

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 73 (1982)

Heft: 16

Artikel: Die Zukunft der Elektrizität nach einem Jahrhundert der Entwicklung = L'avenir de l'électricité après un siècle de développement

Autor: [s.n.]

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-904995>

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: 15.05.2025

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

UNIPED- Kongress Brüssel

6.-11. Juni 1982



UNIPED

Congrès de l'UNIPED à Bruxelles

6 au 11 juin 1982

Die Zukunft der Elektrizität nach einem Jahrhundert der Entwicklung

Ausgearbeitet von einer Ad-hoc-Arbeitsgruppe
des UNIPED-Direktionskomitees¹⁾

1. 100 Jahre Elektrizität in Europa

Ein Rückblick auf die Entwicklung der Erzeugung und der Verteilung elektrischer Energie in den letzten hundert Jahren zeigt uns, wie stark die «Weltseele», von der Goethe spricht, für den Menschen an Bedeutung zugenommen hat.

Nach der Entwicklung der Kohlenfadenglühlampe durch Thomas Edison im Jahr 1879 gelang den damaligen Elektrizitätswerken ein erster Aufschwung dadurch, dass sich das elektrische Licht dank seiner bequemen Anwendung gegenüber der üblichen Gasbeleuchtung durchsetzen konnte. Der Betrieb von Elektrizitätswerken ausschliesslich für Beleuchtungszwecke, d.h. mit nur geringem Ausnutzungsgrad, rentierte sich jedoch nur in Stadtgebieten mit hoher Verbrauchsdichte.

Mitte der 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts konnte dann die Elektrizität nach erfolgter Entwicklung des Elektromotors in die Gewerbebetriebe vordringen und dort die Dampfmaschinen und Gasmotoren ablösen. Dadurch wurden Kraftwerke und Leitungen besser ausgenutzt, und es wurde wirtschaftlich, die Stadtnetze auf die Vorstadtbezirke und sodann auf die angrenzenden ländlichen Gebiete auszuweiten. Die Erfindung des Transformators und die sich daraus ergebende Überlegenheit des Wechselstroms gegenüber dem Gleichstrom machte einen Ausbau der Netze und ihren Verbund möglich.

L'avenir de l'électricité après un siècle de développement

Elaboré par un Groupe ad hoc du Comité de Direction de
l'UNIPED¹⁾

1. Cent ans d'électricité en Europe

Une rétrospective rapide du développement de la production et de la distribution de l'électricité au cours des 100 dernières années montre l'importance croissante qu'a prise pour l'homme cette «âme du Monde» dont parle Goethe.

C'est après la mise au point par Thomas A. Edison de la lampe à incandescence à filament de carbone en 1880 que les distributions d'énergie électrique ont pu prendre leur essor en surclassant l'éclairage au gaz grâce à la facilité d'utilisation de l'électricité.

Mais des distributions limitées aux seuls besoins de l'éclairage, donc à faible facteur d'utilisation, ne pouvaient être rentables que dans des quartiers urbains à forte densité de consommation.

C'est au milieu des années 1880 que l'avènement du moteur électrique a permis la pénétration de l'électricité dans les ateliers en remplacement des machines à vapeur et des moteurs à gaz. De ce fait, les centrales et les lignes se trouvaient mieux utilisées et il devenait rentable d'étendre les réseaux des villes dans les banlieues, puis dans les zones rurales avoisinantes.

L'invention du transformateur, qui assurait la supériorité du courant alternatif sur le courant continu, permettait d'allonger les réseaux et d'entreprendre leur interconnexion.

¹⁾ Zusammensetzung der Ad-hoc-Gruppe: A. M. Angelini, Präsident der UNIPED (Italien), G. Klätte, Berichterstatter, mit Unterstützung durch R. Bierhoff (Bundesrepublik Deutschland); P. Ailleret (Frankreich), C. Babaiantz (Schweiz), E. Booth (Vereinigtes Königreich), M. Golubovic (Jugoslawien), T. Gonzalez-Baylin (Spanien), H. de Maublanc (UNIPED) und P. Nihoul (Belgien).

¹⁾ Le Groupe ad hoc est composé de la façon suivante: M. A.M. Angelini, Président (Italie), M. G. Klätte, Rapporteur, assisté de M. R. Bierhoff (République fédérale d'Allemagne); MM. P. Ailleret (France), C. Babaiantz (Suisse), E. Booth (Royaume-Uni), M. Golubovic (Yougoslavie), T. Gonzalez-Baylin (Espagne), H. de Maublanc (UNIPED) et P. Nihoul (Belgique).

1.1. Entwicklung der Überland- und Verbundversorgung

Der technische Fortschritt ermöglichte eine zunehmende Erhöhung der Übertragungsspannungen. So gelang Oskar von Miller im Jahre 1891 die erste Fernübertragung elektrischer Energie über eine Strecke von 175 km bei 16 000 V. Der Übergang zu 220 000 V in den 20er Jahren unseres Jahrhunderts und zu 380 000 V unmittelbar nach dem Zweiten Weltkrieg gestattete es, Strom mit immer höherer Leistung über immer längere Entfernungen zu übertragen und somit die Reserven zusammenzulegen und sich sowohl die unterschiedlichen Erzeugungsbedingungen in Kohlegebieten und wasserreichen Gegenden zunutze zu machen als auch die systematisch oder vereinzelt auftretenden Schwankungen des Bedarfs der verschiedenen Versorgungsbezirke auszugleichen. Seitdem können auch die Wassermengen zur Stromerzeugung genutzt werden, die bei regional begrenzter Versorgung sonst ungenutzt blieben, und die so erzeugten hydraulischen kWh können thermische Stromerzeugung in entfernt gelegenen Wärmekraftwerken ersetzen.

Der Netzbetrieb wurde komplexer. Der Stromaustausch über Landesgrenzen hinweg musste liberalisiert, die Übertragung von Leistung durch ein Netz, dessen Maschen stets enger wurden, geordnet werden; ferner musste die Bilanzabrechnung der entgegenlaufenden kommerziellen Energieströme und die Festsetzung von Regeln für die Aufteilung der Leistungsverluste erfolgen. Dies wurde im wesentlichen Aufgabe der 1951 gegründeten *Union pour la Coordination de la Production et du Transport de l'Électricité* (UCPTE) und ähnlicher Organisationen.

