zur Verfügung stehen, bezeichnet man als Sommerkraft, ihr Wert ist naturgemäss geringer als derjenige der Jahresenergie. Als Abfallkraft endlich ist die in vielen Fällen völlig wertlose Sommernachtenergie zu bezeichnen; sie wird in vielen unserer Kraftwerke ungenützt durch Öffnen der Schützen dem Flusse zurückgegeben.

Wie aus dem eben Gesagten hervorgeht, genügt, um die Bauwürdigkeit einer geplanten Wasserkraftanlage zu beurteilen, eine blosser Feststellung der Anlagekosten und der aus diesem Betrage sich ergebenden jährlichen Auslagen für Verzinsung, Tilgung, Erneuerung, Unterhalt, ferner der Betriebskosten bei weitem noch nicht; sondern wir sind gezwungen, ausser diesen Studien eine Bewertung der produzierbaren Energie nach ihrer «Qualität», das ist nach dem Zeitpunkt ihrer Verfügbarkeit, durchzuführen. Es darf, mit andern Worten, die erzeugte kWh in einem Kraftwerk mit ausschliesslich 8—10stündiger Winterenergie nicht einfach mit derjenigen eines andern Kraftwerks, welches z. B. neben 24stündiger Jahresenergie viel Saisonenergie produziert, verglichen werden.

Man hat heute noch hie und da den Eindruck, dass mit diesen Begriffen in den Tageszeitungen gespielt wird, da solche Vergleiche tatsächlich noch gemacht werden, ohne dass auf die Verschiedenartigkeit der Qualität der Energie aufmerksam gemacht wird.

4. Einteilung der Kraftwerke.

Wenn wir in verschiedenen Wasserkraftanlagen verschiedene Qualitäten von Energie erzeugen, so mag es gerechtfertigt erscheinen, eine Einteilung der Kraftwerke nach der Art der von ihnen produzierten Energie durchzuführen.

Trotzdem der Energiebedarf und die natürlich zur Verfügung stehenden Energiemengen in unserem Lande sich zeitlich in schroffem Gegensatz zueinander befinden,

gelingt es nämlich durch gewisse technische Vorkehrungen, beide Erscheinungen zum Teil miteinander in Einklang zu bringen. Das Mittel zu diesem Zwecke besteht in der Wasserakkumulierung, die darin gipfelt, dass das natürlich zufließende Wasser vom Sommer auf den Winter und von den Nachtstunden auf die Tagesstunden grössten Bedarfes aufgespeichert wird. Bekanntlich eignen sich nun nicht sämtliche Wasserkraftanlagen zu einer solchen Speicherung.

Eine bestimmte Leistung kann entweder durch Ausnützung grosser Wassermengen auf geringen Gefällen, oder aber umgekehrt durch kleine Wassermengen mit grossen Gefällen erzeugt werden. Bei den erstern bedarf es zur Wasserakkumulierung vom Sommer auf den Winter derart grosse Speicherräume, dass ihre technische Ausführung schon aus topographischen Gründen allgemein ausgeschlossen ist. Bei den letzteren aber können relativ geringe Speicherbecken zum Ausgleich namhafter Energiemengen genügen. Vom wirtschaftlichen Standpunkte aus ist es deshalb wohl richtig, die Wasserkraftanlagen in speicherfähige und nicht speicherfähige zu unterscheiden.

Kraftanlagen mit Gefällen unter 20—25 m werden gewöhnlich als Niederdruckwerke, solche mit Gefällen über 50 m als Hochdruckwerke bezeichnet. Niederdruckwerke sind regelmässig nicht speicherfähige Anlagen, jedenfalls nicht in der Form speicherfähig, dass ein Ausgleich über mehrere Monate hinaus denkbar ist. Hochdruckwerke haben ausser der Grundbedingung geringer ausgenützter Wassermengen noch einer Reihe anderer Bedingungen zu genügen, um speicherfähig zu sein, so müssen die topographischen wie auch die geologischen Verhältnisse für die Anlage des Akkumuliererraumes günstig sein.

Um das Gesagte kurz zu resümieren und durch einige Beispiele zu erläutern, können wir deshalb für unsere Kraftwerke folgende Einteilung wählen.

Hochdruckanlagen mit Akkumulierung:

Löntschwerk, Barberine, Wäggital, Oberhasle, Davosersee, Ritom, Broc, Etsel.

Hochdruckanlagen mit geringer (Tages-)Akkumulierung:

Albula, Spiez, Engelberg.

Hochdruckanlagen ohne Akkumulierung:

Klosters-Küblis (im jetzigen Ausbau), Biaschina.

Niederdruckanlagen mit Tagesakkumulierung:

Mühleberg, Olten-Gösgen.

Niederdruckanlagen ohne Akkumulierung:

Augst-Wyhlen, Laufenburg, Eglisau, Wangen a. A. etc. etc.

Im nachfolgenden soll behufs Besprechung einiger wirtschaftlicher Gesichtspunkte beim Ausbau unserer Wasserkraft die Einteilung in akkumulierfähige und nicht akkumulierfähige Anlagen beibehalten werden.

5. Grösse der Kraftstufe.

Bevor aber an die Behandlung einiger wirtschaftlicher Gesichtspunkte, die beim Ausbau dieser beiden Hauptgruppen von Kraftwerken zu berücksichtigen sind, geschritten wird, soll noch zunächst an eine für sämtliche Kraftwerksarten gemeinsame Frage kurz herangetreten werden. Es ist dies die Frage nach der günstigsten Kraftstufe oder nach dem günstigsten auszunützensden Gefälle. In dieser Beziehung kann sich der projektierende Ingenieur in der Schweiz meist nicht mehr vollkommen frei bewegen, da bereits bestehende Anlagen die Konzessionsstrecke nicht selten einseitig oder beidseitig begrenzen. Ist dies nicht der Fall, so können topographische oder geologische Verhältnisse diese Grenze ziehen.

