Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 27 (1935)

Heft: 1

Artikel: Die pneumatische Fundation des Maschinenhauses für das Kraftwerk Klingnau

Autor: Osterwalder, Julius

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-922286

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: 18.02.2026

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

b) Die Ausnützung der Speicherbecken. Die am Anfang jeden Monates der Jahre 1932/33 bis 1934/35 aufgespeicherten Energiemengen betrugen:

Hydrograph. Jahr	1. Okt.	1. Nov.	1. Dez.	1. Jan.	1. Febr.	1. März	1. April	1. Mai	1. Juni	1. Juli	1. Aug.	1. Sept.
	Millionen kWh											
1932/33	471	485	460	392	280	231	188	184	241	329	439	488
1933/34	494	490	467	378	286	199	158	175	238	330	439	476
1934/35	484	472	442	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Im Herbst 1933 erreichten die aufgespeicherten Energiemengen 97 % der gesamten Speichermöglichkeiten, so dass die Aussichten auf die Winterenergieproduktion günstige waren. Im Vergleich zum Winter 1932/33 war die Ausnutzung im Winter 1933/34 etwas grösser; im Frühjahr 1934 (14. April) betrug die minimale gespeicherte Energiemenge noch 153 Millionen kWh, das heisst 31 % der maximalen Speichermenge zu Anfang des Winters.

c) Produktionsmöglichkeit. Die nachfolgende Tabelle gibt für das hydrographische Jahr 1933/34 die monatliche Produktionsmöglichkeit aller schweizerischen Wasserkraftwerke mit Energieabgabe an Dritte. Die Zahlen der ersten Zeile entsprechen der Produktionsmöglichkeit aus natürlichen Zuflüssen, die der zweiten Zeile derjenigen unter Berücksichtigung einerseits ihrer Vermehrung durch Ausnutzung des Speicherwassers sowie ihrer Verminderung durch Wiederanfüllen der Speicherbecken und anderseits des Einflusses der Zufuhr gepumpten Wassers.

Hydrograph. Jahr 1933/34	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Total
	Millionen kWh												
Ohne Akkumulierung	464	376	277	262	229	317	471	555	563	626	604	514	**5258**
Mit Akkumulierung	470	402	366	354	316	362	467	521	506	563	576	509	**5412**

Als Folge des Umbaues der Zentrale Hagneck (Oktober 1933) und der Inbetriebsetzung des Werkes Albbruck-Dogern (Dezember 1933) — wovon nur der Schweizer Anteil berücksichtigt wird — stieg die Produktionsmöglichkeit ohne Speicherung im Winter 1933/34 um rund 2 % gegenüber dem vorhergehenden Winter trotz allgemein geringerer Wasserführung.

Die folgende Tabelle zeigt für die verschiedenen Winter 1924/25 bis 1933/34 die Produktionsmöglichkeit aus natürlichen Zuflüssen (in Millionen kWh), die mittleren Abflussmengen des Rheins in Basel (m^3/sek) und die Ausbaugrösse der Werke (Summe der grösstmöglichen Spitzenleistungen aller Werke am 1. Januar, in 1000 kW).

Winter Okt. — März	1924 /25	1925 /26	1926 /27	1927 /28	1928 /29	1929 /30	1930 /31	1931 /32	1932 /33	1933 /34
Mio kWh	1237	1599	1600	1612	1730	1618	2113	1704	1885	1925
m^3/sek	580	864	727	832	779	613	1176	674	657	620
1000 kW	701	800	845	893	902	962	1045	1110	1160	1234

Aus diesen Zahlen geht hervor, dass die Produktionsmöglichkeit im Winter annähernd den gleichen Schwankungen unterworfen ist, wie die Abflussmengen des Rheins in Basel, dass sie aber natürlicherweise mit dem Ausbau neuer Wasserkräfte stets zunimmt.

