

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 58 (1967)  
**Heft:** 14

**Artikel:** Der Einfluss des Faktors Zeit in der Elektrizitätswirtschaft  
**Autor:** Aeschimann, C.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-916269>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 01.04.2025

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

# Energie-Erzeugung und -Verteilung

## Die Seiten des VSE

### Der Einfluss des Faktors Zeit in der Elektrizitätswirtschaft

Von C. Aeschimann, Olten

*Wir veröffentlichen nachstehend das Referat, das Herr Dr. h. c. C. Aeschimann, Delegierter des Verwaltungsrates der Aare-Tessin A. G. für Elektrizität und ehemaliger Präsident des VSE und der Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Énergie Electrique (UNIPÉDE) an der feierlichen Eröffnungssitzung des 14. Kongresses dieser Körperschaft in Madrid gehalten hat. Die Redaktion*

Vor dieser glänzenden Gesellschaft werde ich den Mut nicht aufbringen, Überlegungen anzustellen über den tieferen Sinn des Zeitbegriffes, der metaphysisch so schwer zu fassen ist. Ich bin mir bewusst, dass ich in bezug auf das hohe technische Niveau, woran Sie von den früheren UNIPÉDE-Kongressen her gewohnt sind, mit einer Tradition breche. Die Schuld daran muss natürlich auf die Organisatoren zurückfallen, die einem einfachen Betriebsmann aus der Elektrizitätswirtschaft die Ehre antaten, zu Ihnen zu sprechen.

Ich werde also von der Zeit in ihrer gewöhnlichsten Auffassung sprechen, und, indem ich einige Besonderheiten unseres Industriezweiges in Zusammenhang bringe mit der Zeit und die daraus folgenden Schlüsse ziehe, wende ich mich, was durchaus begreiflich ist, speziell an die Gäste der UNIPÉDE und an die Damen, die den Kongress mit ihrer Gegenwart ehren. Meinen Kollegen aber — ich bitte dies zu entschuldigen — können meine Darstellungen allerdings keine neuen Ansichten über eine Sache vermitteln, mit der sie sich in ihrer alltäglichen Berufsarbeit zur Hauptsache befassen.

Dass die Zeit eine wesentliche Rolle in allen Tätigkeiten der Menschen spielt, ist so selbstverständlich, dass wir uns nicht länger damit aufhalten wollen, weil man sich nun einmal kein Ereignis in der Natur, kein Leben und keine Tätigkeit vorstellen kann, die sich nicht in dieser vierten Dimension des Alls abspielen würde.

Wenn wir den Gegenstand unserer Überlegungen auf die Tätigkeit in der Wirtschaft beschränken, drängt sich die nicht weniger banale Feststellung auf, dass die Zeit ausnahmslos auch für diese eine massgebende Rolle spielt. Der Erfolg einer wirtschaftlichen Tätigkeit hat nur einen Sinn in bezug auf den zu seiner Erreichung notwendigen Zeitaufwand. Ob man es nun wahrhaben will oder nicht, es obliegt den Begriffen von Kapital und Zins, diese Wahrheit in allen Voraus- und Nachrechnungen in Handel und Industrie aufzuzeigen. Alles, was wir über den ausschlaggebenden Einfluss des Faktors Zeit in der Elektrizitätswirtschaft sagen werden, stellt demnach keine ausschliessliche Besonderheit dieses Industriezweiges dar.

Diese Feststellung ist eine notwendige Vorsichtsmassnahme, um die vielleicht zu absolute Form der folgenden Darlegungen abzuschwächen und im voraus den mög-

lichen Einwand abzutun, ich schreibe der Elektrizitätswirtschaft allein das Verdienst der Überwindung von Schwierigkeiten zu, denen sie nicht allein begegnet. Man wird im Gegenteil feststellen können, dass sie diese Lage in gewissem Masse mit andern öffentlichen Diensten teilt.

Der Inhalt meiner Darlegungen stützt sich auf zwei einander ganz entgegengesetzte Auffassungen des Einflusses, den der Faktor «Zeit» auf die Elektrizitätswirtschaft ausübt.

Auf der einen Seite haben die Anlagen, die sie benützt, eine lange Lebensdauer und können praktisch nicht versetzt werden, was eine technische und finanzielle Planung auf mehrere Jahrzehnte bedingt.

Auf der andern Seite muss die Lieferung der Elektrizität im Moment des wechselnden Bedarfs der Abnehmer erfolgen, ohne eigentliche Lagermöglichkeit oder Wartezeiten. Dieser Umstand zwingt die Erzeuger und Verteiler elektrischer Energie zur Beherrschung von Regel- und Schutzproblemen in der Zeit von Sekundenbruchteilen. Er verlangt auch die Bereitstellung von Leistungsreserven bei der Erzeugung und Übertragung, die jederzeit bereit sein müssen, und zwar in höherem und zwingenderem Masse als bei jedem andern Industriezweig.

Die Folgen dieses Gegensatzes bestimmen weitgehend das Geschäftsgebahren unserer Unternehmungen und das Klima, in dem wir unsern Beruf ausüben.