Allgemein gilt der Grundsatz, dass sich eine Kraftstufe direkt an die andere anzuschliessen hat. Dies gilt nicht nur, um jede Art Raubbau zu verhindern, sondern, bei Niederdruckwerken im Mittelland, auch in bezug auf die Schifffahrt.

Die Lage der Kraftzentrale und des Stauwehrs bzw. der Talsperre wird meistens durch die topographischen und geologischen Verhältnisse gegeben sein.

Es stellt sich demnach noch die Frage nach der günstigsten Staugrenze und der günstigsten Lage der Wasserrückgabe, welche beiden Punkte die Kraftstufe bezeichnen.

Die günstigste Staugrenze für akkumulierfähige Anlagen soll später behandelt werden. Allgemein gültig für sämtliche Kraftwerksarten ist aber der Satz, dass jede Erhöhung des Staus eine Vermehrung der Energiemengen bedeutet, aber mit Mehrauslagen verbunden ist, die nur insofern gerechtfertigt erscheinen, als die neugewonnene Energie die mittleren Gestehungskosten nicht ungünstig beeinflusst.

Dasselbe ist in bezug auf die Wahl der Wasserrückgabe zu sagen. Infolge dem gegenüber dem Flussgefälle geringern Gefälle des Unterwasserkanales kann durch Flussabwärtsverschiebung der Wasserrückgabe Energie gewonnen werden, allerdings nur unter Erhöhung der Kosten dieses Kanales.

II. Akkumulierfähige Anlagen.

1. Grad der Akkumulierung.

Unter der Voraussetzung, dass die soeben gestreiften, topographischen und geologischen Bedingungen für den Ausbau eines Speicherraumes gegeben seien, fragt es sich nun, wie das dem Speicher natürlich zufließende Wasser zeitlich zu verwenden, wie also mit andern Worten der Wasserhaushalt der Anlage einzurichten sei. Diese Frage stellen heisst aber soviel, als nach der Grösse des Speicherbeckens fragen. In allen prak-

tischen Fällen ist diese nach oben begrenzt, einmal durch die Ausdehnung der zu überstauenden Talmulde, oder aber durch die Rücksicht auf vorhandene Kulturen und Ansiedelungen oder bestehende Rechte aller Art. Sodann aber wird dem Volumen des Beckens, auch im Falle sonst unbeschränkter Möglichkeiten, durch technische Erwägungen eine Grenze gesteckt, indem der Ingenieur heute es nicht wagen darf, mit der Höhe der den Speicherraum bildenden Talsperre über einen durch die heutige Bauweise und die Festigkeit der heutigen Baumaterialien festgesetzten Maximalwert hinaufzugehen. Der Spielraum, der aber dem Ingenieur innerhalb dieser Grenzen verbleibt, ist jedoch nicht selten ein bedeutender, so dass die Frage nach dem wirtschaftlich günstigsten Stauraum, oder, was dasselbe ist, nach der wirtschaftlich günstigsten Talsperrenhöhe, sich nun als eine der wichtigsten Untersuchungen bei der Projektierung herausstellt.

Bevor dieses Problem in seinen Hauptzügen behandelt werde, soll indessen zunächst noch ein anderes, dasjenige des Grades der Speicherung angeschnitten werden.

Ist der Stauraum im Verhältnis zu den ihm jährlich zufließenden Wassermengen klein, so wird derselbe zwar eine gewisse Phasenverschiebung zwischen Zufluss und Entnahme gestatten, und somit einen gegenüber den natürlichen Abflussverhältnissen vermehrten Winterabfluss ermöglichen. Der Gesamtcharakter des Entnahmeregimes wird sich aber nicht von Grund auf ändern, da trotz vermehrtem Winterabfluss stets noch mehr Sommerwasser abgezapft werden muss, oder, wenn dies nicht geschieht, der Stausee im Sommer einfach überläuft. Im ersteren Falle wird also viel Saisonenergie erzeugt, im zweiten Falle eine entsprechende Menge Sommerenergie ungenützt in den Fluss geleitet. Man kann diesen Grad der Akkumulierung als *unvollständige Akkumulierung* bezeichnen. Er tritt dann ein, wenn das Stauvolumen fühlbar kleiner ist, als die Hälfte der totalen Jahresabflussmenge. Wenn sich indessen das Volumen des Speicherbeckens einem Wert nähert, der annähernd dem halben Jahresabflusse gleichkommt, so wird es möglich, ohne ein vorzeitiges Überfließen des Sees zu veranlassen, die Wasserentnahme gleichmässig auf das ganze Jahr zu verteilen. Wir sprechen dann von *vollständiger Akkumulierung* oder von *Jahresakkumulierung*. Der Speicher ist auf Jahresausgleich ausgebaut und kann konstante Jahresenergie liefern.

Wenn das Stauvolumen gleich dem totalen Jahresabfluss, vermindert um den bei unsern Hochgebirgsflüssen sehr geringen Winterabfluss, gewählt wird, so kann die Entnahme im Sommer vollständig eingestellt und ganz auf die Wintermonate konzentriert werden. Eine solche Anlage liefert ausschliesslich Winterenergie,

der entsprechende Grad der Speicherung wird als *Winterakkumulierung* bezeichnet.