Im Vergleich zu den Vorjahren ergeben sich folgende Werte für die jährliche Produktionsmöglichkeit:

Hydrograph. Jahr	1924 /25	1925 /26	1926 /27	1927 /28	1928 /29	1929 /30	1930 /31	1931 /32	1932 /33	1933 /34
	Millionen kWh									
Ohne Akkumulierung	3371	3999	4135	3978	4136	4369	5021	4847	5047	**5258**
Mit Akkumulierung	3427	4025	4201	4155	4304	4426	5136	4988	5135	**5412**

Im hydrographischen Jahre 1933/34 ergibt sich somit eine Vermehrung der Produktionsmöglichkeit gegenüber dem Vorjahre von rund 5 %.

Die pneumatische Fundation des Maschinenhauses für das Kraftwerk Klingnau.

Von Dipl.-Ing. Julius Osterwalder, kant. Wasserrechts-Ingenieur, Aarau.

Als sich bei den Aushubarbeiten für das Krafthaus Klingnau die Notwendigkeit zeigte, wegen des grossen Wasserandranges zur pneumatischen Fundierungsmethode überzugehen, gelangten sowohl die «Arbeitsgemeinschaft Maschinenhaus» (Bauunternehmungen J. J. Rüegg & Co. A.-G. in Zürich und J. Biland & Cie. in Baden) als auch die Bauleitung (Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vorm. W. Lahmeyer & Co., Frankfurt a. M.) an die A.-G. Conrad Zschokke in Genf und Döttingen. Diese Firma war in der Lage, das für die umfangreichen Caissonarbeiten erforderliche Material (Schleusen, Kamine, Kompressoren usw.) und geschultes Personal (leitender Ingenieur und Caissonchefs) zur Verfügung zu stellen. In Anbetracht ihrer reichen Erfahrungen auf dem Spezialgebiete der Druckluftfundierungen wurde die A.-G. Conrad Zschokke auch mit der Ausarbeitung der Pläne gemäss der von ihr im Ein-

