

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 66 (1948)  
**Heft:** 38

**Artikel:** Zur Frage des Kriteriums für die Bauwürdigkeit von Wasserkraftwerken  
**Autor:** Bauer, Bruno / Oehler, R.J.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-56799>

### **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:** 05.04.2026

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

gebiete durch Rücksichtnahme auf die erhalten gebliebenen Verkehrs- und Werkanlagen von selbst eingeengt. Aber dennoch entstehen Entwürfe, die über die wirtschaftlichen Grenzen des Realisierbaren hinausgehen. Dadurch werden Widerstände ausgelöst, die dem gewiss berechtigten Planungsgedanken nicht förderlich sind.

Welche Gründe sprechen dafür, dass die analytischen und technischen Grundlagen von verschiedenen Berufsgattungen «geliefert» und vom Architekten ausgewertet werden sollen? Wie ist eine Differenzierung im Einsatz einerseits von Technikern und Wissenschaftlern für mehr organisatorische Lösungen nationaler und regionaler Probleme und andererseits von Architekten für die Detailbearbeitung mehr lokaler Aufgaben erklärlich? Die Probleme der Bahnhofenerweiterung Zürich und der Gestaltung des Leonhardsplatzes daselbst, die Aufgaben regionalen, wie lokalen Charakters

darstellen, widerlegen eine solche Formulierung. Verkehrstechniker und Tiefbauer leisten hier grundlegende und massgebende Arbeit und treten nicht als «Lieferant» für den Architekten auf.

Mag die Resolution I der UIA für unser Land vielleicht nur als bedingt geltend betrachtet werden, so zeigt sie doch nicht das, was sie als Erzeugnis der vergangenen Jahre in sich tragen sollte, nämlich: geordnetes Arbeiten, jedoch ohne Schematismus und freies Arbeiten ohne Privileg für eine Berufsgattung. Nicht Subordination von Planungsdisziplinen und Berufsgattungen, sondern freies und gemeinschaftliches Arbeiten im Dienst einer konstruktiven Sache sollte angestrebt werden. Dies umso mehr, als die praktische Planung sich noch in ihrem Anfangsstadium befindet und die Erfahrung für die Aufstellung von Regeln im Sinne der Resolution fehlt.

J. Schneider, Dipl. Ing. E. T. H., Luzern

## Zur Frage des Kriteriums für die Bauwürdigkeit von Wasserkraftwerken

DK 621.311.21.003

Mitteilung des Lehrstuhls für Energiewirtschaft an der E. T. H. von Prof. Dr. BRUNO BAUER und Dipl. Ing. R. J. OEHLER

In einem früheren Aufsatz<sup>1)</sup> berichteten wir über die Ergebnisse einer am Lehrstuhl für Energiewirtschaft an der E. T. H. durchgeführten Studie zur Frage eines allgemeingültigen Kriteriums für die Bauwürdigkeit von Wasserkraftwerken. Es wurde damals ein weiterer Bericht über unsere Untersuchungen in Aussicht gestellt, in dem erörtert werden sollte, wie sich der Einsatz eines gegebenen neuen Wasserkraftwerks in ein bestehendes Produktionssystem auf dessen Wirtschaftlichkeit auswirkt, den wir nachstehend veröffentlichen.

Wie im erwähnten Aufsatz dargelegt wurde, beruht die bisher gebräuchliche Methode zum Vergleich der Bauwürdigkeit zweier verschiedener Wasserkraftwerkprojekte — insbesondere solcher von Speicherkraftwerken — auf einem Vergleich der Gestehungskosten der Winterenergie. Es wurde gezeigt, dass das Verhältnis dieser Gestehungskosten keine eindeutige Grösse darstellt, sondern bei Aenderungen des Baukosten- und des Energiepreinsniveaus Schwankungen unterliegt, ja, dass sich die so aufgestellte Rangordnung der Bauwürdigkeit sogar unter Umständen umkehren kann. Die bisher gebräuchliche Methode stellt also kein standfestes Kriterium für die Aufstellung einer Rangordnung verschiedener Kraftwerkprojekte dar.

Es wurde deshalb anschliessend vorgeschlagen, als neues, besser fundiertes Kriterium die «Wirtschaftlichkeit»  $f^2)$  zu verwenden, definiert als das Verhältnis:

$$(1) \quad f = \frac{m_j}{k_j} = \frac{\text{Marktwert der jährlich erzeugten Energie}}{\text{Jährliche Produktionskosten}}$$

Dieser «Marktwert» wäre dabei in der Weise zu ermitteln, dass die gesamte Jahresarbeit  $A_j$  des betrachteten Werks in einzelne, wohldefinierte Qualitätskategorien  $A_a, A_b, A_c \dots$  aufgeteilt würde, von denen jede für sich einen bestimmten

<sup>1)</sup> SBZ 1947, Nr. 30, S. 408\*.