Die zuerst erwähnte Auffassung, jene von der langen Lebensdauer der Anlagen und des Materials, ist äusserst wichtig, aber nicht ausschliesslich auf die Elektrizitätswirtschaft beschränkt. Die Übertragungs- und Verteilnetze haben im Durchschnitt eine Lebensdauer von 30 bis 50 Jahren, wenn das auch nicht auf jeden Einzelteil genau zutrifft. Unter diesem Gesichtspunkte sind z. B. die Telephonnetze nicht in einer sehr verschiedenen Lage, und die Lebensdauer einer Eisenbahnlinie ist ohne Zweifel grösser. Die Kessel und Maschinen eines thermischen Kraftwerks haben ebenfalls keine längere Lebensdauer als das Rollmaterial der Bahnen. Dagegen erstellt man bei den Wasserkraftanlagen Werke, die ein Jahrhundert überdauern oder noch mehr, wenn es sich um grosse Staumauern oder Zu- und Ablaufstollen handelt. In mehreren Ländern werden die Wasserrechtskonzessionen auf eine gesetzlich beschränkte Dauer von 80 Jahren verliehen. Aber dieser Zeitraum begrenzt nicht zugleich die wirtschaftliche Lebensdauer der Anlagen. Nur gerade die Eisenbahnen könnten für Tunnels und andere Kunstbauten die Abschreibungen auf so lange Zeiträume verteilen, wenn sie überhaupt Abschreibungen vornehmen.

Diese paar Beispiele zeigen, dass die Elektrizitätsunternehmungen, auch wenn sie nicht allein in dieser Lage sind, viel langlebigere Anlagen betreiben als die Industrie im Allgemeinen. An und für sich zieht diese Feststellung keine ungünstigen Folgen nach sich, im Gegenteil. Sie wird aber

zur drückenden Auflage, wenn man folgende zwei Sachlagen betrachtet: einerseits sind die Investitionen in der Elektrizitätswirtschaft derart gross, dass die Festkosten des Kapitaldienstes den grössten Teil der Energiegestehungskosten ausmachen; andererseits sind es gerade die verhältnismässig niedrigen Tarife — seien sie nun aufgezwungen oder freiwillig zugestanden —, welche die Verteilung der Abschreibungen für diese Investitionen auf einen möglichst langen Zeitraum erzwingen, vielleicht sogar auf einen zu langen Zeitraum, wie wir weiter unten sehen werden. Wenn dies nicht der Fall wäre, könnte man die elektrischen Anlagen um ihre Langlebigkeit nur beneiden. Ein Hersteller von Stoffen, dessen industrielle Tätigkeit den Lauenen der Mode unterworfen ist, der also seine Webstühle in einigen Jahren abschreiben muss, würde sich glücklich schätzen, wenn sie es ein paar Jahre länger tun würden.

Die vorstehend angeführten Gedankengänge sind beinahe Binsenwahrheiten, aber es kann nicht schaden, die einfachen Zusammenhänge wieder einmal zu überlegen. Die ersten Elektrizitätsunternehmungen sind zu einer Zeit tatsächlicher oder wenigstens vermeintlicher wirtschaftlicher Stabilität entstanden. Es war also durchaus gegeben, bei der Berechnung der Gestehungskosten der elektrischen Energie auf die vermutliche technische Lebensdauer der Anlagen abzustellen und die notwendigen Abschreibungen unter der Annahme stabiler Währungen und Zinssätze festzulegen. Es ergaben sich daraus, und das ist in verschiedener Hinsicht erfreulich, niedrige Verkaufspreise. Dies erlaubte der Elektrizität, in verschiedenen Anwendungsgebieten konkurrenzfähig zu bleiben und sich zusätzliche Absatzmöglichkeiten zu schaffen. In andern Anwendungsgebieten, und zwar nicht in der unbedeutendsten, wie die Beleuchtung, die Haushaltenwendungen, der industrielle Kraftbedarf, wo der Wechsel im Bedarf wenig ausgeprägt ist, hätte ein höheres Ausgangsniveau der Preise die Entwicklung des Absatzes nicht wesentlich beeinflusst.

Es ist nun aber augenfällig, dass gerade die langen Zeiträume, auf die sich die Berechnung des Gestehungspreises bezieht, einen beträchtlichen Trägheitsfaktor darstellen. Wenn schon kein zwingender Grund zur Änderung der Berechnungsgrundlagen besteht, so stellen die politischen und sozialen Rücksichten natürlich ein genügendes Gewicht dar, um eine Entwicklung zu verzögern, die eines Tages vielleicht doch unausweichlich wird. Wir werden unsere Annahmen über die wirtschaftliche Lebensdauer der Anlagen überprüfen müssen, da sie sich zu sehr der technischen Lebensdauer nähert, und auch den Folgen einer Geldentwertung Rechnung tragen müssen, die, unabhängig von zufälligen Ursachen, einfach der Preis des immer grösseren technischen und wirtschaftlichen Fortschritts zu sein scheint.

Wir werden auf diese Frage später noch zurückkommen, aber es wird Zeit, dass wir uns den Folgen des zweiten angegebenen Gesichtspunktes zuwenden, welcher den Einfluss des Faktors Zeit in der Elektrizitätswirtschaft betrifft: der unbedingt notwendigen Gleichzeitigkeit von Erzeugung und Verbrauch. Unter diesem Gesichtspunkt kenne ich kein Beispiel einer andern Tätigkeit, die einer derart starren Bedingung unterworfen wäre.

Die Eisenbahnen — um uns wieder einer ähnlich wie die unsere gelagerten Wirtschaftsstruktur zuzuwenden — können zu den Spitzenzeiten oder bei unvorhergesehenem

Andrang von den Reisenden verlangen, dass sie stehen, oder, um den Preis einer zwar unangenehmen aber nicht unmöglichen Verspätung, einige Wagen anhängen, die dem Reservepark entnommen werden. Bei gewissen Ereignissen sind wir darauf gefasst, einige vollbesetzte Autobusse vorbeizulassen, bevor wir einen Platz finden. Diese wartenden Schlangen kommen nicht nur täglich an den Platzschaltern vor; sie stellen das klassische Problem des Telephonverkehrs und verschiedener anderer Gebiete dar. Es stellt die wirtschaftlich optimale Lösung dar, woran aber der Benutzer seinen Beitrag in Form eines Opfers an Zeit und Komfort leisten muss.