Eine weitere Erhöhung der Spannung ist heute technisch möglich. 800 000-V-Netze sind heute bereits in Kanada und in Osteuropa in Betrieb. Sie durchqueren breite Zwischenzonen ohne nennenswerten Bedarf an elektrischer Energie. Ob so hohe Spannungen auch dort zweckmässig sind, wo die Abstände zwischen den Umspannwerken geringer sind und wo die Kraftwerke näher bei den Verbrauchsgebieten gebaut werden können, wird sich erst später zeigen. Die wirtschaftlichen Spannungsoptima variieren zwar nach Regionen, doch beherrscht man heute die technisch-wirtschaftlichen Probleme des Verbundbetriebes sehr gut, und die Elektrizitätsversorgungsunternehmen sind gemeinsam ständig bemüht, durch eine Koordinierung ihrer Programme eine grösstmögliche Annäherung an diese Optima zu erreichen.

1.2. Strom, eine vielseitige, anwendungsfreundliche Energie

War die Dampfmaschine Patin des industriellen Zeitalters, so brachte der Elektromotor Handwerk, Gewerbe und Industrie erst zur Blüte: Zu Beginn unseres Jahrhunderts breiteten sich die elektrischen Strassenbahnen aus, wurde die Eisenbahn elektrifiziert und entstanden neue Industrien wie die Elektrochemie und die Aluminiumproduktion. Die vielseitigen Eigenschaften der Elektrizität machen es möglich, dass sie wohl schwerste Arbeit leisten, aber auch mit äusserster Präzision der Feinmechanik dienen kann.

Mit zunehmendem Verbrauch sorgt der Grössen- und Serieneffekt für die Senkung der Selbstkosten der Erzeugung, und dies führt wiederum zu einem Verbrauchswachstum. Daraus erklärt sich die rasante Ausbreitung der Elektrizität: Bis zum Eintritt der Erdölkrise im Jahre 1973

1.1 Le développement de l'alimentation interrégionale et de l'interconnexion

Le progrès technique permet une montée progressive des tensions: en 1891, Oskar von Miller achemina du courant à 16 000 V sur une distance de 175 km. Le passage à 220 000 V dans les années 1920 puis à 380 000 V aussitôt après la Seconde Guerre mondiale permit de transporter des puissances de plus en plus fortes à des distances de plus en plus élevées, donc de mettre en commun des réserves et de profiter à la fois des diversités de conditions de production entre régions hydrauliques et régions minières, et des différences systématiques ou accidentelles entre les besoins des diverses régions consommatrices. Il devint dès lors possible d'éviter de perdre des kWh hydrauliques par «déversement» en hautes eaux, puisque l'on pouvait en profiter pour relayer des productions thermiques dans des régions lointaines.

L'exploitation des réseaux devenait plus complexe: il fallait libéraliser ces passages d'énergie au travers des frontières d'Etats, se retrouver dans les transits de puissance sur des réseaux de plus en plus maillés, assurer le comptage des courants commerciaux qui se croisaient et fixer des règles de répartition des pertes en lignes. Ce fut essentiellement le rôle de l'*Union pour la Coordination de la Production et du Transport de l'Electricité* (UCPTE) créée en 1951 et d'organisations similaires.

La technique permet aujourd'hui d'élever encore la tension.

Des réseaux à 800 000 V sont déjà en service au Canada et en Europe de l'Est, qui traversent sur de longues distances des zones intermédiaires sans grands besoins de puissance. La justification de ces tensions n'apparaîtra que beaucoup plus tard, là où l'espacement entre postes de transformation est plus réduit et où il est possible de situer les centrales plus près des zones de consommation. Ainsi les optimums économiques de tension varient suivant les régions, mais les problèmes technico-économiques des interconnexions sont aujourd'hui bien maîtrisés et les entreprises d'électricité se concertent constamment sur les moyens de serrer de plus près ces optimums en coordonnant leurs programmes.

1.2 L'électricité: énergie polyvalente et commode

Si la machine à vapeur fut à l'origine de l'ère industrielle, c'est le moteur électrique qui permit de développer l'artisanat, l'industrie et le commerce: au début du siècle, les tramways électriques se développent, les chemins de fer s'électrifient, de nouvelles industries naissent telles électrochimie et l'aluminothermie.

La souplesse de l'électricité lui permet à la fois d'assurer les tâches les plus lourdes et d'alimenter la mécanique de précision ou la roulette du dentiste.

Plus les consommations augmentent, plus les effets de taille et de série assurent une baisse du prix de revient de la production et cela renforce l'accroissement de la consommation: c'est la clé de cet extraordinaire développement de l'électricité à la cadence du doublement tous les dix ans qui s'est poursuivi en Europe jusqu'à la crise pétrolière de 1973.

erfuhr der Elektrizitätsverbrauch in Europa alle zehn Jahre eine Verdoppelung.

Inzwischen lassen jedoch gewaltige Erhöhungen der Erdölpreise, die Drosselung der Förderung sowie die Steigerung des Bedarfs der Dritten Welt an flüssigen Kohlenwasserstoffen und die Ungewissheit hinsichtlich der künftigen Versorgung die Zukunftsaussichten recht unsicher erscheinen. Die durch die Situation auf dem Erdölmarkt hervorgerufene Wirtschaftskrise behindert zwar die Entwicklung zahlreicher Anwendungen, doch liesse sich dieses Problem durch Substitution des Erdöls durch die Elektrizität beseitigen.

In der Vielseitigkeit und der Bequemlichkeit der Anwendung der elektrischen Energie durch die Verbraucher und die Möglichkeit, sie ebenso gut auf der Basis von Kohle, Wasserkraft und Kernenergie statt auf Basis von Erdöl zu erzeugen, liegt der Schlüssel für die Wiederherstellung eines Gleichgewichtes in der Zukunft.

2. Elektrische Energie, Beitrag zur Sicherung der künftigen Energieversorgung

2.1. Randbedingungen der künftigen Energieversorgung

Die Energiewirtschaft wird bei der Sicherung der Energieversorgung künftig nicht ohne eine sinnvolle Integration der unterschiedlichen Systeme der Energieaufbereitung, Energieumwandlung und Energieanwendung auskommen können. Im Rahmen der vorgegebenen technisch-wirtschaftlichen Möglichkeiten muss angestrebt werden, dass die unterschiedlichen Energieträger entsprechend dem Umfang ihrer Verfügbarkeit und ihren jeweils verschiedenen Eigenschaften ganz bestimmte, ihnen bestmöglich zuzuordnende Anwendungsbereiche überdecken.