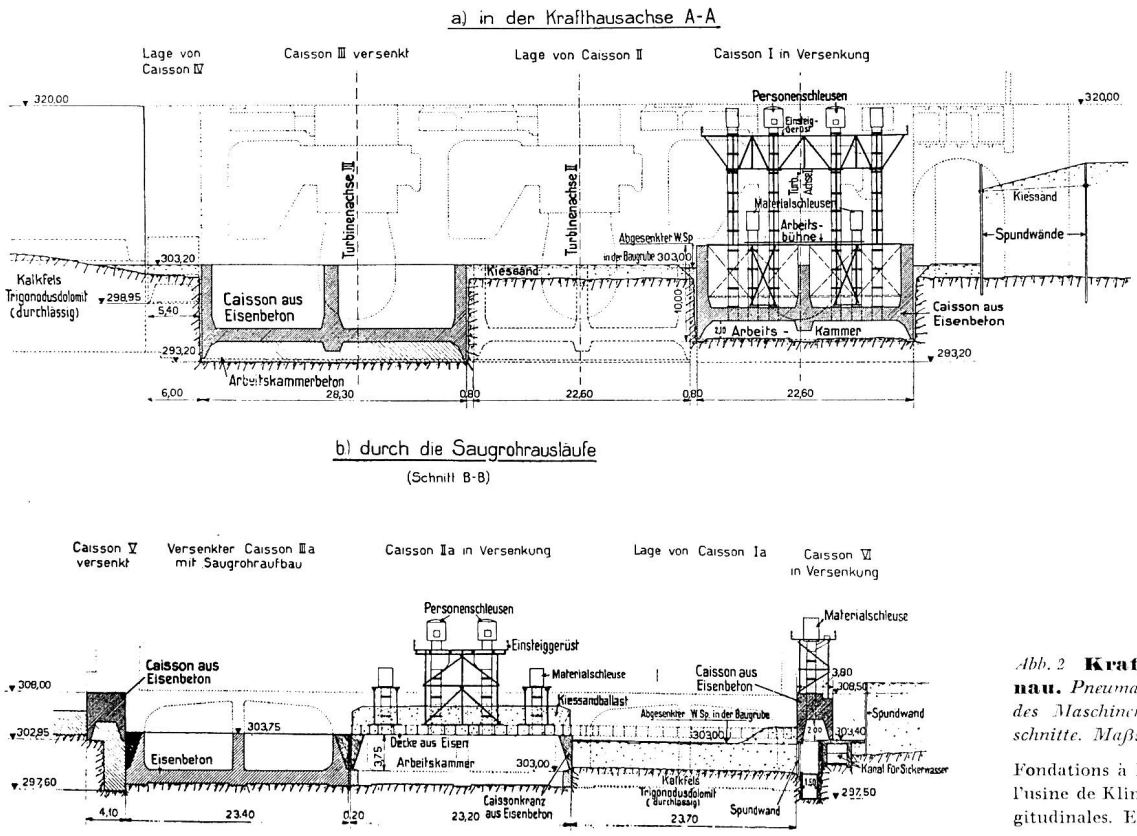

Abb. 2 **Kraftwerk Klingnau.** *Pneumatische Fundierung des Maschinen-Hauses. Längsschnitte. Maßstab 1:800*

Fondations à l'air comprimé de l'usine de Klingnau. Coupes longitudinales. Echelle 1:800

vernehmen mit der Bauleitung gemachten Vorschläge und mit der technischen Leitung dieser Caissonfundierungen beauftragt.

Es war vorerst nur beabsichtigt, die Fundation der Turbinenkammern auszuführen, das heisst mit den Caissonschneiden auf die Kote 293.20 zu gelangen, bei einem durch Pumpen in der Baugrube auf die Kote zirka 303.00 gesenkten Wasserspiegel, in der Hoffnung, durch Erstellen der Fundation für die Turbinenkammern III und I den Wasserandrang abdämmen und eventuell Kammer II wieder an freier Luft ausführen zu können. Diese Hoffnung erwies sich jedoch als trügerisch und es waren weitere Druckluftarbeiten unumgänglich notwendig.

Es war zuerst geplant, für jede Turbinenkammer vier Caissons zu bauen, da man die grossen Dimensionen eines einzigen Caissons vermeiden wollte. Die Anordnung von vier Caissons hätte den Nachteil gehabt, dass gleichzeitig nicht alle vier, sondern nur zwei diametral gegenüberliegende Caissons hätten versenkt werden können, weil bei nebeneinander liegenden Caissons die Gefahr besteht, dass beim Abteufen der eine Caisson abrutscht und gegen seinen Nachbarn zuliegen kommt. Die Studien ergaben aber dann doch die Möglichkeit, für jede Turbinenkammer nur einen Caisson vorzusehen, wodurch die Abteufungszeit um die Hälfte reduziert werden konnte. Für Caisson III, der bis jetzt als der grösste Caisson in armiertem Beton betrachtet werden kann, nennen wir folgende Zahlen: Grundfläche 28,30×26,20 m, Beton 2500 m³, Armierungseisen 300 Tonnen, Schneide aus Eisen 120 Tonnen, Gewicht des ganzen Caissons 6000 Tonnen. Auf diesen Caisson III wurden sechs Materialschleusen, System Zschokke, und vier Personenschleusen montiert; auf die Caissons I und II je sechs Materialschleusen und je zwei Personenschleusen. Wir verweisen im übrigen auf die Abbildungen.

Nach Fertigstellung und Ausbetonieren der Caissons I bis III zeigte sich die Notwendigkeit, auch die Sohle der Turbinenausläufe pneumatisch zu erstellen (Caissons I a, II a, III a).

Es sollte dabei womöglich der Felsaushub durch Abteufen unter dem Messer erfolgen, da auf diese Weise die angeschnittene Felswand fortschreitend gedichtet werden kann, während beim Absenken eines Caissons bis auf die definitive Kote ein Schlitz zwischen Caisson und dem unabgedichteten Felsen entsteht, der zu vermehrtem Wasserandrang führen könnte.