So etwas passiert dem Abnehmer elektrischer Energie nicht; er schaltet ein und bedient sich damit augenblicklich selbst.

In der Warenverteilung stellt die Lagerhaltung, unter Inkaufnahme einer gewissen Immobilisierung von Platz und Kapital, ein Mittel dar zur Befriedigung einer aussergewöhnlichen Nachfrage, ohne dass die Vorrechte des Kunden geschmälert werden. Eine aus Vorsicht gelagerte Ware, sofern sie nicht einem sehr raschen Verderb unterworfen ist, kann später verwendet werden. In diesem Fall wird nur ein kleiner Teil des gesamten Gestehungspreises, die Lagerkosten, in normalen Zeiten unvollständig beansprucht.

Bei der Elektrizität wird die gesamte Reserveleistung bei der Erzeugung und Verteilung in Normalzeiten nicht genutzt. Da sie sich aber in festen finanziellen Lasten auswirkt, die einen sehr bedeutenden Teil der Gestehungskosten ausmachen, wachsen diese fast im umgekehrten Verhältnis zur nicht vollständigen Ausnützung der Anlagen, die zur Deckung eines möglichen Spitzenverbrauches überdimensioniert werden müssen. Im Fall der Wasserkrafterzeugung erlauben es die zwar sehr kostspieligen Speicherbecken, diesen Nachteil ein wenig zu verringern, und der Verbundbetrieb grosser Netze verfolgt den gleichen Zweck.

Aus diesem Überblick, der zwei in die Augen stechende Merkmale der Elektrizitätswirtschaft herausstreicht, geht hervor, dass es das Zusammentreffen und die unerbittliche Strenge verschiedener Faktoren ist, welche die Elektrizitätsunternehmungen in eine sehr eigentümliche, ja einmalige Lage versetzen, mögen verschiedene dieser Faktoren auch auf andere öffentliche Dienste und Industriezweige einwirken. Ich fasse sie kurz zusammen:

Es liegt in der Natur der Dinge, dass die elektrischen Erzeugungs- und Verteilanlagen in jedem Augenblick einer unvorhersehbaren Nachfrage gewachsen sein müssen, welche die Unternehmungen überdies kaum beeinflussen können. Diese Nachfrage nach Spitzenlast entfällt auf nur wenige Stunden im Jahr, während denen die Lastspitzen der verschiedenen Abnehmergruppen sich noch überlagern können. Daraus folgt, dass eine verhältnismässig bedeutende Leistungsreserve verfügbar sein muss, deren Ausnutzungsgrad selbstverständlich sehr gering ist.

Da der Bau von Kraftwerken und die Entwicklung der Netze längere Zeit beanspruchen, müssen die nötigen Vorkehrungen mehrere Jahre zum voraus ergriffen werden. Sie erfordern verhältnismässig bedeutende Geldmittel, die im Verhältnis zu den entsprechenden jährlichen Einnahmen grösser sind als in jedem andern Industriezweig. Die Abschreibung dieser Investitionen kann auf lange Zeiträume verteilt werden, weil die benötigten Anlagen in der Regel

eine technische Lebensdauer von mehreren Jahrzehnten aufweisen. Diese Verteilung der Abschreibungen ist nicht nur möglich, sondern bis heute war sie unumgänglich, weil das Niveau der Verkaufspreise keine höheren Abschreibungsbeträge zulies.

Diese Umstände zwingen die Elektrizitätsunternehmungen zu einer Planung auf lange Sicht, in einem sehr starren technischen und wirtschaftlichen Rahmen. Andererseits ist diese Planung vielen Unsicherheitsfaktoren unterworfen, weil der Energieverbrauch sowohl in der Höhe wie in der Qualität mit der Gesamtwirtschaft zusammenhängt, weil die Methoden und die Gestehungspreise durch die Entwicklung neuer Verfahren von Grund auf geändert werden können, und weil schliesslich aussergewöhnliche Wetterbedingungen, wie Perioden ungewöhnlicher Trockenheit oder ausserordentlich grosser Kälte, die Erzeugungs- und Verbrauchsbedingungen stark und in entgegengesetzter Richtung beeinflussen können.

Es ist unnütz, auf anderen Einflüssen der Zeit auf die Elektrizitätswirtschaft länger zu verweilen, wie dem Rythmus der täglichen und jahreszeitlichen Änderungen des Leistungsbedarfes der Abnehmer. Diese Schwankungen sind statistischen Gesetzen unterworfen, welche die Unternehmungen Zeit hatten zu studieren; sie konnten auch versuchen, die Schwankungen zu verändern, wobei das Mass der Veränderung begrenzt ist, indem sie die Entwicklung verschiedener Elektrizitätsanwendungen durch Werbung oder durch eine geeignete Tarifpolitik beeinflussten. Ziel aller dieser Massnahmen ist natürlich die Verbesserung des Ausnutzungsgrades der Anlagen.

Die Betriebsingenieure und selbst die kaufmännischen Angestellten der Elektrizitätsunternehmungen sehen sich deshalb auch täglich dem Problem der Zeit gegenübergestellt. Sie bedienen sich fast zu häufig stündlicher Diagramme; Uhren und Frequenzmesser nehmen eine zentrale Stelle in den Lastverteilern ein, von wo aus der Betrieb der Kraftwerke und Netze gesteuert wird.

Ich möchte aber im zweiten Teil meines Vortrages auf die Überlegungen auf lange Sicht der Verantwortlichen der Unternehmungen zurückkommen.