2.1.1. Europäische Perspektiven im weltpolitischen Spannungsfeld

Hinzu kommt bei weltweiter Perspektive folgender wesentlicher Gesichtspunkt: In den sogenannten Entwicklungsländern, die bevölkerungsmässig den grössten Teil unserer Erde ausmachen, beginnen gerade erst diejenigen Wachstumstendenzen zur Befriedigung der – vorerst noch elementaren – Lebensbedürfnisse, die wir in den Industrieländern hinter uns haben.

Es ist unbestritten, dass Primärenergieverbrauch und Lebensstandard miteinander korrelieren. Eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Erhaltung des Friedens ist eine überproportionale Steigerung des Lebensstandards in der sogenannten «Dritten Welt»; d.h. ein überproportionaler Anstieg des Primärenergiebedarfs in diesen Ländern wird daher unvermeidlich sein.

Das Fazit ist so global wie besorgniserregend, denn es bedeutet, dass einem steigenden Energiebedarf ein eingeschränktes Potential an fossilen Energieträgern gegenübersteht.

Und ein weiteres ist zu berücksichtigen: Ein höherer Lebensstandard setzt vor allem eine Verbesserung der Infrastruktur einschliesslich Verkehrswesen voraus. Deshalb wird der steil ansteigende Primärenergiebedarf der Länder der Dritten Welt in erster Linie auf Öl und, soweit trans-

Les accroissements brutaux du prix du pétrole, le plafonnement de son extraction, le développement des besoins du Tiers Monde en hydrocarbures liquides, et l'incertitude sur les approvisionnements futurs, rendent les prévisions d'avenir beaucoup plus aléatoires.

La crise industrielle qui résulte de la situation du marché pétrolier suspend le développement de beaucoup de besoins, mais les substitutions de l'électricité au pétrole peuvent retourner la situation.

La polyvalence et la souplesse de l'énergie électrique pour ses usagers, la possibilité de la produire aussi bien à base de charbon, d'hydraulique ou de nucléaire qu'à partir de pétrole seront les clés des équilibres futurs.

2. L'énergie électrique: son rôle dans la sécurité d'approvisionnement en énergie

2.1 Conditions marginales de l'approvisionnement énergétique futur

La sécurité de l'approvisionnement énergétique futur ne sera réalisée que si l'on mène de front de façon harmonieuse des actions portant sur la valorisation des énergies primaires, leur conversion énergétique, et les applications de l'énergie. Les conditions techniques et économiques qui sont les nôtres à l'heure actuelle exigent que soient attribuées aux différents secteurs d'application les formes d'énergie qui leur conviennent le mieux tant en raison de leur disponibilité qu'en raison de tous les caractères spécifiques.

2.1.1 Perspectives européennes dans un contexte mondial

Dans une perspective mondiale, il faudra tenir compte des considérations suivantes:

Les pays du tiers monde, dits en voie de développement, qui regroupent la majeure partie de la population mondiale voient apparaître les premiers signes d'une croissance qui satisfera les besoins, certes encore élémentaires, qui dans les pays industriels sont déjà largement satisfaits.

Il existe une corrélation incontestable entre la consommation d'énergie primaire et le niveau de vie; or, il est essentiel au maintien de la paix que le niveau de vie du tiers monde augmente plus rapidement que le nôtre. En conséquence, il est inévitable que ces pays connaissent une augmentation disproportionnée de leurs besoins en énergie primaire par comparaison aux nôtres.

Il s'agit là d'un fait aussi général que préoccupant, car face à ce besoin croissant en énergie, les réserves en combustibles fossiles sont limitées.

Il est un autre facteur dont il faut tenir compte: l'amélioration du niveau de vie présuppose que s'améliorent les infrastructures et notamment celles des transports. Les besoins de plus en plus pressants des pays du tiers monde sont donc essentiellement des besoins de pétrole et des besoins

portmässig verfügbar, später auch auf Erdgas gerichtet sein. Da auch die Kohle nur in begrenzter Masse und nur an wenigen Stellen der Erde preisgünstig (Tagebau) zur Verfügung steht und darüber hinaus mit dem Abbau und Transport der erforderlichen grossen Mengen erhebliche Probleme – insbesondere unter Umweltgesichtspunkten – verbunden sind, wird und muss die Kohle überall dort, wo sie bislang zur Deckung von Grundlast-Wärmebedarf dient, durch preisgünstigere Kernenergie ergänzt werden; zunächst in den thermischen Reaktoren der ersten Generation und – aus Gründen verbesserter Brennstoff-Nutzung – möglichst bald in Brutreaktoren.

Erneuerbare Energien – wie Sonne, Wind sowie Wellen- und Gezeitenenergie – können bis zur Jahrhundertwende nur einen kleinen Beitrag leisten, insbesondere weil die Entwicklung ihrer Technologien bis zur praktischen Anwendung sehr viel Zeit erfordert.

2.1.2. Anforderungen an die Industrieländer

Um die künftigen Schwierigkeiten bei der weltweiten Energieversorgung zu meistern, müssen insbesondere die Industrieländer wirksame Massnahmen ergreifen. Denn es gibt heute keine verantwortbare nationale oder auf einen bestimmten Teil der Welt begrenzte Energiepolitik, die nicht gleichzeitig bemüht ist, den globalen Gegebenheiten einer gesicherten Energieversorgung der gesamten Welt Rechnung zu tragen. Der beginnende Wettlauf um die knapper werdenden Energievorräte und die krisenhafte Entwicklung in wichtigen Förderregionen lassen erhebliche Risiken erkennen. Die wirtschaftliche Entwicklung und die hierzu erforderliche Energieversorgung sicherzustellen ist nicht nur humanitäres Gebot der bereits im Wohlstand lebenden Gesellschaft, sondern darüber hinaus für sie eine existentielle Notwendigkeit.

Damit sind aber die wesentlichen energiewirtschaftlichen und energiepolitischen Randbedingungen für die künftige Energieversorgung und insbesondere für die Elektrizitätsversorgung in unserer Gemeinschaft gesetzt:

Es muss zwei Herausforderungen begegnet werden: der allgemeinen Energieverknappung – das bedeutet, es muss Primärenergie eingespart werden – und der drohenden politischen und wirtschaftlichen Abhängigkeit vom importierten Mineralöl – das bedeutet, es muss Mineralöl durch andere Energien ersetzt werden. Hierbei kann der Zielkonflikt zwischen der Forderung nach Einsparung von Primärenergie und der Forderung zur Reduzierung der Abhängigkeit vom politisch unsicheren Mineralöl entstehen.