Aus diesem Grunde bestehen die Caissons II a und III a aus einem festen Caissonkranz aus armiertem Beton und einer abnehmbaren, aus Differdinger-Trägern und Blechhaut bestehenden Decke, die entsprechend dem Auftrieb mit Kies belastet wird. Diese Caissons wurden so tief versenkt, bis sich das Messer zirka 1 m in den Felsen eingeschnitten

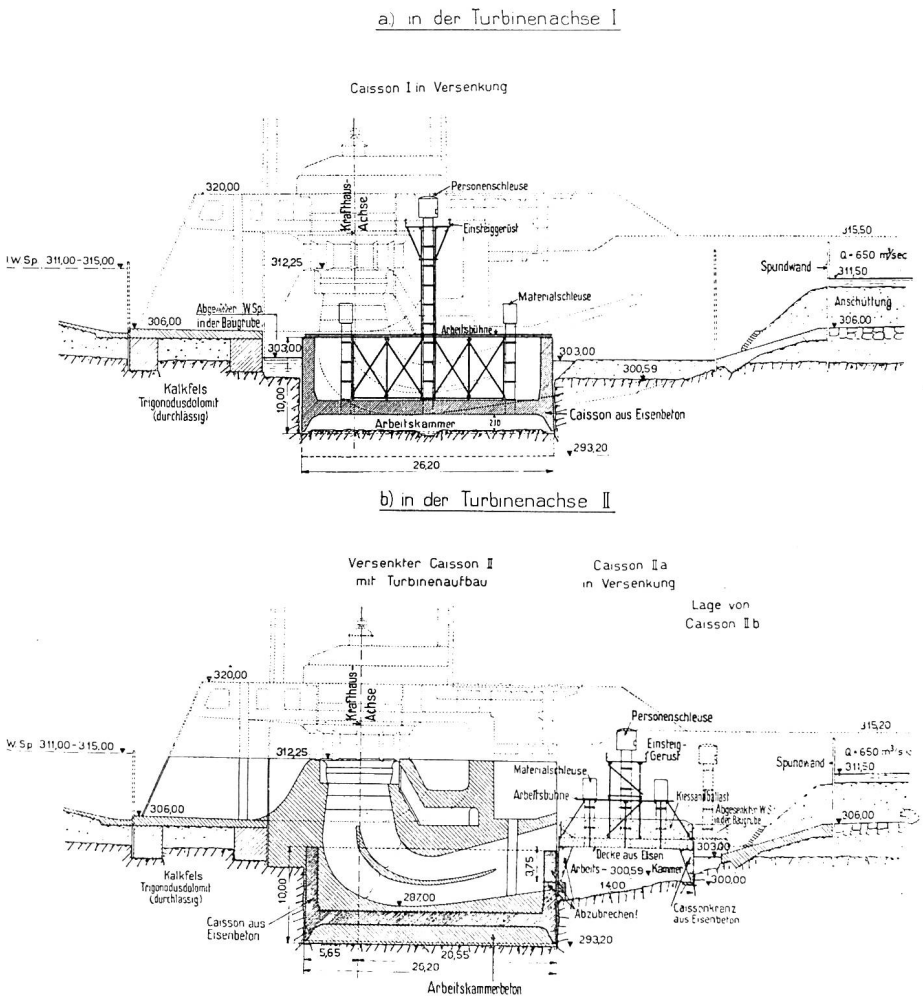

Abb. 3 **Kraftwerk Klingnau.** *Pneumatische Fundierung des Maschinen-Hauses Querschnitte. Maßstab 1:800*
Fondations à l'air comprimé de l'usine de Klingnau. Coupes transversales. Echelle 1:800

hatte. Der Aushub geschah alsdann unter dem Messer. Nach beendigtem Aushub erfolgte unter Druckluft das Betonieren der Auslaufsohle. Die Querwände des festen Caissonkranzes hatten zugleich auch einen Teil der Trennpfeiler zwischen den Fliessräumen der Turbinen-Wasserzu- und -ableitung zu bilden. Die flussabwärts gelegenen Längswände dienten vorerst als Fangdamm für den weitern Ausbau und nachher als Längswände der unten noch zu besprechenden weiteren Caissons I b, II b und III b. Diese Wände wurden nach Vollendung der Arbeit abgebrochen, wie auch die äussere Längswand und die Mittelrippe der Caissons I, II und III.

Für Caisson I a wurde der Caissonkranz durch die bestehenden Caissonwände der Caissons I, II a und des ebenfalls unten noch zu besprechenden weiteren Caissons VI gebildet; als unterwasserseitige Abschlusswand wurde eine entsprechende Mauer erstellt.