In bezug auf die Entwicklung des Verbrauchs elektrischer Energie habe ich bisher nur festgestellt, dass die Prognosen prinzipiell den gleichen Unsicherheitsgrad aufweisen wie jene über das allgemeine wirtschaftliche Wachstum. Tatsächlich sind aber die Verhältnisse etwas vorteilhafter, weil der Zuwachs des Elektrizitätsbedarfes sich bisher als ziemlich konstant erwiesen hat. Wirtschaftskrisen haben ihn vorübergehend gebremst, aber keine merkliche Rückbildung verursacht. Alles lässt darauf schliessen, dass dem noch lange so sein wird, besonders die Vergleiche mit Ländern, wo der spezifische Verbrauch schon hoch ist und doch der Zuwachs kein Anzeichen von Abschwächung erkennen lässt. Die Zuwachsrate weist immerhin Unterschiede von Land zu Land und von Zeitabschnitt zu Zeitabschnitt auf, wobei sie in den vom Krieg besonders betroffenen Gebieten während der Zeit des Wiederaufbaus abnormal gross war.

Im allgemeinen herrscht Einigkeit über einen jährlichen Zuwachs von 7 %, was einer Verdoppelung des Verbrauchs im Zeitraum von 10 Jahren entspricht. Es ist dies nicht eine aussergewöhnliche Zunahme — der Verbrauch an Erdölpro-

dukten zum Beispiel wächst viel rascher — sie ist aber immerhin bemerkenswert.

Diese Verdoppelung in 10 Jahren ist besonders folgenreich für eine Industrie, die sehr grosse Investitionen erfordert. Sie bedeutet unter anderem, dass in den nächsten zehn Jahren Kraftwerke gebaut werden müssen, deren Leistung der Gesamtleistung der heute im Betrieb stehenden Kraftwerke entspricht, deren Bau sich doch seit dem Beginn der industriellen Elektrizitätserzeugung am Ende des letzten Jahrhunderts bis in unsere Tage erstreckt hat. Wenn der Geldwert und die Preise unveränderlich wären, könnte man den gleichen Schluss auch für die erforderlichen Geldmittel ziehen. Die in den nächsten zehn Jahren zu investierenden Kapitalien kämen denen gleich, die bisher mit Ausnahme der Erneuerung in die im Betrieb stehenden Kraftwerke und Netze gesteckt wurden.

Gewisse Faktoren dürften aber diese Rechnung stören. Zwei Dinge scheinen nämlich mit der wirtschaftlichen Expansion, deren einen Aspekt wir eben untersucht haben, verknüpft zu sein: der technische Fortschritt und eine fortschreitende Geldentwertung. Die zwischen ihnen bestehenden Zusammenhänge von Ursache und Wirkung waren vermutlich immer wirksam, wurden aber besonders sichtbar mit der beschleunigten Entwicklung, die seit dem Krieg festzustellen ist.

Der technische Fortschritt macht sich in den Fabrikationsmethoden der von uns verwendeten Maschinen und Apparate bemerkbar. Ihre rationellere Fertigung sollte zu sehr wesentlichen Ersparnissen führen, wenn sie nicht zum Teil kompensiert würden durch die immer gesteigerten Anforderungen in bezug auf die Leistung, den Wirkungsgrad und die Sicherheit, und auch aufgebraucht durch die Verbesserung der sozialen Leistungen. Auch veralten schliesslich infolge der Steigerung des technischen Fortschritts die Fabrikationsanlagen der Hersteller schneller. Es folgt aus diesen entgegengesetzten Tendenzen, dass die Gestehungskosten der zugegebenermassen besseren Ausrüstung nicht viel verringert werden.

Der technische Fortschritt bringt uns aber in anderer Form eine interessante Verminderung der Ausrüstungskosten. Er erlaubt den Bau immer grösserer Einheiten, die Benützung immer höherer Spannungen, die übrigens durch die Entwicklung des Verbrauchs gerechtfertigt werden. Vor ungefähr dreissig Jahren galt ein Turbogenerator von 30 000 kW als grosse und wirtschaftliche Einheit. In diesen dreissig Jahren hat sich gemäss der angegebenen Regel der Verbrauch an elektrischer Energie dreimal verdoppelt, das heisst, dass er sich verachtfacht hat. In der gleichen Zeit ist man dazu übergegangen, regelmässig Einheiten von 250 000 kW zu bauen, das heisst, achtmal leistungsfähigere Einheiten. Das Gewicht eines modernen Transformators entsprechender Leistung beträgt nur das Doppelte eines 1930 gebauten Transformators zehnmals geringerer Leistung. Zur gleichen Zeit erreichte die allgemein benützte Höchstspannung für die Energieübertragung 150 000 Volt, während heute die Hauptleitungen für 400 000 Volt gebaut werden und eine sechsmal grössere Leistung zu übertragen vermögen. Nun aber nehmen die spezifischen Kosten fast aus Gründen der Geometrie ab, wenn die Einheitsleistungen zunehmen, wenigstens bis zu gewissen Grenzen, oberhalb deren die Vorteile durch grössere technische Schwierigkeiten aufgehoben werden.

Ohne weiter auf Einzelheiten eingehen zu wollen, muss man doch feststellen, dass diese Auswirkung der Grösse hauptsächlich zur Niedrighaltung der Investitionen beiträgt, dass aber dieser Vorteil von einer bestimmten Grösse an sich wieder verringert.

Unabhängig von diesen Einsparungen beim Material müssen auch unsere eigenen Fortschritte im Bau und Betrieb der Kraftwerke und Netze berücksichtigt werden. Auch diese erscheinen teils als Verbesserungen des Betriebsverhaltens und des Wirkungsgrades, teils als Einsparungen bei den Investitionen. Die Entwicklung des Verbundbetriebes führt zur besseren Ausnützung der Anlagen und vor allem zu einer starken Verringerung der Reserveleistungen.