Beide Forderungen sind volkswirtschaftlich von grosser Bedeutung. Mindestens ebenso wichtig wie die Einsparung von Primärenergie ist der Ersatz von Mineralöl. Dieser Aufgabe muss deshalb selbst dann Vorrang eingeräumt werden, wenn – soweit vorhanden – der Einsatz heimischer Energie einen etwas höheren Primärenergieverbrauch mit sich bringen sollte als der Einsatz importierten Mineralöls. Dies gilt um so mehr, wenn die Ersatzenergie für andere Zwecke gar nicht verwendbar ist, wie Uran.

Die hierzu notwendigen Technologien kennen wir, und über das erforderliche Kapital verfügen wir; wir sollten bei- de soweit wie nur möglich nutzen.

de gaz naturel, dans la mesure où celui-ci pourra y être amené et distribué.

Les mines de charbon à ciel ouvert, dont l'exploitation est peu coûteuse, sont rares et leurs réserves sont limitées; d'autre part, l'extraction et le transport de grandes quantités de charbon posent des problèmes considérables, notamment du point de vue écologique, aussi faudra-t-il remplacer le charbon dans les centrales thermiques de base par du combustible nucléaire moins onéreux. Cela signifie tout d'abord la mise en place de réacteurs à neutrons thermiques de la première génération, puis, rapidement, de réacteurs surrégénérateurs à meilleure efficacité de combustibles.

Les énergies renouvelables (énergie solaire, énergie éolienne, énergie des mers) ne joueront qu'un rôle d'appoint jusqu'à la fin du siècle, notamment parce que la mise au point de leur technologie prendra beaucoup de temps.

2.1.2 Responsabilités des pays industriels

C'est au premier chef aux pays industriels qu'il appartient d'agir pour surmonter les difficultés qui vont surgir à l'échelle du monde. Aucune politique responsable, qu'elle soit nationale ou supranationale, ne peut se permettre aujourd'hui de ne pas tenir compte de l'ensemble des problèmes d'approvisionnement énergétique, de sorte que la concurrence naissante dont sont l'objet les réserves énergétiques restantes et les crises qui secouent certaines régions productrices importantes comportent des dangers certains. Pour que le développement économique soit général, il faut que soit assuré l'approvisionnement énergétique de tous; ce n'est pas là seulement une obligation morale pour les sociétés qui connaissent déjà la prospérité, c'est aussi une nécessité vitale.

Ces considérations définissent l'essentiel des conditions marginales dans lesquelles notre approvisionnement énergétique futur devra se dérouler et auxquelles devra notamment se plier la fourniture d'électricité.

Il s'agira pour l'essentiel de répondre à deux défis: celui de la pénurie croissante d'énergie – d'où la nécessité d'économiser l'énergie primaire – et celui du risque grandissant de dépendance politique et économique du pétrole importé – d'où la nécessité de remplacer le pétrole par d'autres sources d'énergie. Ces deux impératifs ne sont pas forcément compatibles; il peut y avoir conflit entre la volonté d'économie d'énergie primaire et la volonté de réduire la dépendance politique du pétrole. Et pourtant ces impératifs sont tous deux de la plus haute importance; remplacer le pétrole est aussi fondamental qu'économiser l'énergie primaire; on peut même dire que le remplacement du pétrole doit avoir priorité chaque fois qu'il existe des ressources énergétiques locales même si la substitution devrait entraîner une augmentation de consommation par rapport au pétrole. Ceci est plus vrai encore lorsqu'il s'agit d'une énergie de substitution telle que l'uranium qui ne peut servir qu'à la production d'électricité.

Nous possédons les technologies et les capitaux nécessaires; il faut nous en servir au maximum.

2.1.3. Substitution von Mineralöl

Der Rückgang des Ölanteils an der Energiebilanz erfordert von den anderen Energiequellen einen wachsenden Beitrag zur Bedarfsdeckung. Die Strategie der Abkopplung vom Mineralöl macht ein Umdenken bei den Verbrauchern notwendig; der Mineralölbedarf muss auf alternative Energieträger verlagert werden, und zwar – da auch das Erdgas nur begrenzt verfügbar ist – langfristig auf Steinkohle und Kernenergie. Hierbei wird die Beantwortung der Frage von entscheidender Bedeutung sein, ob sich mit der zukünftigen zur Verfügung stehenden Primärenergiepalette der Bedarf decken lässt, wenn sich die Nachfrage nach Sekundärenergien verändert.

Da der direkte Ersatz von Öl durch Steinkohle in der Praxis nur in begrenztem Umfang möglich ist, wird das Mass der Ölsubstitution im wesentlichen durch die Einsatzmöglichkeiten der Veredelungsverfahren – d.h. Kohlevergasung und -verflüssigung sowie Fernwärme und Strom auf Basis von Kohle und Kernenergie – bestimmt werden. Hierbei bietet der Weg über die elektrische Energie wegen ihrer vielseitigen Anwendungsmöglichkeit gute Voraussetzungen. Für die massive Nutzung der Kernenergie ist dies ohnehin auf absehbare Zeit der einzige Weg.

2.1.4. Rationelle Energieverwendung

Die Möglichkeiten der Energieeinsparung sind nicht unbegrenzt, denn drei Dinge sind zu berücksichtigen:

- Bei der Diskussion um Primärenergieeinsparung und rationellere Energieverwendung wird häufig übersehen, dass das technisch Mögliche und das wirtschaftlich Machbare nicht dasselbe sind. Die Anhebung des allgemeinen Wohlstandes in den Industrieländern und die Verbesserung der Lebens- und Arbeitsbedingungen der Menschen war nur durch den gesteigerten Einsatz billiger Energie möglich.
- Energieeinsparungen sind nicht neu. Sie wurden auch schon in der Vergangenheit getroffen, und zwar wirkungsvoll und ohne viel Aufhebens. So wurde z.B. der spezifische Wärmeverbrauch der Kraftwerke in der Europäischen Gemeinschaft durch die Weiterentwicklung der Technik in den 30 Jahren seit 1950 mehr als halbiert.
- Energiesparende Investitionen führen oft nur langfristig zu Einsparungen.