<sup>2)</sup> Es sei hier ergänzend festgestellt, dass wir das Kriterium der Wirtschaftlichkeit als Auswahlprinzip in *gesamtwirtschaftlicher Betrachtung* verstanden wissen möchten. Der privatwirtschaftliche Standpunkt würde dem Kriterium der Rentabilität, definiert als das Verhältnis des Kapitalertrags zum investierten Kapital, den Vorzug geben. Natürlich hat dieses Prinzip auch in gesamtwirtschaftlicher Beleuchtung seine Bedeutung, denn Kapital ist nicht in unbeschränkter Masse vorhanden und der Volkswirtschaftler ist versucht, die beschränkt verfügbare Menge dort einzusetzen, wo sie den grössten Nutzen bringt. Das gleiche gilt aber auch für andere Gütermengen, z. B. für den Brennstoff. So könnte man für die Erstellung von thermischen Kraftwerken mit gleichem Recht als Auswahlprinzip das Kriterium des geringsten spezifischen Brennstoffverbrauchs fordern. Beide, das letztgenannte und die Rentabilität sind in ihrer Wirkung exklusiv. In der Auswahl zwischen verschiedenen Lösungen für ein Brennstoffkraftwerk kann sich z. B. das Rentabilitätsprinzip für jene mit dem grössten Brennstoffaufwand entscheiden, und umgekehrt kann das Kriterium des geringsten spezifischen Brennstoffverbrauchs zu einer Lösung führen, welche die bescheidenste Rentabilitätsziffer aufweist. Es vermag also weder die eine noch die andere Anschauung gesamtwirtschaftlich zu befriedigen. Aus diesem Grunde haben wir als Kompromisslösung das Kriterium der Wirtschaftlichkeit vorgeschlagen, das bei gleichem Marktwert der Produktion je auf die geringsten Produktionskosten abstellt. In diesen Kosten ist ein minimaler Kapitalertrag, zum landesüblichen Zins ermittelt, definitionsgemäss eingeschlossen. Die Auswahl nach der Wirtschaftlichkeit gibt von zwei Lösungen mit gleichem Kapitalaufwand jener den Vorzug, die den geringsten Brennstoffbedarf aufweist, und umgekehrt bezeichnet sie von zwei Lösungen gleichen Brennstoffverbrauchs jene als besser, die den geringeren Kapitalaufwand bedingt. Leider muss im knappen Rahmen dieses Aufsatzes auf eine weitere Behandlung dieser Erwägungen verzichtet werden.

Preis  $c_a, c_b, c_c \dots$  auf dem Energiemarkt erzielt. Man kann hierbei z. B. so vorgehen, dass man den Wert je kWh der ins Verbrauchsnetz gelieferten Tagesenergie an Winterwerktagen als Basispreis  $c_a$  festlegt und die Einheitswerte der übrigen Kategorien (Winter-Nachenergie, Sommer-Tages- bzw. Sommer-Nachenergie, Wochenendenergie im Winter und im Sommer) zu diesem in ein bestimmtes Verhältnis bringt (z. B.  $c_a = 4$  Rp./kWh,  $c_b = 0,7 c_a$ ,  $c_c = 0,6 c_a$  usw.). Der Basispreis und die Verhältniszahlen sind abhängig vom Preis der Substitutionsgüter auf dem Energiemarkt und von seiner Struktur, wobei der Grad der Elektrifizierung offenbar eine wichtige Rolle spielt. Man wird die Wertigkeit der einzelnen Energiekategorien auch nach Massgabe der Häufigkeit ihrer Verfügbarkeit unterteilen, derart, dass in einer bestimmten Kategorie diejenigen Produktionsanteile eines hydraulischen Kraftwerks, auf deren Vorhandensein in allen Jahren gerechnet werden kann, höher zu bewerten sind, als jene zusätzlichen, die mit geringerer Wahrscheinlichkeit greifbar sind. Es lässt sich auch die jeweils sicher verfügbare Leistung als eine selbständige Marktwertkomponente des Werks besonders bewerten. Der totale Marktwert der Jahresproduktion eines Kraftwerks ist demnach einerseits durch die wasserwirtschaftlichen Verhältnisse seines Einzugsgebietes und andererseits durch die marktwirtschaftlichen Verhältnisse seines Absatzgebietes bedingt. Da diese letztgenannten nur in verhältnismässig beschränktem Umfang gleichartig sind, dürfen die zahlenmässigen Grundlagen der Marktwertermittlung nicht unbeschränkt verallgemeinert werden.

Die Zusammensetzung des Marktwertes  $m_j$  aus seinen einzelnen Komponenten lässt sich leicht durch eine graphische Darstellung veranschaulichen. In Bild 1 sind in der Abszisse die Arbeitsbeträge der einzelnen Qualitätskategorien, in der Ordinate deren zugehörige Marktwerte  $m = cA$  aufgetragen. Der Tangens des Neigungswinkels  $\gamma$  ist gleichzeitig ein Mass für den Einheitspreis der betreffenden Qualitätskategorie. Der Durchschnittspreis der gesamten Jahresproduktion

$$(2) \quad c_m = \frac{m_j}{A_j} = \frac{c_a A_a + c_b A_b + c_c A_c + \dots}{A_a + A_b + A_c + \dots}$$

ergibt sich dann aus der Neigung der Resultierenden unseres ganzen Vektorzuges. Berechnet man nun mit dem so erhaltenen Marktwert der gesamten Energieproduktion  $m_j = c_m A_j$  und den als bekannt vorausgesetzten jährlichen Produktionskosten die Wirtschaftlichkeit  $f_1, f_2 \dots$  verschiedener Kraftwerkprojekte, so bleibt das Verhältnis  $\varphi = f_1/f_2$  auch bei wechselnder Konjunkturlage, d. h. veränderlichen Baukosten und Energiepreisen weitgehend konstant.