In einem extremen Falle endlich kann das Speichervolumen grösser als der totale Jahreszufluss gewählt werden. Unter der Voraussetzung gleicher Zuflussmengen in jedem Jahre würde sich ein solcher Weiher niemals füllen. Ist aber als Zuflussmenge diejenige eines mittleren Jahres verstanden, so dient ein solcher Speicherweiher zum Ausgleich über eine Reihe von Jahren, indem die Wassermengen eines nassen Jahres auf ein nachfolgendes trockenes aufgespeichert bleiben. Einem solch grossen Speicherraum kann indessen auch aus andern benachbarten Einzugsgebieten Wasser zugeleitet oder sogar mittelst Pumpen künstlich zugeführt werden, wodurch neue Energiemengen verfügbar werden. Wir können diese Speicherform als *Überakkumulierung* bezeichnen.

Es braucht nun keiner besondern Erläuterung, wenn gesagt wird, dass die Anlagekosten des Kraftwerkes in hohem Masse von der Höhe der Talsperre, also vom Volumen des Speicherraumes abhängen. Im Falle unvollständiger Speicherung wird nun nur ein Teil der Gesamtenergie ausgenützt. Bei der Jahresakkumulierung und bei der Winterakkumulierung sind die erzeugten Energiemengen einander nahezu gleich — genau genommen bei der Winterakkumulierung infolge grösserer Gefällsverluste etwas kleiner —, bei der Überakkumulierung werden sie nach Massgabe des zugeführten Fremdwassers vergrössert. Da andererseits wieder die Anlagekosten der Wasserzuleitung (Druckstollen und Druckleitung) der maschinellen und elektrischen Einrichtungen, sowie der elektrischen Fernleitung wesentlich vom Charakter des Wasserwirtschaftsplanes abhängig sind, so kann für die vier in Betracht kommenden Akkumulierungsgrade keine direkte Proportionalität zwischen Talsperrenhöhe und Gesteungskosten pro kWh erzeugter Energie bestehen. Betrachtet man aber nur die beiden Fälle der Jahres- und der Winterakkumulierung, so ist ohne weiteres ersichtlich, dass, die ungefähre Übereinstimmung der erzeugten Energiemengen festgestellt, die Jahresakkumulierung die geringeren Kosten der Energieeinheit liefern muss. Dies nicht nur wegen der kleinern Talsperre, sondern auch wegen der geringern Dimensionen der Wasserzuleitung und der übrigen Einrichtungen, die eben, entsprechend einer gleichmässigen Energieverteilung über das ganze Jahr, kleinern Momentanleistungen zu genügen haben. Im vermehrten Masse würde dies noch für die unvollständige Akkumulierung zutreffen, wenn man die gesamte hydraulisch zur Verfügung stehende Energie in die Rechnung einbeziehen würde.

Es gilt also hier, um die verschiedenen Ausbaumöglichkeiten wirtschaftlich gegeneinander abzuwägen,

die Qualität der erzeugten Energie gebührend zu berücksichtigen. Dies kann wohl am besten dadurch geschehen, dass man nicht einfach die aus den Anlagekosten sich ergebenden jährlichen Auslagen für jede Ausbauart durch die Anzahl der erzeugten kWh dividiert, sondern indem man eben, entsprechend dem früher Gesagten, den kommerziellen Wert jeder Energie in Form eines Gewichtes einführt, wodurch man statt eines allgemeinen und stets irreführenden Mittelpreises einen Gesteungspreis für jede Energieart erhält. Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, kann unter Umständen bis an die Grenze der technischen Ausführbarkeit gegangen werden, ohne dass die tatsächliche Wirtschaftlichkeit des Werkes im geringsten Einbusse erleidet. Selbst die Überakkumulierung kann dann wirtschaftlich begründet sein.

Wir dürfen hier nicht vergessen, dass wir in den ersten Stadien des Ausbaues unserer Wasserkräfte keineswegs die oben beschriebenen Gesichtspunkte befolgt haben. Der Wert der Wasserspeicherung ist noch nicht lange im vollen Umfange erkannt. Wir haben in den älteren Anlagen fast ausschliesslich nicht speicherfähige Anlagen vor uns, die sich durch ein namhaftes Energiedefizit während des Winters auszeichnen. Dies ist der Grund der heutigen starken Nachfrage nach Winterenergie.

Eine Kraftwerksgruppe, die mehrere nicht speicherfähige Anlagen besitzt, wird deshalb vor jedem weiteren Ausbau zunächst an die Errichtung einer akkumulierfähigen Hochdruckanlage denken müssen. Die neu zu bauende Anlage ist dann dazu bestimmt, das Kraftdefizit der bisherigen Werke, welches früher durch kalorische Energie oder Ankauf von Fremdstrom soviel wie möglich gedeckt wurde, auszugleichen. Die Betrachtung der Diagramme der hydraulisch verfügbaren Energie lehrt nun, dass mit verhältnismässig geringen Winterenergiemengen grosse Sommerenergiemengen und Abfallkraft, zu konstanter Jahresenergie umgewandelt, «veredelt» werden können. Durch das bestehende Energiedefizit, das aus den Dauerkurven der Leistung sofort ersichtlich ist, wird somit die Grösse der zu beschaffenden Winterenergie bestimmt. Der Gesteungspreis dieser Zuschussenergie ist dann nicht für sich allein massgebend, sondern wir haben den Mittelpreis zu bilden aus den durch die neuen Anlagekosten entstehenden jährlichen Ausgaben plus den nur wenig vermehrten Betriebskosten in den alten Werken einerseits und der gesamten neuen Jahresenergiemenge andererseits, also neu hinzugekommener Winterenergie plus früher disponibler aber nicht verwertbarer Sommerenergie. Daraus erklärt sich nun, dass bestehende Kraftwerkskonzerne heute an sich teure Winterkraftanlagen bauen können, ohne dass dadurch die Wirtschaftlichkeit der Gesamtheit der Werke darunter zu leiden hat.