Selbst wenn wir über das wirtschaftlich Sinnvolle hinaus Primärenergie einsparen sollten, kann es heute keine ernsthafte Frage sein, dass auch in Zukunft bei einem wirtschaftlichen Wachstum mit einer Zunahme des Elektrizitätsverbrauchs zu rechnen ist.

2.2. Die Besonderheiten der Elektrizitätsversorgung

Der Anspruch auf preiswerte, ausreichende und sichere Versorgung mit elektrischer Energie wird die Energieversorgungsunternehmen jedes Landes, aber auch insgesamt in Europa vor schwierige Aufgaben stellen. Deren Bewältigung setzt die Kenntnis der Besonderheiten in der Elektrizitätsversorgung voraus, die keineswegs nur durch die Leitungsgebundenheit der elektrischen Energie, sondern im Grunde im Immateriellen des Stromes begründet sind.

2.1.3 Remplacement du pétrole

La diminution de la part du pétrole dans le bilan énergétique global nécessite une augmentation de la consommation des autres ressources. Il faudra un changement de mentalité chez les consommateurs pour qu'ils acceptent de satisfaire par d'autres énergies les besoins satisfaits jusque-là par le pétrole; à long terme, il ne pourra s'agir que du charbon et du nucléaire car les ressources de gaz naturel sont elles aussi limitées.

Une des questions essentielles qui se posera, si la demande d'énergie secondaire change, est de savoir si la gamme d'énergies primaires disponibles suffira alors à satisfaire tous les besoins.

Les possibilités de substitution directe du charbon au pétrole étant limitées, on ne pourra diminuer les importations de pétrole qu'en ayant recours à des procédés de transformation tels que gazéification et fluidisation, à la production de chaleur pour le chauffage urbain et d'électricité dans les centrales à base de charbon et de combustible nucléaire. La voie de l'électricité est la plus prometteuse étant donné ses multiples possibilités d'application; en tout état de cause, elle représente le seul moyen à terme d'utiliser l'énergie nucléaire.

2.1.4 Utilisation rationnelle de l'énergie

Trois causes principales expliquent que les possibilités d'économie ne sont pas illimitées:

- En prônant des économies d'énergie primaire et une utilisation plus rationnelle de l'énergie secondaire, on a parfois tendance à oublier que ce qui est réalisable au plan technique ne l'est pas toujours au plan économique. La prospérité des pays industriels, l'amélioration des conditions de travail et de vie de leurs populations n'ont été possibles que par un recours constamment accru à une énergie bon marché.
- Les économies d'énergie ne datent pas d'aujourd'hui. Des mesures efficaces ont été prises dans le passé, sans qu'il en soit fait grand état. Ainsi des perfectionnements techniques ont permis de réduire de moitié la consommation thermique spécifique des centrales de la Communauté Européenne au cours des trente dernières années.
- Les investissements destinés à diminuer la consommation d'énergie n'ont souvent d'effet qu'à long terme.

Même si l'on voulait pousser les économies d'énergie primaire au-delà de toute rationalité économique, il faudrait admettre que la croissance économique nécessitera demain, comme hier, une augmentation de la consommation d'électricité.

2.2 Les particularités de l'alimentation en énergie électrique

Le consommateur veut disposer d'une électricité bon marché, en quantité suffisante et toujours disponible; pour répondre à ces exigences les entreprises d'électricité de nos différents pays auront à résoudre des problèmes difficiles dont la solution à l'échelle de l'Europe suppose que soient bien connues les particularités de l'énergie électrique dont la seule caractéristique n'est pas de devoir passer par des lignes et des câbles mais est avant tout d'être immatérielle.

2.2.1. Physikalische Besonderheiten der elektrischen Energie

Leitungen und Kabel sind für jedermann das bekannte Zeichen für die Leitungsgebundenheit der elektrischen Energie, und jeder weiss, dass man Strom nur dann beziehen kann, wenn man an das Leitungsnetz angeschlossen ist. Dies hat die Elektrizitätsversorgung mit der Gas- und Wasserversorgung gemein, doch erzwingt die Nichtspeicherbarkeit der elektrischen Energie Massnahmen, die bei Nichtbeachtung schwerwiegende Konsequenzen zur Folge haben.

Bei der Stromversorgung handelt es sich nicht um eine Versorgung mit lagerbaren Gütern, sondern um eine Dienstleistung, und zwar im Gegensatz zu anderen Dienstleistungen mit der Besonderheit, dass aus physikalischen Gründen die Leistung genau in der Höhe und zu dem Moment erbracht werden muss, wie sie nachgefragt wird; Vorratshaltung und Wartezeiten zur Bewältigung von Nachfragespitzen gibt es nicht. Jeder, der einen Schalter betätigt, bewirkt zusammen mit anderen, die gleichzeitig elektrische Verbraucher zuschalten, einen Steuerimpuls auf die das Netz versorgenden Maschinengruppen in den Kraftwerken; damit wird Strom also nicht wie bei der Güterversorgung im eigentlichen Sinne vom Lieferanten dann geliefert, wenn er dazu in der Lage ist, sondern der Verbraucher nimmt sich in jedem Augenblick das an elektrischer Energie, was er gerade benötigt; der Stromversorger kann hierauf keinen Einfluss nehmen. Dies ist besonders dann von Bedeutung, wenn im Falle von Strommangel Rationierungsmassnahmen notwendig werden sollten.

Und eine weitere Besonderheit ist zu berücksichtigen: Ist die Leistungsanforderung auch nur kurzzeitig höher als die in den Kraftwerken und in den Netzen vorhandenen Kapazitäten, so bleibt nicht nur die Übernachfrage zeitweise ungedeckt, sondern durch das Ungleichgewicht von Erzeugung und Verbrauch kommt es in einer Kettenreaktion zur Abschaltung aller Kapazitäten: Das Netz bricht zusammen. Die durch solche Ereignisse verursachten Schäden sind ausserordentlich hoch.

Zwar kann im Verbund eine im beschränkten Masse gegenseitige Aushilfe bei Störfällen das Schlimmste verhindern, echte Mangellagen können jedoch nicht durch Zukauf auf nicht dem Verbund angeschlossenen Märkten ausgeglichen werden. Das Schreckgespenst einer Großstörung ist also nur dann zu bannen, wenn den physikalischen Besonderheiten in der Stromversorgung in klaren Entscheidungen hinsichtlich einer optimalen Vorsorge Rechnung getragen wird.