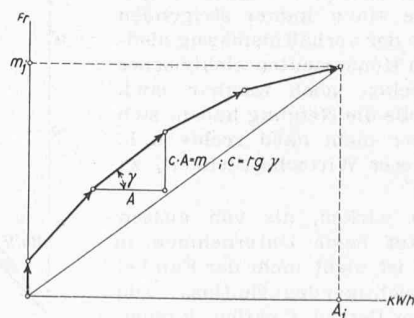


Bild 1. Zusammensetzung des Marktwertes  $m_j$  der Jahresproduktion  $A_j$  eines Kraftwerkes aus einzelnen Komponenten

den Marktwert der gesamten Energieproduktion  $m_j = c_m A_j$  und den als bekannt vorausgesetzten jährlichen Produktionskosten die Wirtschaftlichkeit  $f_1, f_2 \dots$  verschiedener Kraftwerkprojekte, so bleibt das Verhältnis  $\varphi = f_1/f_2$  auch bei wechselnder Konjunkturlage, d. h. veränderlichen Baukosten und Energiepreisen weitgehend konstant.

Diese Methode setzt allerdings eines voraus, nämlich das Vorliegen einer detaillierten und allgemein anerkannten Bewertungstabelle für die verschiedenen anfallenden Energiequalitäten. Wie schon in unserem ersten Aufsatz erwähnt wurde, ist eine aus dem Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband hervorgegangene Kommission mit der Aufstellung einer solchen Tabelle beschäftigt, ohne dass bisher die Ergebnisse dieser Beratungen der Öffentlichkeit bekanntgegeben wurden. Es darf hier der Wunsch ausgesprochen werden, dass dies möglichst bald geschehen möge. Nachdem bereits 1946 durch die Eidg. Expertenkommission einheitliche Grundlagen für die Projektierung und die Berechnung der Betriebskosten von Speicherwerken aufgestellt wurden, würde dadurch endlich die ganze Diskussion um den Bau neuer Wasserkraftwerke auf eine standfeste Grundlage gestellt. — Wir machen in der Folge die stillschweigende Voraussetzung, dass eine solche Bewertungstabelle bereits vorliege, und wir wollen zeigen, wie der Begriff der damit berechneten Wirtschaftlichkeitsziffern auch noch zur Lösung verschiedener anderer Probleme herangezogen werden kann; insbesondere soll untersucht werden, wie sich der Einsatz eines neuen Kraftwerks mit gegebenem  $f$  in ein bestehendes Produktionssystem auf dessen Gesamtwirtschaftlichkeit auswirkt.

Die Wirtschaftlichkeit eines solchen Produktionssystems lässt sich darstellen durch die Lage eines Punktes  $P$  in einem Koordinatensystem, dessen Abszisse den Produktionskosten und dessen Ordinate dem Marktwert der erzeugten Energie entspricht, beides auf einen bestimmten Zeitabschnitt, beispielsweise ein Jahr, bezogen. Verbindet man den Punkt  $P$  mit dem Koordinatenursprung, so ist der Tangens des Winkels, den der Strahl  $OP$  mit der Abszissenaxe einschliesst, gleich dem Wirtschaftlichkeitskoeffizienten  $f$  des Betriebes.

Bild 2 zeigt dieses Wirtschaftlichkeitsdiagramm für zwei Betriebe  $P$  und  $P'$ , die bei gleichem Marktwert der erzeugten Energie verschiedene hohe Produktionskosten aufweisen. Es ist  $\text{tg } \alpha = f > 1$  und  $\text{tg } \alpha' = f' < 1$

Das Strahlenbündel für verschiedene Werte von  $f = \text{konst.}$ , das in die Figur eingelegt ist, lässt die betreffenden  $f$ -Werte leicht ablesen. Der Gewinn, den der Betrieb  $P$  in der betrachteten Produktionsperiode macht, bzw. der Verlust, den der Betrieb  $P'$  erleidet, wird durch die Ordinatenunterschiede  $PQ$  bzw.  $P'Q'$  dargestellt.

Die Lage der Punkte  $P$  und  $P'$  ist nun nicht ein für allemal gegeben, sie ist vielmehr unter der Wirkung verschiedener Einflüsse im Verlauf der einzelnen Produktionsperioden Änderungen unterworfen. Die «Kräfte», die eine Verschiebung von  $P$  und  $P'$  in der  $m_j - k_j$ -Ebene bewirken können, sind in unserer Darstellung durch gestrichelte Pfeile symbolisiert. Eine Erhöhung oder Verminderung des Marktwertes der erzeugten Energie oder eine Vergrößerung oder Verkleinerung der abgebenen Energiemenge selber, etwa infolge der schwankenden Wasserführung der Flüsse, wird eine Verschiebung der Punkte nach oben oder unten zur Folge haben, wie dies durch die Pfeile 1 und 2 bzw. 1' und 2' angedeutet ist.

Der Konsum hat in seiner Gesamtheit die Tendenz zuzunehmen und dabei den Unternehmungen vermehrte Einnahmen, aber auch — infolge der zu seiner Deckung notwendigen Erweiterung der Anlagen — vermehrte Ausgaben zu bringen. Pfeil 3 bzw. 3' symbolisiert diese Tendenz. Dabei ist zu beachten, dass an der Konsumausweitung der letzten Jahre die Elektrowärme einen immer steigenden Anteil einnimmt. Infolge der verhältnismässig niedrigen Preise, die für den Konsumenten elektrischer Energie zu Wärmeszwecken noch tragbar sind, werden diese beiden Pfeile die Neigung haben, sich im Laufe der Zeit immer mehr nach rechts, d. h. in eine Richtung kleinerer Wirtschaftlichkeit, zu drehen.