2. Günstigste Staumauerhöhe.

Aus dem eben Gesagten geht nun hervor, dass die wirtschaftlich günstigste Staumauerhöhe nicht ohne weiteres diejenige ist, welche pro m³ aufgespeicherten Wassers den geringsten Kostenaufwand bedingt; eine Rechnung, welche bei gegebener Talform und gegebenem Mauertypus an sich sehr einfach durchzuführen wäre. Vielmehr ist daran zu erinnern, dass die Staumauerhöhe den Grad der Akkumulierung bedingt, mithin den Wasserhaushalt und die Qualität der erzeugten Energie. Nur wenn letztere ihrem kommerziellen Wert nach in der Rechnung gebührend berücksichtigt wird, kann diese wirtschaftlich hochwichtige Frage richtig erfasst werden. Es ergibt sich dann nicht selten das interessante Resultat, dass eine höhere Staugrenze als diejenige, welche den geringsten Mittelpreis der Gesamtenergie liefert, wirtschaftlicher ist, wobei als Voraussetzung natürlich ein gesicherter Absatz der Energie gegeben sein muss. Mit andern Worten: die zu schaffende Anlage hat sich dem zur Zeit ihrer Betriebseröffnung zu erwartenden Energiekonsum anzupassen, weshalb man dann bei grossen Anlagen zu etappenmässigem Ausbau des Staubeckens geführt werden kann.

3. Ausbaugrösse.

Mit der Frage nach dem günstigsten Staubeckeninhalt nicht zu verwechseln, ist diejenige nach der sog. Ausbaugrösse des Kraftwerks, wobei man unter Ausbaugrösse die Anzahl der in der Zentrale installierten kW versteht, die Grösse der Turbinen und Generatoren also. Wie bereits angedeutet, ist die Ausbaugrösse nicht vollkommen vom Staubeckeninhalt unabhängig, da z. B. Winterakkumulierung gegenüber Sommerakkumulierung eine Konzentration der Energieabgabe auf eine kürzere Zeit, folglich vergrösserte Leistungen in kW bedeutet.

Für die Ausbaugrösse spielt aber eine ebenso wichtige Rolle die tägliche Schwankung des Energiebedarfes. Bei einer für sich allein betriebenen Anlage muss der Ausbau in kW gleich der grössten Tagesspitze bemessen werden. Je nach dem Charakter des Versorgungsgebietes ergeben sich Ausbaugrössen von mehr als dem Eineinhalbfachen der mittleren Leistung. Bei Kraftwerksgruppen spielt aber die Distanz der einzelnen Werke vom Verbrauchszentrum eine grosse Rolle. Hier werden weit von diesem Punkte entfernte Werke deshalb auf möglichst geringe Ausbaugrössen zu bemessen sein, weil die Kosten der Fernleitungen direkt von der Maximalleistung, die sie zu übertragen haben, bestimmt sind. Je länger aber die Übertragungsleitung, desto empfindlicher werden ihre Erstellungskosten mit zunehmender Leistung die Wirtschaftlichkeit der Gesamtheit der Anlagen beeinflussen. Es ist deshalb durchaus richtig,

wenn Spitzenwerke mit sehr starkem Ausbau in der Nähe des Verbrauchszentrums angeordnet werden, während den entferntern Werken nach Möglichkeit die unter den Spitzen liegenden konstanten Energiemengen zugemutet werden sollen.

Es mag noch erwähnt werden, dass die Ausbaugrösse zwar ihrerseits zum Teil durch die Grösse des Akkumulierbeckens beeinflusst wird, dass aber umgekehrt die Grösse des Beckens bei hochgradigen Akkumulier-Anlagen nicht von der Ausbaugrösse abhängt, weil die zum Tagesausgleich benötigte Speichermenge im Verhältnis zum ganzen Seeinhalt sehr gering ist, sodass nur eine unwesentliche Schicht des Speicherraumes für diesen Tagesausgleich beansprucht wird. Bei einem Jahrespeicher ist also der Ausgleich auf irgend ein Tagesdiagramm ohne weiteres gegeben. Von massgebendem Einfluss ist dagegen die Ausbaugrösse auf die Kosten der Zulaufstollen, Druckleitungen, maschinellen und elektrischen Einrichtungen und, wie bereits bemerkt, auch die elektrischen Fernleitungen.

Bei einem Niederdruckwerk mit Tagesausgleich kann in 24 Stunden jeweils nur die in dieser Zeit zufließende Energie produziert, aber auf wenige Tagesstunden konzentriert werden. Die täglich disponible Energiemenge ist also, wie bei einer nicht akkumulierfähigen Anlage, durchaus von der Saison abhängig. Ist die Ausbaugrösse z. B. gleich der dreifachen Niederwassermenge gewählt, so kann im Sommer entsprechend der dann vorhandenen Wassermenge die ganze maschinelle Einrichtung 24stündig arbeiten, was auch notwendig sein wird, wenn man das mit ihm verbundene Winterakkumulierwerk über den Sommer ausser Betrieb setzen will. Sollen unter diesen Verhältnissen vom besprochenen Niederdruckwerk noch Spitzenleistungen abgegeben werden, so muss der Ausbau noch ein weit grösserer, zum Beispiel 8facher des Niederwassers sein. So teuer eine solche Anlage an sich auch werden wird, bleibt sie im Rahmen der ganzen, aus verschiedenen nicht akkumulierfähigen Werken und einem Winterwerk bestehenden Kraftwerkgruppe, dennoch wirtschaftlich, wenn sie nahe beim Schwerpunkt des Versorgungsgebietes liegt.