Auch der noch verbleibende drei Meter breite Teil der Auslaufsohle zwischen den Caissons I a, II a und III a und der bereits in freier Luft erstellten Sohle musste mit Hilfe von Druckluft ausgeführt werden. Für diese Caissons I b, II b und III b bildeten die von den Caissons I a, II a und III a herrührenden unterwasserseitigen Längswände, das auf der fertigen Sohle erstellte Mäuerchen und die beiden entsprechenden Querwände den Caissonkranz; die Decke bestand wiederum aus eisernen Trägern mit Blechhaut.

Erschwert wurden diese Arbeiten durch den Umstand, dass der Wasserzulaufkanal zu den Pumpen an der gleichen Stelle lag.

Zu erwähnen sind ferner noch der Caisson IV zum Abschluss der Abriegelungsmauer zwischen Wehr und Turbinenhaus, der Caisson V für den Anschluss mit der untern linksseitigen Kanalmauer und der Caisson VI als Anschluss mit der untern rechtsseitigen Kanalmauer. In allen diesen drei Caissons bestand die Hauptarbeit am Aushub und Betonieren unter dem Messer, wodurch sich ein dichter Anschluss an das Nebenbauwerk und eine tiefgehende Abriegelung der Fundationen gegen allfällige Grundwasserströmungen erzielen liess.

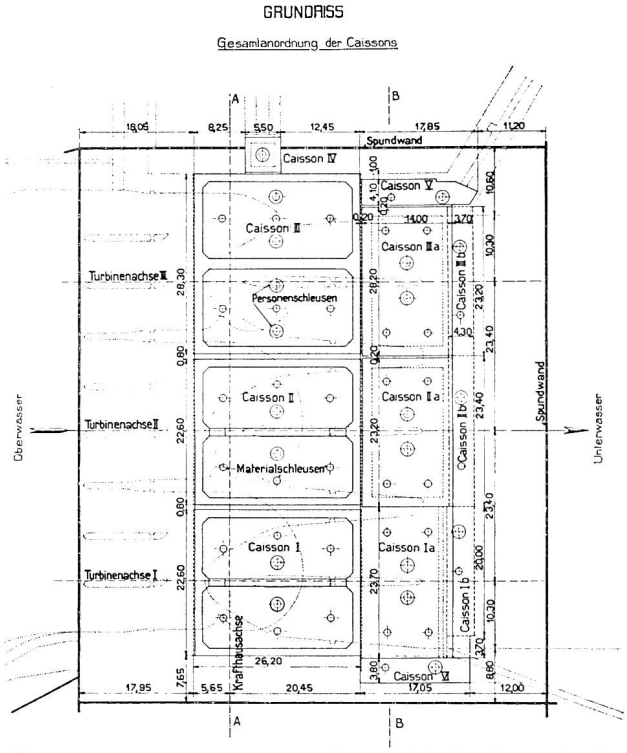

Abb. 4 **Kraftwerk Klingnau.** *Pneumatische Fundierung des Maschinen-Hauses. Grundriss. Gesamtanordnung d. Caissons. Maßstab: 1:1200*
Fondations à l'air comprimé de l'usine de Klingnau. Plan. Disposition générale des caissons. Echelle 1:1200

Les fondations à l'air comprimé de l'usine de Klingnau.

Lors du commencement des travaux de fondation de l'usine de Klingnau, les grandes infiltrations d'eau exigèrent l'emploi du système de fondation à l'air comprimé, et la Maison Conrad Zschokke fut chargée de la direction technique et de la mise à disposition du matériel nécessaire à l'exécution des travaux en caissons.

Pour éviter les grandes dimensions d'un caisson unique, on avait projeté d'abord la construction de quatre caissons pour chaque chambre de turbine; mais étant donné l'impossibilité du fonçage simultané des quatre caissons, on préféra le caisson unique, réduisant ainsi de moitié le temps nécessaire pour le creusement. Le caisson III, considéré comme le plus grand caisson en béton armé, a 28,30 m de long et 26,20 m de large, pèse 6000 tonnes et porte 10 sas, dont 6 pour le matériel et 4 pour le personnel.