Dagegen besteht auf bestimmten Gebieten die Gefahr einer Verringerung der technischen Lebensdauer des Materials, sei es, dass es von der neuesten Technik deutlich überholt erscheint, sei es, dass sich die ursprünglich vorgesehenen Bedingungen vorzeitig geändert haben, wie es oft bei Leistungsschaltern infolge plötzlicher Erhöhung der Kurzschlussleistungen vorkommt. Besonders zu Beginn des Zeitalters der Kernenergie muss man damit rechnen, dass die ersten Generationen von Kernkraftwerken verhältnismässig rasch veralten werden. Mögen auch die Fortschritte, die zum vorzeitigen Ersatz führen, sich in einem verbesserten nachmaligen Betrieb auswirken, so werden sie doch eine zeitweilige Beschleunigung der Investitionen mit sich bringen.

Der letzte erwähnte Faktor, die Geldentwertung, kann nur einen schädlichen und unwiderbringlichen Einfluss auf die Entwicklung der Investitionen haben.

Wenn wir einen Augenblick von den im allgemeinen günstigen Tendenzen absehen, von denen wir soeben gesprochen haben, und wenn wir einen Trend zur Entwertung von 2 % im Jahr annehmen, so zeigt die Berechnung, dass bei einer Verdoppelung der Erzeugung alle 10 Jahre und einem mittleren Rythmus der Erneuerung von 30 Jahren der Neuerstellungswert der Anlagen im Betrieb sich schon im Zeitraum von 8 Jahren verdoppeln würde.

Es ist ziemlich schwierig, den individuellen Einfluss der verschiedenen Faktoren, die wir besprochen haben, auf die spezifischen Anlagekosten abzuschätzen. Eine analytische Berechnung ist möglich, aber die Resultate sind für die verschiedenen Teile der Kraftwerke und Netze nicht gleich, und dabei wechselt deren Grösse noch von einer Unternehmung zur andern. Auch mit dem gründlichen Studium der Bauabrechnungen kann man die allgemeine Tendenz nicht genau erfassen, weil man nach Jahren die Kosten vergleichen muss von Anlagen, deren Konzeption und Bau sich inzwischen gewaltig verändert haben. Ganz abgesehen ausserdem von den durch die beiden Weltkriege in diesem Jahrhundert bewirkten Umwälzungen ist die Aushöhlung der Kaufkraft des Geldes bei weitem nicht so regelmässig und beständig, wie wir es für unsere theoretische Berechnung vorhin angenommen haben, und sie erscheint auch nicht gleichstark und gleichzeitig in den beiden Gebieten der Konsumgüter und der Investitionsgüter.

Wenn ich bei der Aufzählung der verschiedenen Ursachen der Schwankungen der spezifischen Anlagekosten verweilt habe, so wollte ich damit aufzeigen, wie heikel das einigermaßen genaue Abschätzen des Investitionsbetrages ist, der auf lange Sicht für die Entwicklung der

Elektrizitätswirtschaft benötigt wird. Und trotzdem ist diese Schätzung von grossem Interesse für eine Industrie, die ihre Pläne lange im voraus aufstellen muss.

Betrachtet man nur die Entwicklung in jenen Ländern, die keine plötzlichen und gewaltigen Abwertungen ihrer Währungen erlitten haben, so kann man annehmen, dass der vereinte Einfluss des technischen Fortschritts, der gesteigerten Einheitsleistungen und des beschleunigten Veraltens den Einfluss der natürlichen Geldentwertung aufhebt oder gar übersteigt. In diesem Fall kann man erwarten, dass die Investitionen der Elektrizitätsunternehmungen sich alle 10 bis 12 Jahre verdoppeln, d.h. mit einer Geschwindigkeit, die grösser ist als jene der Zunahme des gesamten Volkseinkommens. Man muss allerdings die Möglichkeit grosser grundlegender Änderungen vorbehalten. So würde zum Beispiel in einem Lande mit vorwiegend hydraulischer Erzeugung der Übergang zur atomaren Erzeugung, die im Verhältnis weniger grosse Investitionen bedingt, im Prinzip die Steigerung der Anlagewerte hemmen. Aber daraus ergäben sich jedenfalls keine Auswirkungen im Abschnitt der Übertragung und der Verteilung, welcher ungefähr die Hälfte der angelegten Gelder in Anspruch nimmt.

Zu Zeiten und in Ländern wo reichlich Kapital vorhanden ist und wo deshalb die Zinssätze niedrig sind, ergeben sich aus der Aussicht auf grosse Investitionen keine Schwierigkeiten. Genauer ausgedrückt, die Leichtigkeit der Finanzierung lässt durchaus bestehende Probleme in den Hintergrund treten, die in weniger vorteilhaften Perioden für die Elektrizitätswirtschaft von vitaler Bedeutung sind. So fand sich zum Beispiel die Schweiz nach dem Kriege in einer aussergewöhnlich günstigen Lage in bezug auf den Kapitalmarkt. Weil der Zinsfuss lange Zeit unter 4 % blieb, haben die Elektrizitätsunternehmungen dieses Landes dem geringen Grad der Selbstfinanzierung infolge der absichtlich sehr zurückhaltenden Preispolitik keine besondere Beachtung geschenkt. Es mag von Interesse sein, hier zu erwähnen, dass es sich um eines der wenigen Länder handelt, dessen Tarife nicht der Aufsicht des Staates unterstellt sind, was nicht verhindert hat, dass sich ein Preisniveau für elektrische Energie einstellte, das rückblickend als zu niedrig angesehen werden muss. Es ist nämlich in der Tat undenkbar, dass eine kleine Nation auf unbeschränkte Zeit eine Vorzugsstellung auf dem Geldmarkt genießt, und die Finanzierung begegnet dort in letzter Zeit den gleichen Schwierigkeiten wie anderswo.