4. Ausbau in mehreren Stufen und Ausnützung von Nebeneinzugsgebieten.

Der Ausbau einer Hochdruckanlage in einer einzigen Stufe erscheint im allgemeinen auf den ersten Blick als die wirtschaftlichste Lösung, weil dadurch die Kosten der maschinellen Einrichtungen, der Hochbauten, der Übertragungsleitungen gegenüber dem mehrstufigen Ausbau verringert werden, und weil auch die Betriebsverhältnisse beim Vorhandensein einer einzigen Zentrale in gewöhnlich schon tiefern Lagen einfacher und über-

sichtlicher werden. Indessen kann der Ingenieur gezwungen sein, dennoch zur mehrstufigen Anlage überzugehen, und dies aus einer Reihe von Gründen. So können es die topographischen und geologischen Verhältnisse gebieterisch erfordern, vom Ausbau in einer Stufe abzusehen, oder dann ist es die Notwendigkeit, die in ihrer Gesamtheit für den Moment zu grosse Anlage etappenmässig dem allmählich ansteigenden Bedarf anzupassen; schliesslich kann die Hintereinanderschaltung mehrerer Kraftstufen auch durch den Wunsch nach Einbeziehung der Abflussmengen tiefer liegender Nebeneinzugsgebiete als zweckmässig erscheinen.

In geologischer Beziehung kommt hierbei vor allem der Bau des Druckstollens in Frage, welcher, wenn immer möglich, in wasserdichtem und festem Gestein anzuordnen ist. In topographischer Hinsicht ist es die Zugänglichkeit der Baufenster des Stollens, die bei einstufigen Anlagen mit starken Gefällen im Hochgebirge enorme Schwierigkeiten bereiten kann. Bei gebührender Berücksichtigung dieser beiden Faktoren allein schon ist die grössere Wirtschaftlichkeit der einstufigen Anlagen nicht als für alle Fälle feststehend zu betrachten. Der Vorteil des mehrstufigen Ausbaus bei etappenmässiger Durchführung der Bauten ist in die Augen springend. Zwar wird durch dieses Vorgehen der Gesteinpreis der Energie in der ersten Stufe erhöht, weil die teure Akkumulieranlage hierbei nur mit einem Teilgefälle zur Ausnützung gelangt. Durch sukzessiven Weiterausbau nach unten sinkt aber der Preis der kWh ganz beträchtlich. Jedenfalls ist es aber bei dieser stufenweisen Ausführung wirtschaftlich geboten, die Akkumulieranlage mit der obersten Stufe zuerst auszubauen, und nicht etwa eine untere Stufe ohne Akkumulierung, die eine bei den bestehenden Marktverhältnissen ganz ungewünschte Vermehrung der Sommerproduktion bedingen würde.

Von ganz besonderem Interesse ist nun ferner die Frage, in welchem Grade das der untern Stufe aus den Nebeneinzugsgebieten zufließende Wasser in die Kraftausnützung einbezogen werden soll. Um sich hierüber klar zu werden, ist zu bedenken, dass dieses Zuschusswasser nicht ausreguliert werden kann, weshalb im Sommer bedeutend grössere Wassermengen zur Verfügung stehen als im Winter. Geht man also bei der Gesamtanlage auf konstante Jahreskraft aus, so hat die Einbeziehung grösserer Sommerwassermengen sofort zur Folge, dass eine entsprechend geringere Wassermenge aus dem oben liegenden Speicherbecken während des Sommers entnommen werden muss. Und die weitere Folge hiervon ist die, dass ein entsprechend grösserer Stauraum zur Verfügung stehen muss, weil sonst einfach Wasser über die Talsperre abfließt. Es hat nun aber offenbar keinen Sinn, unter vermehrten Kosten

Zuschusswasser zu fassen, das oben ungenützt über die Sperre abfließt, denn dadurch würde nur der Ausbau in kW der untern Anlage unnötig vergrössert, ohne dass in der obern Zentrale eine entsprechende Ersparnis eintreten könnte, indem letztere doch für die im Winter vergrösserte Leistung ausgebaut werden müsste.

Gestatten dagegen die bereits früher erwähnten Verhältnisse eine Vergrösserung des Staubeckens, so kann eine aus dem Nebeneinzugsgebiet gefasste Wassermenge oben für den Winter aufgespeichert werden. Die Jahresenergie wird dadurch vermehrt, und es ist dann Sache eines wirtschaftlichen Vergleiches, ob diese Vermehrung trotz der erhöhten Kosten der Speicheranlage und der eigentlichen Kraftwerke noch in bisherigem Rahmen ausführbar ist oder nicht. Wie man sieht, gelangt man auf diese Weise auch bei einer auf konstante Jahresenergie ausgebauten Anlage zur Winterakkumulierung. Bei einer solchen Kombination zweier oder mehrerer hintereinander geschalteter Kraftwerke muss dann in diesem Falle der Stauweiher im Sommer möglichst wenig herangezogen werden und die notwendige Sommerenergie von den untern Stufen unter Zuhilfenahme der Nebeneinzugsgebiete produziert werden.

Ein allfälliges Überlaufen des Speicherbeckens muss hierbei aber als unwirtschaftlich bezeichnet werden. Die Einbeziehung des Winterwassers des Nebeneinzugsgebietes erscheint dagegen in allen Fällen als ohne weiteres gerechtfertigt.