Alle diese «Kräfte» wirken, als von aussen kommende Einflüsse, auf beide Unternehmen in gleicher Weise ein. Dies ist nicht mehr der Fall bei dem vierten zu berücksichtigenden Einfluss. Die Ueberschüsse  $PQ$ , die der Betrieb  $P$  erzielt, können einerseits etwa in Form höherer Dividenden oder grösserer Ablieferungen an öffentliche Kassen, dem Betrieb entzogen werden. Sie können andererseits

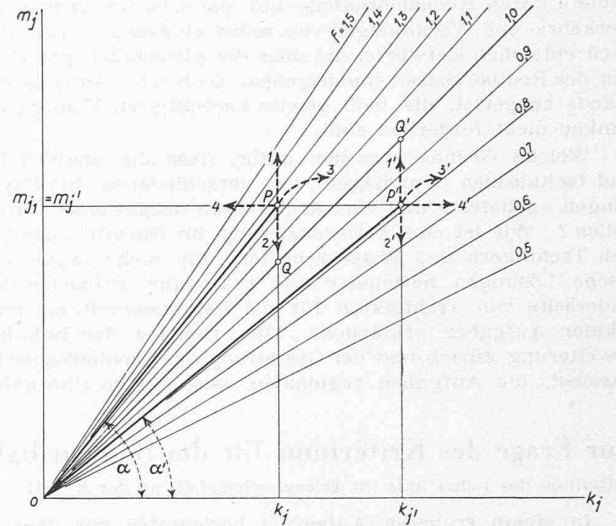


Bild 2. Wirkung verschiedenartiger Einflüsse auf die Wirtschaftlichkeit  $f$

aber auch im Betrieb verbleiben und, z. B. in Form ausserordentlicher Abschreibungen oder erhöhter Schuldentilgung, letzten Endes zu einer Verkleinerung von  $k_j$  und damit zur Verbesserung von  $f$  beitragen.

Diese Möglichkeit fehlt dem Betrieb  $P'$ . Die Defizite  $P'Q'$  werden vielmehr, wenn sie sich während längerer Perioden wiederholen, eine Vergrößerung der Schuldenlast und damit ein Anwachsen von  $k_j'$  und eine Verschlechterung des Wirtschaftlichkeitskoeffizienten  $f'$  zur Folge haben. Die beiden Pfeile 4 und 4' haben dementsprechend entgegengesetzte Richtung. Mit andern Worten: Unter gleichen äusseren Bedingungen wird der Punkt  $P$  die Tendenz haben, immer weiter nach links in das Gebiet grösserer Wirtschaftlichkeit aufzusteigen, während der Punkt  $P'$  Gefahr läuft, immer tiefer nach rechts in das Gebiet grösserer Unwirtschaftlichkeit abzugleiten.

Unter dem Einfluss der verschiedenen geschilderten «Kräfte» wird sich der Punkt  $P$  eines bestimmten Unternehmens also im Laufe der Zeit in der  $k_j - m_j$ -Ebene verschieben. Bild 3 zeigt die Bahn, die der Punkt  $P$  im Falle der Nordostschweizerischen Kraftwerke A.-G. (NOK) in der Zeit von 1945 bis 1946 beschrieben hat, wobei nur das eigentliche Elektri-

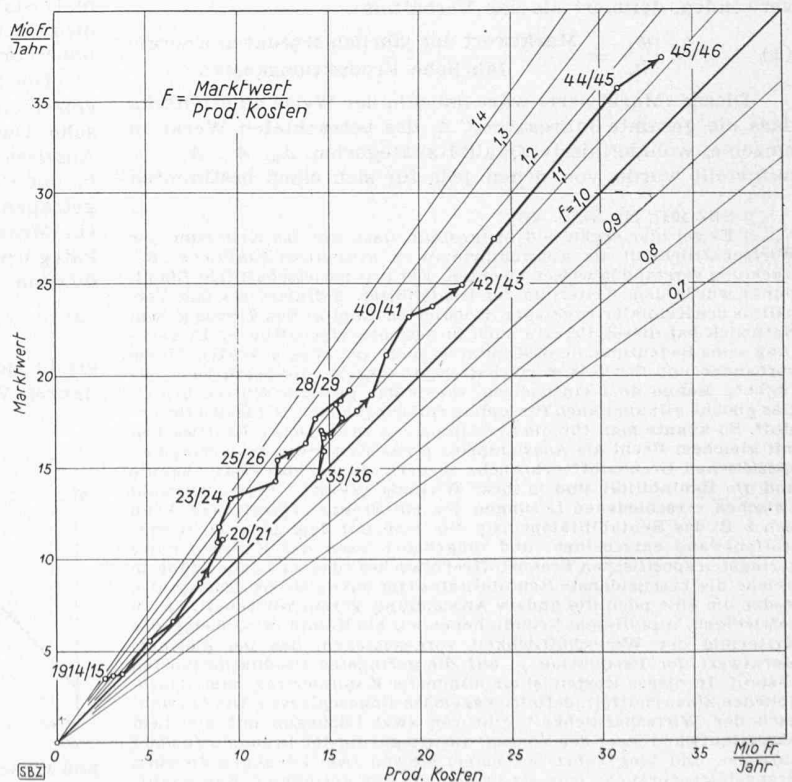


Bild 3. Entwicklung der Wirtschaftlichkeit eines Produktionssystems, gezeigt am Beispiel der NOK für die Zeit von 1914/15 bis 1945/46