2.2.2. Versorgungsverantwortung – Anschlusspflicht

Um für jeden Bürger das vitale Recht auf eine sichere Stromversorgung Wirklichkeit werden zu lassen, wurde schon vor vielen Jahrzehnten die Stromversorgung als öffentliche Dienstleistung sowohl mit der Versorgungsverantwortung als auch mit der Versorgungspflicht belegt. Die komplexe Verflechtung von physikalischen Besonderheiten der elektrischen Energie einerseits und der Anspruch auf eine sichere und preiswürdige Stromversorgung andererseits erfordern ein spezifisches Instrumentarium für Planung und Organisation sowie einen besonderen rechtlichen Rahmen.

2.2.1 Particularités physiques de l'énergie électrique

Chacun voit dans les lignes aériennes et les câbles le symbole du manque d'autonomie de l'électricité; chacun sait que pour en recevoir, il faut être raccordé au réseau. Sur ce point, la distribution d'électricité ne diffère pas de celle du gaz ou de l'eau. Cependant le caractère non stockable de l'énergie électrique impose aux distributeurs des mesures supplémentaires dont le non-respect peut avoir des conséquences graves.

La fourniture d'électricité ne correspond pas à celle des produits stockables. Il s'agit plutôt d'une prestation d'un caractère singulier: l'énergie électrique doit être produite au moment précis de son emploi et en une quantité correspondant exactement à la demande. Les entreprises d'électricité ne peuvent ni stocker, ni fixer des délais, elles doivent répondre par une production immédiate aux demandes de pointe. Chaque fois qu'un commutateur est tourné, chaque fois que des appareils sont mis en service, une impulsion est transmise aux groupes qui alimentent le réseau. Contrairement aux produits livrés selon les disponibilités du fournisseur, l'énergie électrique est prélevée par le consommateur à son heure et en la quantité de son choix, sans que l'entreprise d'électricité puisse intervenir dans ce choix. On voit l'importance qu'aurait cet état de choses s'il fallait adopter des mesures de rationnement en cas de pénurie.

Il faut noter une autre particularité; si l'appel de puissance dépasse, ne serait-ce que passagèrement, les capacités des centrales et des réseaux, non seulement la surcharge momentanée n'est pas satisfaite, mais le déséquilibre entre la production et la demande provoque, en une réaction en chaîne, l'arrêt de l'ensemble du système; le réseau s'effondre. Les dégâts causés par de tels incidents sont considérables.

En cas d'incidents de ce genre, les interconnexions permettent d'éviter le pire, les réseaux se portant mutuellement secours. En cas de pénurie durable, en revanche, il ne serait pas possible de recourir à des achats d'énergie sur des marchés non raccordés aux réseaux interconnectés. La hantise d'une catastrophe majeure ne sera dissipée que si des mesures conservatoires sont prises qui tiennent compte des particularités physiques de l'alimentation électrique.

2.2.2 Responsabilité d'approvisionnement. Obligation de raccorder

Reconnaissant à chacun le droit de demander son approvisionnement en énergie électrique, on a donné, il y a plusieurs décennies déjà, aux entreprises d'électricité le statut de service public, qui implique aussi bien la responsabilité de fournir que l'obligation de raccorder. Etant donné les particularités physiques de l'électricité, l'alimentation sûre à des prix raisonnables représentait une sujétion d'une grande complexité. Il fallut un ensemble de mesures d'organisation et de planification et un cadre juridique particulier pour y répondre. C'est ainsi qu'à l'obligation faite aux entreprises d'assurer la continuité de fourniture, on a posé en contrepartie l'obligation des usagers de se raccorder suivant

Der der Stromversorgung im jeweiligen rechtlichen Rahmen auferlegten Versorgungsverantwortung und Versorgungspflicht muss – soll die Versorgung langfristig ausreichend sicher und preiswürdig sein – vertraglich abgesichert eine entsprechende Anschlusspflicht der Verbraucher gegenüberstehen. Die darauf aufgebaute Elektrizitätswirtschaft hat ihre Leistungsfähigkeit über Jahrzehnte hinweg mit einer heute schon als selbstverständlich angesehenen Versorgungssicherheit bewiesen.

2.2.3. Ausreichende und sichere Versorgung

Die im gewöhnlichen Güterverkehr unbekannte Nichtspeicherbarkeit und fehlende Lagerfähigkeit zwingt in Verbindung mit der Versorgungspflicht die Versorgungsunternehmen, die von den Verbrauchern nach Höhe und Zeitpunkt bestimmte Nachfrage nach elektrischer Energie jederzeit zu decken, und zwar nicht aus Vorratslagern, sondern aus zeitgleicher Erzeugung mit den vorhandenen Kraftwerks- und Netzkapazitäten.

Massgebender Faktor für langfristige Planungen der Kraftwerks- und Netzkapazitäten ist daher – trotz der nur kurzzeitigen Dauer – der auftretende Spitzenstrombedarf in seiner zeitlichen Entwicklung. Diese Entwicklung – weil sehr eng mit der Entwicklung des Bruttosozialproduktes und nicht vorhersehbaren strukturellen Veränderungen verknüpft – ist unter Berücksichtigung von witterungs- und konjunkturbedingten Schwankungen durch Bedarfsprognosen vorzuschätzen. Ausserdem sind Reserven für mögliche Störungsfälle zu berücksichtigen.

Wegen der überaus langwierigen Genehmigungsverfahren und Bauzeiten für Kraftwerke – bei Kohlekraftwerken bis 6 Jahre und bei Kernkraftwerken sogar bis 10 Jahre – und Leitungen müssen die Schätzungen über wesentlich längere Zeiträume als in der sonstigen Wirtschaft erfolgen. Entsprechend gross ist die Verantwortung für zu treffende Investitionen hinsichtlich ihres Finanzvolumens und hinsichtlich der Gefahr nennenswerter Abweichungen von der tatsächlichen Bedarfsentwicklung, die sich als verlustbringende Überkapazitäten oder zu Zeiten einer Mangellage mit Versorgungsunterbrechungen auswirken.

Durch die soziale Verantwortung und gehalten durch die Versorgungspflicht müssen sich die Versorgungsunternehmen an der oberen Grenze der zu erwartenden Bedarfsentwicklung orientieren, mit der Folge, dass bei ihnen ständig ein gewisser Leistungsüberschuss (Zuwachsreserve) vorhanden ist.