Um das besondere Gewicht der Finanzierungsmöglichkeiten in der Elektrizitätswirtschaft genau zu ermessen, muss man einige schon erwähnte Eigentümlichkeiten in Erinnerung rufen: Der Bedarf muss in jedem Fall gedeckt werden. Die Einfuhrmöglichkeiten sind beschränkt. In Anbetracht der langen Lebensdauer der Anlagen sind die Erneuerungs- und Abschreibungsquoten verhältnismässig klein. Sollte man sie heraufsetzen, um ein grösseres Mass der Selbstfinanzierung zu erlauben, würde die notgedrungen bescheidene Erhöhung einen merklichen Einfluss erst nach langer Zeit ergeben. Eine plötzliche und grosse Verbesserung ist nicht durchführbar, weil die Elektrizitätstarife im allgemeinen Interesse eine ziemlich grosse Stabilität aufweisen müssen.

Wenn in andern Industriezweigen Finanzierungsschwierigkeiten die Befriedigung der natürlichen Marktausweitun-

gen nicht erlauben, so kann die Einfuhr eine momentane Lücke ausfüllen, oder aber die vorübergehende Verknappung führt zu einer Verteuerung, die im Allgemeinen keine sehr merkbaren Nachwirkungen auf viele andere Branchen hat. Im Falle der elektrischen Energie ist aber diese Erscheinung der Selbstregulierung nicht zulässig. Es ist also eine Frage von öffentlichem Interesse, dass die Elektrizitätsunternehmungen imstande sind zu verhindern, dass sie über kurz oder lang in eine heikle Lage geraten. Sie müssen sich selbst bewusst werden, welche Gefahr auftreten kann, und die öffentliche Gewalt muss die entsprechenden Massnahmen zulassen, nämlich: eine angemessene Tarifpolitik und ein Finanzgebahren, das nicht von allzu kleinlichen Steuervorschriften eingeengt wird.

Mit Hilfe der Gedanken, die ich bisher entwickelt habe, hoffe ich den Umfang der Aufgabe dargelegt zu haben, die den Verantwortlichen aller Elektrizitätsunternehmungen gestellt ist: wie kann man unter allen Bedingungen eine äusserst kostspielige Entwicklung sicherstellen und dazu in einem Zeitraum von zehn Jahren fast soviel Geldmittel aufbringen, als seit dem Bau der ersten Anlagen benötigt wurden?

Ich habe noch von einigen wichtigen Massnahmen zu sprechen, welche geeignet sind, diese Aufgabe zu erleichtern, auch den Geldmarkt zu entlasten, wo man nicht ohne einige Besorgnis diesen unaufhörlich steigenden Geldbedarf betrachtet.

Von der Selbstfinanzierung habe ich schon gesprochen. Es kann allerdings keine Rede davon sein, willkürlich einen wünschenswerten Selbstfinanzierungsanteil festzulegen, welcher durch eine ebenso willkürliche Erhöhung der Tarife aufzubringen wäre. Wie sollte man die vernünftige Grenze einer solchen Politik festlegen? Die UNIPÉDE hat sich ja während den letzten Jahren im Gegenteil besonders mit der wirtschaftlichen Notwendigkeit befasst, die Energie zu den tatsächlichen Gestehungskosten zu verkaufen, wobei sie bewusst auf die zukünftigen Gestehungskosten abstellte, auf die Entwicklungskosten, nicht auf die historischen Kosten, die aus der Buchhaltung und der Statistik der verflossenen Jahre ermittelt werden können.

Es hat einige Meinungsverschiedenheiten über die vorgeschlagene Tarifpolitik gegeben, welche meines Erachtens auf Missverständnisse zurückzuführen sind über die Dauer, die der Berechnung der Grenzkosten zugrundegelegt werden soll. Die meisten Einwände fallen weg, wenn man unter Entwicklungs-Grenzkosten nicht nur die für die Beistellung einer zusätzlichen Einheit unmittelbar notwendigen Ausgaben versteht, sondern vielmehr alle voraussehbaren finanziellen Folgen, auch die in ferner Zukunft liegenden, welche eine solche Beistellung nach sich zieht. Solange ein exponentieller Zuwachs des Verbrauchs wahrscheinlich ist, kann man unter andern logischerweise annehmen, dass jede neue Lieferung in sich schon den Keim einer künftigen Zunahme birgt. Es ist demnach normal, dieser Überlegung bei der Aufstellung der Gestehungskosten Rechnung zu tragen und darin die Kosten aller Massnahmen einzuschliessen, welche zu den günstigsten Bedingungen die ununterbrochene Entwicklung von Erzeugung und Verteilung sichert.

Die erste Aufgabe zur Erreichung dieses Zieles besteht darin, wenigstens das bisher Geschaffene zu erhalten, d.h.

die Erneuerung im Betrieb stehender Anlagen finanziell sicherzustellen. Um auch tatsächlich dieses Ziel zu erreichen, genügt es nicht, einen Fond zu äufnen in der einzigen Absicht, in der Bilanz mit wertvermindertem Geld gerade den ursprünglichen Erstellungswert auszugleichen, wenn die Anlagen einmal nicht mehr betriebsfähig sind. Eine solche Formel war zu einer Zeit angängig, wo man noch keinen klaren Begriff von der steten Zunahme des Verbrauchs, vom technischen Fortschritt, von der Geldentwertung hatte. Heute sollte man in der Buchhaltung die Tatsache nicht mehr vernachlässigen, dass die Erneuerung nominell viel mehr kosten wird als die ursprüngliche Anlage, und auch nicht die Wahrscheinlichkeit eines vorzeitigen Ersatzes im Verhältnis zur technischen Lebensdauer des Materials. Leider erlauben es die geltenden Tarife, die noch mit der alten Berechnungsmethode aufgestellt wurden, in der Regel nicht, Abschreibungen vorzunehmen.