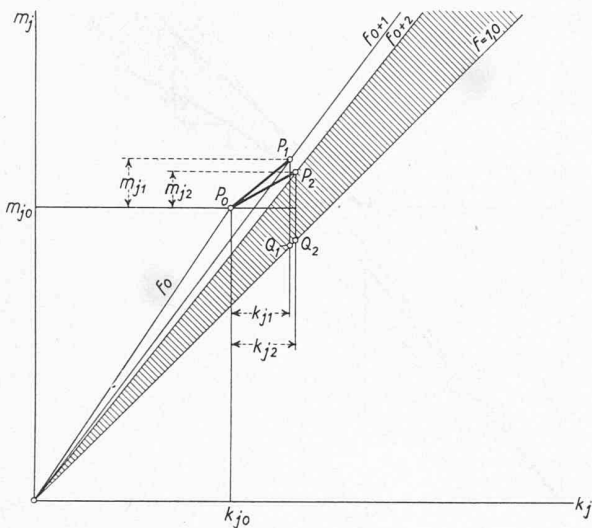


Bild 4. Auswirkung der Eingliederung von zwei neuen Kraftwerken verschiedener Wirtschaftlichkeit  $f$  in ein bestehendes Produktionssystem

zitätsgeschäft betrachtet wird. Es fällt zunächst auf, dass die verschiedenen Höchstwerte der Wirtschaftlichkeit, die im Verlaufe dieser Zickzackkurve erreicht werden, fallende Tendenz aufweisen.  $f$  sinkt von 1,4 im Jahre 1923/24 auf 1,2 im Jahre 1940/41 und bis auf 1,17 im Jahre 1944/45, eine Folge des bereits oben erwähnten steigenden Elektrowärmeverbrauchs. Die Krisenjahre 1930 bis 1935 zeichnen sich deutlich in einem sprunghaften Absinken von  $m_j$  bei nahezu konstanten Produktionskosten  $k_j$  ab, so dass der Punkt  $P$  fast senkrecht nach unten fällt, bis  $f$  im Jahre 1935/36 seinen Minimalwert  $f \approx 1$  erreicht.

Diese annähernd senkrechte Bewegung von  $P$  im Falle konjunktureller Rückschläge ist kennzeichnend für die Kostenstruktur der hydraulischen Energieproduktion. Die Betriebskosten eines Wasserkraftwerkes samt den davon gespeisten Uebertragungs- und Verteilanlagen sind eben, sobald diese Anlagen einmal erstellt sind, weitgehend konstant, d. h. von der wirklich erzeugten Energiemenge abhängig. Sie lassen sich bei einem Rückgang der Produktion oder bei einem Sinken des Marktwertes der erzeugten Energie nur in sehr engen Grenzen reduzieren.

Es erhebt sich die Frage, wie unsere Elektrizitätswerke, deren wirtschaftliche Entwicklung in den letzten Jahrzehnten in den meisten Fällen ähnlich verlief, wie vorstehend am Beispiel der NOK gezeigt, auf einen ähnlichen krisenhaften Rückgang der Einnahmen wie den der Dreissigerjahre heute reagieren würden. Wir haben weiter oben darauf hingewiesen, dass ein Unternehmen, dessen Wirtschaftlichkeit einmal auf einen Wert  $f < 1$  gesunken ist, Gefahr läuft, immer tiefer in das Gebiet der Unwirtschaftlichkeit hineinzugeraten, bis es sich nicht mehr aus eigener Kraft aus ihm herausarbeiten kann. Eine solche Entwicklung, die entweder zu höheren Strompreisen oder zu Zuschüssen der öffentlichen Hand an die notleidend gewordenen Elektrizitätswerke führen müsste, kann weder im Interesse der Energiekonsumenten noch in dem des Steuerzahlers liegen. Es gilt also, ihr rechtzeitig vorzubeugen. Es ist einleuchtend, dass ein wirtschaftlicher Rückschlag umso leichter abgefangen werden kann, je höher der Punkt  $P$  im Moment seines Eintretens über der Geraden  $f = 1$  liegt. Mit andern Worten: Ein Unternehmen wird umso krisenempfindlicher sein, je mehr sich seine Wirtschaftlichkeit schon vor dem Einsetzen der Krise dem Wert 1 genähert hat.