In einiger Abweichung von den bisher besprochenen Grundsätzen gelangt man sodann auch zur Überakkumulierung, unter Einbezug von fremden Einzugsgebieten, oder sogar unter Aufpumpen von Sommerwasser aus tieferliegenden Nebeneinzugsgebieten. Der erstere Fall ist ohne weiteres übersehbar. Man gewinnt, da es sich um regulierte Wassermengen handelt, mehr Winterenergie, unter Erhöhung der Kosten der Talsperre und der Kraftwerke. Im zweiten Fall muss man sich die Frage der Wirtschaftlichkeit besonders sorgfältig überlegen, weil ausser diesen Mehrkosten noch diejenigen für die Pumpeninstallation und die für das Aufpumpen aufgewendete Energie in die Rechnung einzuführen sind. Ein reines Winterkraftwerk vorausgesetzt, und angenommen, dass in bestehenden Niederdruckanlagen Sommernachtkraft zu sehr billigem Preise zur Verfügung stehe, kann die dadurch gewonnene Winterenergie, trotz dem ebenfalls zu berücksichtigenden Wirkungsgrad der Pumpen, durchaus wirtschaftlich, d. h. im Rahmen des Gesteinpreises der natürlich disponiblen Energie, liegen. Wesentlich günstiger liegen jedenfalls die Verhältnisse dann, wenn das Zuschusswasser aus einem möglichst hoch gelegenen Nebeneinzugsgebiet entnommen werden kann, so dass die durch die Pumpen zu überwindende Druckhöhe geringer wird, als das in der Gesamt-

anlage zur Verfügung stehende Gefälle, weil dann jede kWh Sommerenergie für das Aufpumpen mehr als 1 kWh Winterenergie zu liefern imstande ist.

III. Nicht akkumulierfähige Anlagen.

1. Wirtschaftlichste Nutzwassermenge.

Bei nicht speicherfähigen Anlagen handelt es sich niemals um die Ausnützung der gesamten Abflussmenge, wie dies bei Jahres- oder Winterakkumulieranlagen der Fall ist. Da eine Aufspeicherung der Hochwasser ausgeschlossen ist, müssen diese ungenützt über die Stauwehre abgelassen werden. Die Frage nach der Höchstwassermenge, die überhaupt noch ausgenützt werden soll, die sog. Nutzwassermenge, ist deshalb von grosser Bedeutung. Es sei hier daran erinnert, dass bei den ältesten Niederdruckanlagen, vom Prinzip der Produktion konstanter Jahresenergie ausgehend, nur die mittleren Niederwassermengen ausgenützt wurden. Allmählich ging man indessen mit der Nutzwassermenge höher, bis man bei der sog. «gewöhnlichen Wassermenge», d. h. derjenigen, die nur noch an 182,5 Tagen im Flusse vorhanden ist, und ausnahmsweise noch bei höheren Wassermengen anlangte. Bei einer derartigen Ausbaugrösse auf das 3- oder 4fache der Mittelwassermenge steht ein Teil der Maschinen während vieler Monate des Jahres still, während im Sommer grosse Mengen Saison- und Abfallkraft erzeugt werden.

Diejenigen Kraftwerke, die dieses moderne Prinzip verfolgt haben, mussten ihre Berechnungen entweder auf den Export elektrischer Energie ins Ausland, oder aber auf die Stromabgabe an die Elektrochemie basieren.

In beiden Fällen handelt es sich darum, einen Stromabnehmer zu finden, welcher auf den Bezug von konstanter Jahresenergie verzichten kann, und sich damit begnügt, während der Sommermonate grosse Energiemengen zu erhalten. Im Winter muss ein solcher Abnehmer seinen Betrieb entweder stark einschränken, was für ihn eine Vermehrung der allgemeinen Unkosten bedeutet, oder aber er muss sich mit einer kalorischen Kraftquelle versehen, welcher letzterer Fall hauptsächlich für die ausländischen Konsumenten zutreffen dürfte. Unter diesen Umständen hat aber der Stromabnehmer durch den Bezug der Energie nur dann einen Vorteil, wenn sie zu sehr billigem Preise abgegeben wird. Andernfalls wird der ausländische Konsument seine ohnehin notwendige kalorische Einrichtung das ganze Jahr betreiben. Wenn deshalb in unserm Lande hie und da der Export elektrischer Energie zu billigen Preisen als im Inland stark kritisiert wird, so kann diese Kritik nicht ohne weiteres gutgeheissen werden. Es handelt sich hier vorerst auch wieder um eine Untersuchung nach der Qualität der exportierten Energie. Wirtschaftlich

gedacht erscheint es ohne Zweifel vorteilhafter, grosse Mengen Sommerenergie zu sehr billigem Preise an das Ausland abzugeben, anstatt sie ungenützt im Flusse zu belassen.

Vom Standpunkt der Allgemeinheit aus kann hierbei allerdings beansprucht werden, dass durch diesen Export der Inlandpreis nicht erhöht werde, und dass ferner nur im Inland nicht zu plzierende Energie ausgeführt werde. Eine Erhöhung der Nutzwassermenge zum Zwecke der Abgabe von vermehrter Sommerkraft ist also nur dann berechtigt, wenn der Preis der Jahreskraft trotz dem erhöhten Ausbau in kW nicht erhöht wird.

Der Wunsch nach Export hat in den letzten Jahren zugenommen, weil infolge der gegenwärtigen Krisis die Abgabe an die Elektrochemie stark zurückgegangen ist; unsere Behörden tun jedenfalls gut daran, in der Erteilung von Exportbewilligungen solange entgegenkommend zu sein, als die oben ausgesprochene Grundbedingung erfüllt ist. Die Erhöhung der Ausbaugrösse nicht akkumulierfähiger Anlagen kann auch mit Rücksicht auf den steigenden Bedarf an Konstantenergie im Inland als gerechtfertigt erscheinen, wenn nämlich dafür gesorgt wird, dass das mit zunehmender Ausbaugrösse beständig wachsende Energiemanko durch die Energieproduktion einer Akkumulieranlage ausgeglichen wird. Wir kommen damit auf die bereits besprochene Veredelung von Sommerkraft.

2. Einfluss der Schifffahrt auf die Wirtschaftlichkeit der Niederdruckanlagen.

Man weiss, dass zugleich mit der Ausnützung der Wasserkräfte im schweizerischen Mittellande die Grossschifffahrt ermöglicht werden soll. Die Schiffbarmachung bedingt nun aber eine Reihe von Mehrarbeiten, die für die blosse Kraftausnützung überflüssig wären.