Dieses Problem stellt sich nicht nur den Elektrikern. Eine zu Beginn dieses Jahres in der Financial Times erschienene Studie <sup>1)</sup> behandelt das Thema der Erneuerung und der Geldentwertung am Beispiel der Stahlindustrie in England und in den Vereinigten Staaten. Sie legt dar, dass die Methode, nur die historischen Kosten der Anlagen abzuschreiben, Gewinnmargen erscheinen liess, die den tatsächlichen Verhältnissen nicht entsprachen. Es entstand daraus eine Politik der Verkaufspreise, der Löhne und Dividenden, welche die Beträge auffrass, welche zur Erneuerung der ursprünglichen Investitionen zum tatsächlichen Wert hätten dienen sollen. Die Verfasser schlagen eine periodische Neubewertung der Aktiven der Bilanz und natürlich die Anpassung der jährlichen Abschreibungen an den neugeschätzten Betrag der Aktiven vor. Sie weisen auf die unheilvollen Verzerrungen hin, die auf die Dauer entstehen, wenn nicht diese Methode oder eine andere gleichwertige Korrektur angewendet wird.

Unabhängig von den Vorteilen einer den Tatsachen besser Rechnung tragenden Ermittlung der Kosten und verfügbaren Margen bringt die Anpassung der Abschreibungen an den Neuwert der Anlagen den nicht zu verachtenden Vorteil, den zukünftigen Geldbedarf etwas herabzusetzen. Diese Erleichterung muss aber mit Vorsicht ausgelegt werden. Die Tendenz ist weitverbreitet, die Abschreibungen als Quelle der Selbstfinanzierung zu betrachten. Sie lassen allerdings Geldmittel entstehen, die vorübergehend zur teilweisen Finanzierung der Erweiterung der Erzeugungsanlagen und der Netze verwendet werden können, aber sie stehen dann nicht ein zweites Mal zur Verfügung, wenn es gilt, die Erneuerung durchzuführen. Deren Kosten werden dann den immer bedeutenderen Geldbedarf für die Deckung des zunehmenden Energieverbrauches noch steigern. Diese Überlegungen sind in der Theorie einleuchtend, in der Praxis sehen die Dinge aber anders aus. Im Allgemeinen vermischen sich Erneuerung und Erweiterung in sehr unterschiedlichem Masse bei neuen Anlagen, die bedeutend leistungsfähiger sind als die durch sie ersetzten Anlagen. Dieser Umstand kann die Schwächen einer ungenügenden Abschreibungspolitik unliebsam vertuschen.

Die Abschreibungen stellen nur dann einen wirklichen Beitrag an das Finanzierungsproblem dar, wenn sie eine

<sup>1)</sup> Financial Times vom 5. Januar 1967.

World of Management: «Countering the hidden effects of inflation» by James P. Trasher and Dr Rod Leach of Mc Kinsey and Co. Inc.

gewisse Reserve einschliessen. Diese Aussicht birgt übrigens genügende Vorteile von allgemeinem Interesse, um eine diesbezügliche tolerante Politik der Steuerbehörden zu rechtfertigen. Aber vor allem müssen es die Tarife erlauben, was oft noch nicht der Fall ist und daher eine widersprüchliche Lage aufrecht erhält: die zu niedrigen Tarife begünstigen einerseits die Entwicklung des Verbrauchs und gefährden andererseits die Finanzierung der zu seiner Deckung benötigten zusätzlichen Anlagen.

Zusätzlich zur Notwendigkeit, die tatsächliche Erneuerung der Anlagen finanziell zu sichern, muss noch eine andere Bedingung im Hinblick auf die zukünftige Entwicklung erfüllt werden: die Aufrechterhaltung der Kreditwürdigkeit der Unternehmungen, die ihnen die Beschaffung der notwendigen Geldmittel zu normalen, wenn nicht zu Vorzugsbedingungen, erlauben soll. Dies führt mich dazu, noch einige Worte zum Budgetgleichgewicht zu sagen, das man schon durch die Politik des Verkaufs zu den Grenzkosten gefährdet sah.

In der Tat fordert diese Theorie nicht direkt das Budgetgleichgewicht in der Gegenwart und stellt nicht ausdrücklich auf die bestehenden finanziellen Lasten ab, was bei einer allzu starren Anwendung eine Folge von Tarifanpassungen befürchten lässt, die je nach den Umständen das Bilanzgleichgewicht gefährden könnten. Aber die erweiterte Auslegung des Begriffes der Entwicklungskosten sollte diese Befürchtungen gänzlich zerstreuen. Wie wir schon gesehen haben, muss diese Politik einerseits alle zukünftigen Anlagen einschliessen und dadurch im Prinzip das Budgetgleichgewicht gewährleisten für den grösstmöglichen künftigen Zeitraum, den wir noch verhältnismässig gut überblicken können. Andererseits zwingt uns die Notwendigkeit, den wichtigsten Faktor im Gestehungspreis, den Zinsfuss für die investierten Kapitalien, auf möglichst niedrigem Stand zu halten, zum weitgehenden Ausgleich der heutigen Voranschläge, damit die den Elektrizitätsunternehmungen zugebilligte Kreditwürdigkeit nicht erschüttert werde.