In welchem Sinne wird sich hier die Eingliederung eines neuen Kraftwerkbetriebes in ein gegebenes Produktionssystem auswirken? Die Berechnungen der Gesteungskosten der Winterenergie nach der bisher üblichen Methode vermag hierauf keine Antwort zu geben, ganz abgesehen davon, dass diese Gesteungskosten an sich schon keine eindeutige Grösse darstellen, wie dies in dem erwähnten früheren Aufsatz gezeigt wurde. Dagegen wird die Auswirkung sofort klar, wenn man sich der vorstehend beschriebenen Darstellung bedient. Bild 4 zeigt ein Beispiel hierfür. Es sei angenommen, dass ein Unternehmen, dessen schon bestehende Kraftwerke bei

den Jahreskosten  $k_{j0}$  Energie im Wert  $m_{j0}$  erzeugen, und dessen Wirtschaftlichkeit deshalb durch die Lage des Punktes  $P_0$  gekennzeichnet ist, genötigt sei, seine Produktion durch den Bau eines neuen Kraftwerkes zu erhöhen. Es mögen zwei Varianten 1 und 2 zur Diskussion stehen, die bei verschiedenem Marktwert der erzeugten Energie  $m_{j1} \pm m_{j2}$  verschiedene Produktionskosten  $k_{j1} \pm k_{j2}$  aufweisen. Die Auswirkung auf die Wirtschaftlichkeit des Gesamtunternehmens wird sofort klar ersichtlich, wenn man die Werte von  $k_j$  und  $m_j$  von  $P_0$  ausgehend, in das Diagramm einträgt. In unserem Beispiel sind diese Werte so gewählt, dass

$$(3) \quad f_1 = \frac{m_{j1}}{k_{j1}} > f_2 = \frac{m_{j2}}{k_{j2}}$$

ist. Durch die Angliederung des neuen Werkes wandert  $P$  von  $P_0$  nach  $P_1$  bzw.  $P_2$ .

Es ist zunächst leicht einzusehen, dass die Wirtschaftlichkeit des Gesamtbetriebs durch den Bau z. B. von Werk 1 verbessert wird, wenn  $f_1 > f_0$ , und verschlechtert wird, wenn  $f_1 < f_0$  ist, wobei  $f_0$  die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens vor dem Bau des neuen Werkes bezeichnet. Allerdings wurde schon früher darauf hingewiesen, dass bei dem heutigen Baukosteniveau kaum mehr damit gerechnet werden kann, selbst bei den günstigsten neu erstellten Wasserkraftwerken eine Wirtschaftlichkeit  $f > 1$  zu erreichen. Man wird nur noch zu verhüten trachten, dass der  $f$ -Wert des Gesamtunternehmens durch den Bau des neuen Werkes allzusehr verschlechtert wird. Man wird also dann Werk 1 bauen, wenn

$$(4) \quad f_{0+1} = \frac{m_{j0} + m_{j1}}{k_{j0} + k_{j1}} > f_{0+2} = \frac{m_{j0} + m_{j2}}{k_{j0} + k_{j2}}$$

wird, und umgekehrt. Im allgemeinen ist diese Bedingung erfüllt, wenn  $f_1 > f_2$  ist. Bild 4 lässt jedoch erkennen, dass unter gewissen Umständen  $f_{0+1} < f_{0+2}$  sein kann, obwohl  $f_1 > f_2$  ist, nämlich dann, wenn der Punkt  $P_1$  in dem schraffierten Gebiet liegt. Auf diesen besonders Fall wird später noch zurückzukommen sein.

Man wird also zur Beurteilung der Ausbaumöglichkeit nicht nur  $f_1$  und  $f_2$ , sondern auch  $f_{0+1}$  und  $f_{0+2}$  miteinander vergleichen und dabei auch eventuelle Veränderungen des Baukosten- und des Strompreisniveaus in Betracht ziehen. Eine Erhöhung der Baukosten — die sich in erster Annäherung auf beide Projekte gleich stark auswirken wird — kann dadurch berücksichtigt werden, dass die z. B. für die Preisbasis 1939 berechneten Werte von  $k_j$  mit einem Teuerungsfaktor  $\tau$  multipliziert werden, der für heutige Verhältnisse etwa 1,8 betragen dürfte. Bei einer Aenderung von  $\tau$  werden sich die Punkte  $P_1$  und  $P_2$  proportional zu  $\tau$  nach rechts oder links verschieben. Ebenso kann man zur Berücksichtigung eventueller zukünftiger Aenderungen des Marktwertes der elektrischen Energie einen Preisfaktor  $\sigma$  einführen, mit dem  $m_j$  multipliziert wird.  $\sigma$  ist allerdings vorläufig infolge der Wirksamkeit der Preiskontrolle = 1, wenn man wieder von der Preisbasis 1939 ausgeht; die Einführung dieses Faktors — der wieder in erster Annäherung für zwei verschiedene Projekte als gleich gross angenommen werden kann — berücksichtigt also bereits eventuelle zukünftige Aenderungen. Sollten solche eintreten, so verschieben sich die Punkte  $P_1$  bzw.  $P_2$  proportional  $\sigma$  nach oben oder unten.

Bei der Einführung von  $\tau$  und  $\sigma$  ist zu beachten, dass sich eine Aenderung der Baukosten nur auf die neu erstellten Werke bzw. deren  $k_j$ , eine Aenderung des Energiepreisniveaus aber auf die gesamte Energieproduktion auswirkt. Gl. (4) geht also über in

$$(5) \quad \frac{\sigma (m_{j0} + m_{j1})}{k_{j0} + \tau k_{j1}} > \frac{\sigma (m_{j0} + m_{j2})}{k_{j0} + \tau k_{j2}}$$

was sich umformen lässt in

$$(6) \quad \frac{m_{j0} + m_{j1}}{m_{j0} + m_{j2}} > \frac{k_{j0} + \tau k_{j1}}{k_{j0} + \tau k_{j2}}$$