Diese Zuwachsreserve muss selbstverständlich so klein wie möglich gehalten werden, aber für unerwartete Stromverbrauchssteigerungen stets doch noch ausreichen. Diese im Grunde einfache Forderung bestmöglicher Effizienz ist aber auf dem Boden einer liberalen Gesellschaft optimal nur schwer zu verwirklichen. Dies ginge entweder zu Lasten der Versorgungssicherheit oder müsste zur Voraussetzung haben, dass eine zutreffende Vorausschau für die Entwicklung des Stromverbrauchs möglich wäre. Tatsächlich bestehen jedoch beträchtliche Unsicherheiten über nahezu alle für die künftige Stromverbrauchsentwicklung relevanten Daten; hinreichend sichere Stromverbrauchsprognosen sind wegen der ungewissen gesamtwirtschaftlichen Ent-

diversen modalität contractuelles. De la sorte, l'alimentation du réseau peut se faire en quantités suffisantes et à des prix raisonnables. Les entreprises d'électricité se sont développées sur ces fondements. Elles ont fait la preuve de leur capacité au cours des décennies écoulées au point qu'aujourd'hui il va de soi que la continuité du service paraît assurée.

2.2.3 Alimentation suffisante et sûre

Le caractère non stockable de l'énergie électrique, l'impossibilité de constituer des réserves forcent les entreprises qui sont sous l'obligation de fournir à satisfaire à tout moment et quelle qu'en soit l'importance la demande des usagers. Elles ne peuvent pas puiser pour ce faire dans des réserves; elles doivent produire au moment de l'emploi en utilisant la capacité de leurs centrales et de leurs réseaux.

La planification à long terme des centrales et des réseaux est, en conséquence, fonction des besoins de pointe, si momentanés soient-ils. Les prévisions de ces besoins font intervenir des variables conjoncturelles et météorologiques, mais les besoins évoluant en étroite corrélation avec le produit national brut, ils sont sujets à des variations structurelles imprévisibles. Le planificateur doit également prévoir des capacités de réserve dans l'éventualité d'accidents toujours possibles.

Les délais nécessaires à l'obtention des permis de construire des centrales et à leur construction sont très longs: pour une centrale à charbon il faut compter six ans, pour une centrale nucléaire le délai à prévoir est même de dix ans. Il en va de même des circuits de raccordement. De ce fait les prévisions doivent être faites à des horizons nettement supérieurs à ceux des autres industries. On prend de lourdes responsabilités en décidant du niveau des investissements à réaliser et en assumant le risque d'écarts importants entre les prévisions et les besoins réels, écarts qui peuvent avoir pour effet soit des surcapacités déficitaires, soit une insuffisance d'approvisionnement et des interruptions de courant.

La responsabilité sociale qui leur incombe, l'obligation de fourniture qui est la leur, obligent les entreprises d'électricité à s'en tenir à la limite supérieure de la fourchette de prévision des besoins. De ce fait, elles disposent constamment d'une réserve de puissance qui devient une réserve de croissance.

Il va de soi que cette réserve de croissance doit être aussi réduite que possible, bien que suffisante pour faire face à des pointes inattendues. Il s'agit là d'un impératif d'efficacité relativement simple, qu'il est néanmoins difficile de réaliser de façon optimale dans le cadre d'une société libérale. Pour y parvenir, il faudrait, en effet, soit renoncer à la garantie de fourniture, soit disposer de prévisions exactes sur le développement de la consommation d'électricité. Or, on dispose de très peu de données fiables qui permettraient de prévoir l'évolution de la consommation d'électricité. L'avenir incertain de l'économie mondiale, les adaptations structurelles qui se produiront inéluctablement, font qu'il est pratiquement impossible d'établir des prévisions tant soit

wicklung und der im Ergebnis nicht vorhersehbaren strukturellen Anpassungen nicht möglich.

Die gesamtwirtschaftlichen Kosten, die sich nicht auf die Untergrenze, sondern auf die Obergrenze der möglichen Entwicklung und gegebenenfalls auf Ausbaurverzögerungen einstellen, wären im Falle eines tatsächlich geringeren Verbrauchsanstiegs ungleich niedriger als im Falle fehlender elektrischer Energie. Die Gesamtkapazität wäre nicht dauerhaft, sondern nur für wenige Jahre überhöht. Die hierdurch bedingten Mehrkosten könnten dadurch minimiert werden, dass teure ältere Anlagen mit höheren spezifischen Brennstoffkosten früher ausscheiden als geplant oder weniger genutzt werden.

Kommt es jedoch zur Mangellage, würden hierdurch Bevölkerung und Industrie durch gezielte Abschaltungen aufs schwerste belastet mit der Folge entsprechender Produktionsausfälle. Ist die Mangellage störungsbedingt, lassen sich die erforderlichen Massnahmen auf wenige Stunden begrenzen; fehlt jedoch notwendige Erzeugungskapazität oder die zur Erzeugung notwendige Primärenergie, ist die Mangellage infolge der langen Bauzeiten für erforderliche neue Einheiten nur langfristig behebbar.

In der Vergangenheit hat sich der Verbrauch an elektrischer Energie mit einer gewissen Regelmässigkeit entwickelt. Hinzu kam, dass auch die Bauzeiten für neu zu errichtende Anlagen überschaubar waren – rund 3 Jahre für thermische Projekte und 4 bis 5 Jahre für Wasserkraftwerke –, so dass es relativ einfach war, für die Zukunft zu planen.

Dies gilt jedoch nicht mehr für die Zukunft. Die Ungewissheit, in welchem Masse die den zukünftigen Bedarf bestimmenden, z.T. gegenläufigen Einflussfaktoren zum Tragen kommen – einerseits die den Bedarf vermindern Komponente «Einsparung von Strom», andererseits die den Bedarf steigernde «Substitution durch Strom» – und nicht zuletzt die zunehmende Rechtsunsicherheit in den Genehmigungsverfahren, die schliesslich zu einer Verdoppelung der Errichtungszeiten für Neuanlagen geführt hat, machen es in wachsendem Masse unmöglich, den Bedarf für die nächsten Jahre verlässlich abzuschätzen.

2.3. Elektrizitätswirtschaft im energiepolitischen Spannungsfeld

In den vorstehenden Ausführungen ist deutlich geworden, welche energiepolitischen Notwendigkeiten aus der unsicheren und nur noch begrenzten Verfügbarkeit von Mineralöl und Erdgas, der starken Abhängigkeit der Weltenergieversorgung von diesen Energieträgern wie auch der ungleichmässigen regionalen Verteilung der Primärenergievorräte und -reserven erwachsen.