So finden sich also die gegenwärtigen und zukünftigen Bestandteile der Kostenberechnung und einer Tarifpolitik auf lange Sicht logisch in einem zusammenhängenden System vereinigt. Es ist zu wünschen, dass diese Ziele bei der Erteilung von Konzessionen, bei der Aufstellung von Pflichtenheften, bei der Genehmigung von Tarifen und schliesslich bei der Ausübung der Steuerkontrolle nicht vernachlässigt werden. Eine zu wenig weitsichtige Politik auf diesen Gebieten müsste sich später mit verzehnfachter Kraft gegen das öffentliche Interesse auswirken, weil sie zu höheren Kosten führen würde für die künftige Erzeugung, die sicher ein Mehrfaches der heutigen Erzeugung sein wird.

Sie fragen sich jetzt vielleicht, ob ich über dieser langen Abschweifung auf die Gestehungskosten und die Tarife der Elektrizität nicht meine ursprüngliche Absicht aus den Augen verloren habe, zu Ihnen von den Zusammenhängen zwischen der Elektrizitätswirtschaft und der Zeit zu sprechen. Hiezu möchte ich aber eine kurze Bemerkung vom Anfang dieses Vortrages in Erinnerung rufen. Über den Zinsfuss und den Abschreibungssatz — ausgedrückt in % pro Jahr — schleicht sich der Faktor Zeit meistens in die wirtschaftlichen Überlegungen ein. Ich konnte nicht anders als den gleichen Umweg benützen, um Ihre Aufmerksamkeit auf die be-

sondere Bedeutung der Fragen der Dauer in der Elektrizitätswirtschaft zu lenken. In den Branchen, wo die Entschiede in der Regel kurzfristiger gefällt werden, sind die Folgen der Aushöhlung der Währung zum Beispiel auch sehr ernst, aber es ist weniger notwendig, sich damit lange im voraus zu befassen.

Ich fürchte auch, dass ich Ihnen den Eindruck vermittelt habe, die Elektrizitätswirtschaft sei eine trockene Wissenschaft, beherrscht von Bilanzzahlen, von Prozentsätzen und Tarifen, die wir natürlich für unseren Seelenfrieden möglichst zu erhöhen trachten. Ich würde das bedauern, da es ein falsches oder zumindest unvollständiges Bild unseres Berufes ergäbe. Vergessen Sie nicht, dass jedes Erforschen der Zukunft die Einbildungskraft in ein Gebiet voll Unsicherheit entführt, die umso häufiger und störender ist, je weiter wir uns von den heutigen Tatsachen entfernen. Nun aber haben wir gesehen, dass die Elektriker ihre Überlegungen auf Jahrzehnte in die Zukunft richten müssen, um die technischen und wirtschaftlichen Bedingungen eines sich in ständiger Entwicklung begriffenen Erzeugungs- und Verteilsystems zu verbessern. Das kürzliche Auftreten der Kernenergie und ihre heutige rasche Entwicklung beleuchten besonders schlagend die unerwarteten Möglichkeiten, denen man sich muss anpassen können.

Der Bau jedes Kraftwerkes und jeder wichtigen Leitung stellt einen neuen Beitrag zur Errichtung eines dauerhaften Gebildes dar, das sich nicht nur zeitlich, sondern auch räumlich ausdehnt, sogar über die Grenzen eines Landes hinaus. Unser ehemaliger General-Delegierter, Herr Ailleret, sprach vor einigen Jahren von der Architektur der Netze. Kein Ausdruck konnte glücklicher gewählt werden, um das Wirken auf lange Sicht in Erscheinung treten zu lassen, woran die meisten von uns das Glück haben mitzuarbeiten. Diese Aufgabe kann nicht in der Einsamkeit gelöst werden, sondern nur in sehr engem Kontakt mit dem pulsierenden Leben der ganzen Wirtschaft, im atemraubenden Rythmus, der von einer Nachfrage aufgezwungen wird, die sofortige Erfüllung erheischt, und schliesslich unter dem möglichen Einfluss vieler technischer und natürlicher Unsicherheitsfaktoren. Das ist das Klima, das jede Eintönigkeit aus unserer Tätigkeit verbannt und sie so anziehend macht. Mit diesem bescheidenen Zeugnis möchte ich die an diesem Kongress anwesenden Damen um verständnisvolle Nachsicht bitten, wenn sie manchmal das Gefühl haben, unser Beruf nehme uns allzuviel in Anspruch.

Ein ziemlich bedeutender Teil dieses Vortrages war den Folgen einer sehr raschen Expansion gewidmet. Wir haben gesehen, was für Schwierigkeiten eine mittlere jährliche Verbrauchszunahme von 7 % entsprechend einer Verdoppelung in 10 Jahren bereitet. Das Land, dessen Gastfreundschaft wir heute geniessen, verzeichnet infolge des gewaltigen wirtschaftlichen Aufschwungs in den letzten Jahren eine Zunahme des Strombedarfes von 12 % im Jahr, was eine Verdoppelung in 6 Jahren bedeutet, wenn diese Zuwachsrate anhält. Zum Schluss möchte ich Ihnen meinen Dank für Ihre Aufmerksamkeit und unsern spanischen Kollegen unsere Bewunderung aussprechen für ihre Fachkenntnis und Energie, mit denen sie diese aussergewöhnliche Lage meistern.

**Adresse des Autors:**

Dr. h. c. C. Aeschimann, Delegierter des Verwaltungsrates der Aare-Tessin AG für Elektrizität, Bahnhofquai 12, 4600 Olten.