Die rechte Seite dieser Ungleichung ist nur von  $\tau$  abhängig. Es lässt sich leicht zeigen, dass unter gewissen Bedingungen, nämlich wenn  $m_{j1} > m_{j2}$  und  $k_{j1} > k_{j2}$ , bei einem bestimmten Grenzwert von  $\tau$   $f_{0+1} < f_{0+2}$  werden kann. Mit andern Worten, der Punkt  $P_1$  kann mit wachsendem  $\tau$  in das schraffierte Gebiet in Bild 4 hineinwandern. Der im Zeitpunkt des Baues massgebende Wert von  $\tau$  kann jedoch als bekannt vorausgesetzt werden, so dass mit ihm ermittelt werden kann, welches der beiden Projekte beim augenblicklichen Baukostenniveau die grössere Gesamtwirtschaftlichkeit verspricht.



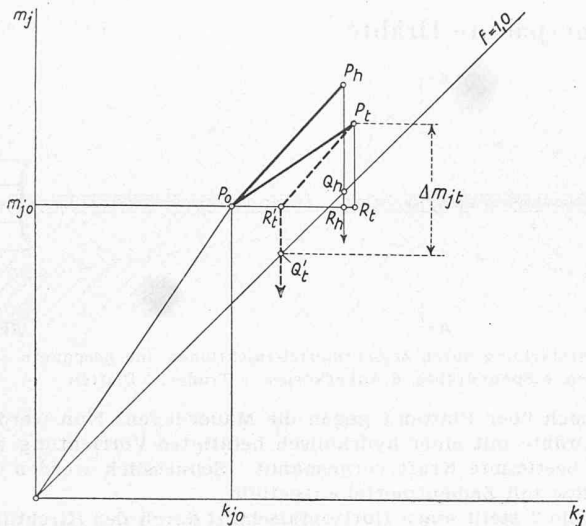


Bild 6. Vergleich zwischen hydraulischem und thermischem Kraftwerk

Laufe der Zeit verschiedenartigen Einflüssen; sie dürfen nicht dazu führen, dass der Wirtschaftlichkeitskoeffizient dauernd unter 1 sinkt. Anhand eines der Praxis entnommenen Beispiels wurde gezeigt, wie sich diese Einflüsse im Falle eines bestimmten Unternehmens in Wirklichkeit auswirken.

Die Eingliederung eines neuen Kraftwerkes von bekannter Eigenwirtschaftlichkeit in ein bestehendes Unternehmen wird besprochen. Es wird die Forderung begründet, nur Werke möglichst hoher Wirtschaftlichkeit zu bauen. Einzelne kleine Werke mit schlechten Wirtschaftlichkeitskoeffizienten können unter Umständen tragbar sein; der Bau *nur* solcher kleiner Werke ist jedoch kein gangbarer Ausweg aus der herrschenden Energieknappheit.

Ein thermisches Kraftwerk wird unter heutigen Preisverhältnissen bei Vollproduktion die Wirtschaftlichkeit eines Produktionssystems voraussichtlich verschlechtern; wegen des Fortfalls des produktionsabhängigen Kostenanteils beim Rückgang des Energieabsatzes wird das Gesamtunternehmen jedoch weniger krisenempfindlich sein als beim Bau neuer hydraulischer Speicherwerke. Ein solches thermisches Kraftwerk stellt also im Rahmen eines vorwiegend hydraulischen Produktionssystems einen wertvollen Puffer zum Auffangen konjunkturbedingter Absatzschwankungen dar.

## Ueber den Ausbau des Flughafens Genf-Cointrin

DK 725.39(494.42)

Die Botschaft des Bundesrates an die Bundesversammlung über den Ausbau des Flughafens Genf-Cointrin vom 20. August 1948, durch die der Antrag eines Bundeskredites an den Kanton Genf von 30 Prozent der Baukosten der dritten Bauetappe, maximal 6 109 000 Fr., begründet wird, gibt einen interessanten Ueberblick über die Verkehrsentwicklung, die bisherigen Bauten und ihre Kosten.

Tabelle 1. Entwicklung des regelmässigen Linienverkehrs auf den Flugplätzen von Basel, Genf und Zürich

	1938	1946	1947
Zahl der Flüge . . . . .	9 006	10 066	17 533
Index . . . . .	100	112	195
Zahl zahlender Passagiere . . . . .	43 091	147 159	267 025
Index . . . . .	100	342	620
Post in t . . . . .	277,3	596,7	1 354,5
Index . . . . .	100	216	489
Fracht in t . . . . .	230,6	948,5	2 617,2
Index . . . . .	100	411	1137
Einfuhr*) Menge t . . . . .	76,8	420,8	758,3
Wert Mio Fr. . . . .	16,25	23,1	46,7
Ausfuhr*) Menge t . . . . .	62,3	304,2	416,4
Wert Mio Fr. . . . .	101,3	169,9	319,5

\*) Aus der Zollstatistik.

Tabelle 1 zeigt die ausserordentliche Steigerung des Luftverkehrs nach dem Krieg und lässt aus der Wertsteigerung

zwischen Ein- und Ausfuhr (1947 betrug der mittlere Wert der eingeführten Ware 61,5 Fr./kg, der der ausgeführten 311 Fr./kg) die hohe Bedeutung des Luftverkehrs für jenen beträchtlichen Teil der schweizerischen Industrie erkennen, der arbeitsintensive Edelmetalle exportiert. Die Verwendung immer grösserer Flugzeuge, die dank des Flughafens Cointrin möglich war, zeigt sich in der sehr viel stärkeren Zunahme der Verkehrsleistungen gegenüber der Zahl der Flüge.