Après l'exécution des caissons I, II et III, on vit la nécessité d'utiliser le même système pour la sole des tuyaux d'aspiration des turbines. Les caissons IIa et IIIa consistent en un châssis de caisson fixe en béton armé et un couvercle démontable en fer profilé et en tôles qui est chargé de gravier pour vaincre la poussée verticale. Ces caissons furent fonçés jusqu'à 1 m de profondeur dans le sol; la fouille du roc se fit alors en creusant sous le couteau du caisson, ce qui permit d'étancher progressivement la paroi entamée. G.

Aspect général des problèmes économiques de l'énergie, notamment en Suisse

Par les quelques lignes qui suivent, nous nous proposons d'esquisser, sous une forme serrée et sans entrer dans aucun détail numérique, le rôle que joue l'approvisionnement en énergie dans l'économie d'un pays, notamment en Suisse. Nous entendons par «énergie»: l'énergie électrique, la force motrice, la chaleur et, d'autre part, l'énergie «brute» sous forme de chutes d'eau et de combustibles solides, liquides et gazeux.

Plus que jamais les pays doivent être considérés, aujourd'hui, comme unités économiques. Parmi les trois facteurs de la production, soit matières premières, capital et main-d'œuvre, l'énergie occupe une place toute spéciale. Pour l'évaluation de la vitalité et de la puissance économique d'un pays le plus ou moins de richesse en sources d'énergie est un critère essentiel: on mesurera ses propres disponibilités d'énergie, en tenant compte de leur nature, de leur importance et des possibilités de leur exploitation; d'autre part on prendra en considération les besoins d'énergie impliqués par les circonstances économiques, celles de l'industrie en particulier, enfin comment et par quelle organisation le pays en cause fait force à ces besoins.

La forme sous laquelle se présentent les besoins en énergie n'est pas sans importance ici. Sûrement, pour des raisons économiques et financières, viennent en première ligne: la force motrice, nécessaire à l'industrie, à l'artisanat, à l'agriculture, et aux moyens de circulation de tous genres ainsi que la chaleur nécessaire pour pouvoir parer aux besoins de la production, du chauffage des fabriques, des bureaux et des habitations et aux besoins domestiques (cuisine). La consommation de lumière est d'une importance secondaire, du moins au point de vue quantité. L'énergie «chimique» proprement dite (abstraction faite des combustibles), n'étant guère séparable des matières premières ne pourra pas figurer parmi les besoins en énergie d'un pays.

La connaissance du «mouvement» d'énergie, non seulement au point de vue de sa quantité mais aussi de sa valeur, la répartition des dépenses à l'intérieur du pays et à l'étranger — donc le bilan économique de l'énergie, tenant compte de la production indigène, de l'importation et de l'exportation — la connaissance des capitaux investis dans les installations pour la production et la distribution — ces dernières pour les formes d'énergie à production centralisée — de la proportion d'entreprises privées et d'entreprises publiques achèvent de dépeindre la situation, dans laquelle se trouve l'exploitation de l'énergie dans un pays donné, constituant l'une des bases de son économie nationale.

Quant à la consommation des différentes formes d'énergie, la consommation relativement grande d'un pays en énergie électrique peut être considérée comme le signe d'une industrialisation avancée et d'un standard of life élevé, les besoins en force motrice et en lumière, mais aussi, pour une grande part, ceux de chaleur pour le service des ménages étant couverts par l'électricité. Par contre la consommation spécifique — c'est-à-dire par habitant — élevée en combustibles ne s'explique pas toujours par une consommation industrielle importante ou par le développement des moyens de circulation (navigation d'outre mer), les conditions climatiques d'un pays pouvant en être la cause naturelle.

On peut dire que, récemment encore, la tâche d'alimenter un pays c'est-à-dire son industrie et son artisanat en force motrice le plus économiquement possible, occupait en premier lieu les techniciens et les économistes. La solution du problème de la production de la force motrice par des moteurs thermiques et hydrauliques fut en effet le point de départ du développement industriel mondial. L'industrie de cette «première époque» choisit son siège bien moins au voisinage des sources de ses matières premières que là où elle trouvait la pos-