Wenn es sich um ein reines Staukraftwerk handelt, bei welchem das Turbinenhaus unmittelbar mit dem Stauwehr verbunden ist, so bedingt die Schifffahrt im allgemeinen nur den Bau einer Schleuse mit den zugehörigen Vorbecken.

Im übrigen wird durch den Stau der Fluss dann direkt schiffbar, abgesehen von kleinern Nebenarbeiten wie Hebung von Brücken und ähnlichem.

Die Zahl der in der Schweiz noch möglichen reinen Staukraftwerke ist indessen heute nicht mehr gross. Infolge der vorhandenen topographischen Verhältnisse sind in Zukunft zahlreiche Kanalwerke zu bauen, bei denen das Wasser von der Fassung beim Stauwehr durch einen langen Oberwasserkanal dem Turbinenhaus zugeführt und von hier durch den Unter-

wasserkanal wieder dem Fluss zurückgegeben wird. Bei diesen Werken kann die Schifffahrt entweder durch den alten Flusslauf, oder aber durch den Ober- und Unterwasserkanal geführt werden. Im ersteren Falle ist dann zunächst beim Wehr eine Schleuse anzuordnen. Da aber der alte Flusslauf während etwa der Hälfte jeden Jahres vollkommen wasserarm ist, muss er durch ein besonderes Schifffahrtswehr, das sich etwas oberhalb der Wasserrückgabe befindet, gestaut werden. Mithin entsteht dort eine zweite Gefällstufe für die Schifffahrt, die durch eine zweite Schleuse zu überwinden ist.

Im zweiten Falle ist ausser der von der Schifffahrt verlangten Schutzschleuse bei der Wasserfassung, welche eine bequeme Einfahrt in den Oberwasserkanal gestatten soll, beim Turbinenhaus die eigentliche Schleuse anzuordnen.

Während also bei den reinen Staukraftwerken eine Schleuse, bei den Kanalwerken mit Benützung des alten Flusslaufes zwei Schleusen und ein besonderes Schifffahrtswehr die Anlagekosten des Kraftwerkes belasten, so kommt bei den Kanalwerken mit kombinierten Kraft- und Schifffahrtskanälen neben den Mehrauslagen für eine Schleuse und eine Schutzschleuse noch die von den Schifffahrtsverbänden geforderte reduzierte Wassergeschwindigkeit im Kanal als erschwerender Umstand hinzu. Über diesen Punkt ist nun zu sagen, dass das Prinzip des wirtschaftlichen Ausbaus des Kanalquerschnittes mit den heutigen Anforderungen, die in bezug auf die Schifffahrt gemacht werden, nicht zu vereinen ist.

Bei grossen Kanalwerken beträgt die wirtschaftlichste Wassergeschwindigkeit im Ober- und Unterwasserkanal, die sich aus dem Minimum der jährlichen Auslagen für die Verzinsung und Amortisation etc. der Anlagekosten des Kanals, zuzüglich dem Einnahmehausfall, hervorgerufen durch den Gefällsverlust im Kanal selbst, berechnet, etwa 1.₅₀ bis 1.₈₀ m pro Sekunde. Die Schifffahrtsverbände stellen heute als maximal zulässige Kanalgeschwindigkeit 1.₀₀ m pro Sekunde auf. Diese Bedingung erscheint für breite und tiefe Kraft- und Schifffahrtskanäle unverständlich. Sie ist nicht durch die Wirtschaftlichkeit der Schifffahrt bedingt, welche oberhalb der Wehre im gestauten Flussabschnitt mit Geschwindigkeiten weit über 2.₀₀ m pro Sekunde sich abfinden muss, wonach sich also die Stärke der Schleppdampfer zu richten hat, sondern allein durch eine heute noch nicht als begründet erwiesene Besorgnis, die talfahrenden Schleppzüge vor der Schleuse nicht abbremsen zu können, und weil die Möglichkeit zum Aufdrehen nicht vorhanden ist. Es sei hier daran erinnert, dass beim Kraftwerk Wallsee an der Donau ausdrücklich eine Wassergeschwindigkeit von 1.₃₀ m pro Sekunde konzessioniert ist. Es will dem Sprechenden scheinen, dass in diesem Punkte zwischen beiden Interessengruppen eine

Einigung angestrebt werden muss und angestrebt werden kann. Es gilt hier, durch sorgfältiges Studium der Schifffahrtsfragen nur das unbedingt Unerlässliche festzustellen und von den Kraftwerken nicht mehr zu verlangen, als unbedingt notwendig, und zwar nicht nur in bezug auf die soeben berührte Frage der Fliessgeschwindigkeit, sondern ganz allgemein auch hinsichtlich aller die Schifffahrt berührenden Fragen, wie Schleusendimensionen, Durchfahrts Höhen etc. Denn es ist darauf aufmerksam zu machen, dass durch zu hoch gespannte Anforderungen seitens der Schifffahrt der Kraftwerksbau unwirtschaftlich wird, was dann wiederum die Schifffahrt selbst für lange Zeit ausschliesst.

3. Verbesserung der Wirtschaftlichkeit nicht akkumulierfähiger Anlagen.

Wir haben bereits gesehen, dass die Wirtschaftlichkeit solcher Werke durch Zusammenschluss mit speicherfähigen Anlagen verbessert werden kann.