Am 7. Mai 1941 bewilligte der Grosse Rat des Kantons Genf rd. 5 Mio Fr. für den Ausbau des Flughafens Cointrin. Anfangs 1945 hatte Genf hierfür aus eigenen Mitteln bereits 9 Mio Fr. investiert. Diese erste Bauetappe umfasste eine Betonpiste von 1200 m Länge und 50 m Breite, ferner 20 000 m<sup>2</sup> Vorplätze, zwei Rollwege und eine Pistenbeleuchtung. Die Arbeiten wurden Ende 1944 fertiggestellt und ermöglichten der Schweiz, sich bald nach Kriegsende mit einem vollwertigen Flughafen in den internationalen Flugverkehr einzuschalten.

Am 21. Juni 1945 genehmigten die Eidg. Räte einen Bundesbeschluss für die Subventionierung der zweiten Ausbauetappe mit 30 Prozent. Diese Etappe, deren Kosten mit rd. 8 Mio Fr. veranschlagt worden waren, sah die Verlängerung der Hartpiste auf 2000 m vor, ferner die Erstellung von Rollwegen und Abstellplätzen, den Bau eines Abfertigungsgebäudes, eines neuen Peilgebäudes, die Modernisierung der Flugfunkanlagen und die Ergänzung der Beleuchtungs- und Befeuerungseinrichtung für den Nachtflug.

Die Pistenverlängerung war schon im Sommer 1946 beendet, die übrigen Arbeiten mit Ausnahme des Abfertigungsgebäudes ein Jahr später. Das Verkehrsvolumen wuchs dadurch in Cointrin rasch an und überflügelte im Jahre 1947 das von Dübendorf bei der Luftpost um 115 Prozent, bei den Passagieren um 22 Prozent und bei der Luftfracht um 90 Prozent.

Ueber die bis Herbst 1946 ausgeführten und zum Teil noch im Gang befindlichen Bauten berichtete Ing. A. Bodmer in Ed. 126, S. 237 \* (24. Nov. 1945).

Der unerwartete Aufschwung liess bald erkennen, dass der bisherige, auf das Notwendigste beschränkte Ausbau ungenügend war. Der Kanton Genf erkannte, dass nur durch sehr rasches Handeln der Aufschwung seines Flughafens nicht gelähmt wird. Der Bau der Werft, der Flugzeughalle und des Abfertigungsgebäudes, das bei der zweiten Etappe mangels genügenden Erfahrungen aus dem Ausland zurückgestellt wurde, mussten vor dem Ausarbeiten endgültiger Projekte mit Kostenvoranschlägen in Angriff genommen werden. Es ergaben sich folgende Baukosten der dritten Etappe:

Neue Wartepplätze . . . . .	2 890 000 Fr.
Halle . . . . .	3 240 000 Fr.
Werft . . . . .	1 725 000 Fr.
Werkstätten und Garagen . . . . .	2 840 000 Fr.
Halle für Kleinflugzeuge . . . . .	1 460 000 Fr.
Aufnahmegebäude*) . . . . .	4 305 000 Fr.
Zufahrtsstrassen und Parkplätze . . . . .	1 673 000 Fr.
Radioelektrische Einrichtungen . . . . .	1 465 500 Fr.
Diverses**) . . . . .	1 067 000 Fr.
<b>Total . . . . .</b>	<b>20 665 500 Fr.</b>

\*) Nach Abzug von 1,3 Mio Fr. aus dem Kredit der 2. Etappe.

\*\*) Feuerlöschrichtungen, Entfernen von Flughindernissen, Ausweichplätze, Ergänzen der Nachtbeleuchtungsanlage.

Die Hallen, die auf S. 414 \* und 425 \* lfd. Jgs. ausführlich beschrieben wurde, sind fertig gestellt; die übrigen Bauten gehen der Vollendung entgegen. Alle Bauten und Einrichtungen stellen das Minimum dar, das für einen geregelten Flugbetrieb nötig ist.

Die Behörden des Bundes und des Kantons Genf haben gemeinsam einen Voranschlag für den Betrieb des Flughafens Cointrin für das Jahr 1949 aufgestellt, wobei der selbe Verkehr angenommen wurde, wie er im Jahre 1947 ausgewiesen wurde. Darnach ergeben sich Gesamtausgaben von rd. 2,3 Mio Fr., denen Einnahmen von rd. 1,1 Mio Fr. gegenüberstehen. Das von der Volkswirtschaft des Kantons Genf zu tragende Defizit beträgt somit 1,2 Mio Fr. Obwohl sich unter dem Druck der Verhältnisse ein ungewohntes Vorgehen in der dritten Bauetappe nicht vermeiden liess, so muss doch festgestellt werden, dass die Bereitstellung der nötigen und geeigneten Flugplätze eine Sache von gesamtschweizerischem Interesse ist und die Ausbaukosten nicht allein von den regionalen Interessenten aufgebracht werden können, weshalb die Annahme des vorliegenden Beschlusses unter gewissen in der Botschaft einzeln angeführten Vorbehalten gerechtfertigt erscheint.