Abgesehen von dieser direkten Zusammenarbeit, die durch richtige Kombination der Leistungspläne erreicht wird, bedeutet schon der blosse Betrieb von Winterwerken für sich allein eine bessere Ausnützung der unten liegenden Werke. Dies deshalb, weil die Winterwerke den Sommerabfluss vermindern, den Winterabfluss vermehren, so dass das Flussregime bis weit hinunter im Sinne eines Ausgleichs der verfügbaren Energiemengen verändert wird. Bei der Berechnung des dadurch für die Unterlieger entstehenden Gewinnes ist allerdings mit Vorsicht vorzugehen, indem genau festzustellen ist, ob die theoretische Vermehrung der Abflussmenge dort auch tatsächlich ausgenützt werden kann.

Eine sehr bedeutende Rolle spielt sodann in dieser Hinsicht die Regulierung unserer Seen, die bei ihrer grossen Oberfläche, auch bei verhältnismässig geringen Amplituden des Wasserspiegels, grosse Energiemengen aufzuspeichern imstande sind. Jeder natürliche See besitzt ein Retentionsvermögen, das durch den Einbau von Regulierschleusen beim Ausfluss, eventuell auch durch Verbesserung der Abflussverhältnisse erhöht werden kann, in dem dann ohne Schädigung der Uferanstösser ein höherer Aufstau oder eine tiefere Absenkung als die natürliche zugelassen werden kann. Die Erkenntnis für die Wichtigkeit dieser Frage ist schon seit längerer Zeit allgemein. Während aber die früheren Seeregulierungen hauptsächlich nur die Verbesserung des Wasserabflusses und die Verminderung der Überschwemmungsgefahr im Auge hatten, muss nun heute dasselbe Ziel mit der gleichzeitigen Forderung einer rationellen Wasserkraftausnützung und einer Verbesserung der Schifffahrt angestrebt werden. Dass dabei auch andere Interessen, wie z. B. die Rücksicht auf Ortschaften,

Kulturen, Fischerei etc. mitspielen, macht das Problem der Seeregulierungen zu einem der schwierigsten, dessen sich die nächsten Anstrengungen der Techniker annehmen haben werden. Damit für die interessierten Kraftwerke die Beteiligung an den gewaltigen Arbeiten, die für eine restlose Lösung notwendig sind, von Interesse sei, muss selbstverständlich die durch die Regulierung erhältliche Energievermehrung die Gesteuerungskosten der Gesamtproduktion verbilligen helfen. Es gilt also auch hier, will man auf die Mitarbeit der Kraftwerke rechnen, allseitig nur unbedingt Unerlässliches zu fordern.

* * *

Mit Rücksicht auf die Kürze der mir für meine Ausführungen eingeräumten Zeit, war es nicht möglich, mehr als nur andeutungsweise auf die hauptsächlichsten wirtschaftlichen Probleme beim Ausbau unserer Wasserkräfte einzutreten. Die mathematische Behandlung der einzelnen Aufgaben, die sich dem projektierenden Ingenieur dabei stellen, wurde absichtlich nicht berührt.

Die Frage, was ist ein wirtschaftlicher Ausbau unserer Wasserkräfte, birgt, wie aus diesen wenigen Andeutungen hervorgeht, eine ganze Fülle von schwierigen Problemen in sich. Das Interesse für diese Aufgaben zu wecken, möchte ich als Zweck meiner kurzen Darlegungen aufgefasst wissen.

Extrait du procès-verbal de la Séance administrative de la Société suisse de statistique tenue à Fribourg le 29 juin à l'hôtel Terminus.

Le président ouvre la séance à 11 heures du matin. Il constate la présence d'une trentaine de membres. Le protocole de la dernière séance ayant été imprimé dans le Journal de statistique, sa lecture n'en étant pas demandée, est adopté par l'assemblée. Quelques lettres d'excuses pour la présente séance sont parvenues au comité, leur lecture n'est pas demandée. Le président souhaite une cordiale bienvenue à M. le professeur v. Mayr, auquel il réserve une réception officielle à la séance de l'après-midi.

L'ordre du jour appelle le rapport du président sur l'exercice écoulé. M. Mangold résume la situation actuelle par la question: « Que pouvons-nous et que devons-nous faire pour augmenter le nombre des membres et les fonds nécessaires à la bonne marche de la société? » C'est, en effet, un gros souci pour le comité que celui de l'avenir de la société. Nous devons chercher à augmenter les ressources de la caisse, celle-ci boucle par un excédent de dépenses de 4778 fr. 15 pour l'année 1922, ainsi qu'il résulte des comptes publiés dans le dernier numéro du Journal de statistique. Le caissier ainsi que les vérificateurs des comptes confirment ces faits. Le président annonce que le travail mis au concours sur le sujet des échelles mobiles de traitement a donné lieu à deux travaux qui sont actuellement sou-

mis à chacun des membres du jury qui rapporteront à ce sujet très prochainement. La discussion est ouverte sur les rapports du président et du caissier. Un échange de vues a lieu entre M. le professeur Landmann, M. Rathgeb et M. Mangold au sujet de la diminution des frais d'impression du Journal. M. Milliet est d'avis d'augmenter les recettes, les dépenses ne se prêtant pas à une diminution à l'heure actuelle. On peut chercher à augmenter les recettes au moyen d'une augmentation de la cotisation annuelle, mais il trouve préférable de chercher plutôt à augmenter le nombre des membres. M. Brüscheweiler émet l'idée de chercher à intéresser les villes à s'inscrire comme membres. On pourrait également chercher à engager les membres d'autres sociétés économiques à entrer dans notre société.

Le rapport du président, celui du caissier et des reviseurs des comptes sont adoptés. Les élections du comité, du président et des reviseurs des comptes ont lieu par renouvellement sans modification aucune.

Le président annonce que plusieurs postes de membres correspondants sont à repourvoir. Les propositions y relatives sont à transmettre au comité. Le choix du lieu de la 60^e assemblée en 1924 est laissé au comité.

L'ordre du jour étant épuisé, la séance est levée à 12 h. 1/4.