Die Elektrizitätswirtschaft – einer der wichtigsten Bereiche der Energiewirtschaft – sieht sich vor die Aufgabe gestellt, bestmöglich dazu beizutragen, diesen langfristigen Erfordernissen gerecht zu werden. Die europäischen Elektrizitätsversorgungsunternehmen verfügen über leistungsfähige Strukturen, die gut geeignet sind, die erforderlichen künftigen Wandlungen in der Energieversorgung Europas mitzutragen. Von ihren Beiträgen und Initiativen wird in Zukunft entscheidend abhängen, in welche Richtung sich unsere Energieversorgungssysteme entwickeln werden und in welchem Masse die Sicherheit der Energieversorgung

peu sûres. Le coût macroéconomique d'une erreur de prévisions fondée sur une hypothèse forte de développement économique, tenant compte en outre d'éventuels retards de construction, serait nettement inférieur au coût découlant d'une hypothèse trop faible qui se traduirait par une pénurie d'énergie électrique. L'excédent de capacité créé par l'hypothèse forte serait de toute façon résorbé au bout de quelques années et ne constituerait donc pas un inconvénient durable. Les surcoûts entraînés par une telle politique seraient minimisés par une moindre utilisation d'installations anciennes aux frais de combustibles spécifiques élevés, voire par leur mise hors service. Par contre, toute situation de pénurie pèserait lourdement sur la population et sur l'industrie, les coupures de courant se traduisant par des manques à produire. Lorsque l'interruption de courant est due à un incident, il est possible d'y remédier en quelques heures; par contre, lorsque les capacités sont insuffisantes ou que l'on vient à manquer d'énergie primaire, la situation de pénurie ne peut être résorbée qu'à long terme, par la construction de nouvelles tranches de production.

Les consommations d'électricité se développaient autrefois avec une assez grande régularité. Il était facile de prévoir les puissances qui deviendraient nécessaires au terme du délai de construction d'une centrale (trois ans pour une centrale thermique, quatre à cinq ans pour une centrale hydraulique).

La crise pétrolière, et la crise industrielle qui la suit encore, rendent maintenant bien plus difficile de déterminer les puissances qu'il faudra équiper pour assurer le service public sans cependant immobiliser trop de capitaux.

D'autre part, les délais s'écoulant entre la décision de construire une centrale et sa mise en service ont été considérablement allongés par les procédures accumulées depuis plusieurs années et même par des actions contentieuses. La prévision des puissances à équiper doit donc s'étendre à une durée qui est de l'ordre du double de ce qu'elle était autrefois. C'est une seconde cause de l'accroissement de l'incertitude sur ce qu'il faut décider chaque année pour pouvoir faire face aux besoins futurs.

2.3 L'industrie électrique au cœur des problèmes énergétiques

Des considérations qui précèdent se dégagent les éléments dont toute politique énergétique devra tenir compte: l'incertitude qui pèse sur l'approvisionnement en pétrole et en gaz naturel, les ressources limitées de ces combustibles fossiles, la dépendance dans laquelle se trouve le monde entier par rapport à ces énergies primaires, la répartition très inégale de ces ressources et réserves à la surface du globe.

L'industrie électrique qui occupe une place de toute première importance dans le secteur énergétique se doit de répondre de son mieux aux exigences de l'avenir. Les entreprises d'électricité européennes disposent de structures capables de faire face aux transformations qu'exigera l'approvisionnement énergétique futur de l'Europe. Les initiatives qu'elles prendront, les solutions qu'elles adopteront, orienteront l'avenir de façon décisive, marquant la voie dans laquelle se développeront les systèmes d'approvisionnement énergétiques et montrant la façon dont la sécurité d'approvisionnement de l'Europe peut être maintenue. Les diri-

Europas erhalten werden kann. Gerade im politischen Raum sind diese Möglichkeiten, die in der Leistungsfähigkeit und Vielseitigkeit der elektrischen Energie begründet liegen, hinreichend bekannt und sollten daher stärker mit in die energiepolitischen Überlegungen einbezogen werden.

2.3.1. Sicherheit der Energieversorgung durch Sicherstellung der Elektrizitätsversorgung

Wie zuvor dargelegt, dürfte der Einsatz von Kohle in unveredelter Form in Zukunft nur in begrenztem Masse anstelle von Öl möglich sein, es sei denn, dass für die Gewinnung von industrieller Prozesswärme und für die Stromerzeugung in Kraftwerken bisher eingesetztes schweres Heizöl und Erdgas durch Kohle ersetzt würden. Demnach kommt eine Substitution durch Kohle im wesentlichen nur über die Veredelung, d.h. über Kohlestrom, Kohlevergasung und -verflüssigung in Betracht, alles Substitutionsketten, die sich im Gesamtnutzungsgrad nicht wesentlich voneinander unterscheiden.

Die Kohle kann jedoch in Anbetracht der Schwierigkeiten bei der Förderung und beim Transport nicht den gesamten erwarteten Energiebedarf decken. Aus heutiger Sicht ist daher die Kernenergie eine unverzichtbare Notwendigkeit. Bei steigender Nachfrage nach Elektrizität, der Grösse des Primärenergiebedarfs für die Elektrizitätserzeugung und der absehbaren Verknappung auf dem fossilen Brennstoffmarkt stellt die Kernenergie daher die technisch-wirtschaftliche Basis dar, um die notwendige Umstrukturierung der Energieversorgung überhaupt zu ermöglichen.

Die Elektrizitätswirtschaft hat praktisch als einziger Bereich der Energiewirtschaft die notwendige Umstrukturierung zur Kernenergie hin erfolgreich eingeleitet. Sie sieht sich in der bemerkenswerten Lage, die Kernenergie infolge einer über Jahrzehnte hinweg betriebenen intensiven Forschungs- und Entwicklungsarbeit grosstechnisch zur Energieversorgung einzusetzen. Neben dem Bereich der thermischen Kernreaktoren der ersten Generation könnte ein sorgfältig geplanter und abgestimmter Einsatz von fortgeschrittenen Reaktorlinien und schnellen Brutreaktoren zu einer günstigeren Urannutzung führen. Schnelle Brutreaktoren gestatten eine rund sechzigfache höhere Ausnutzung des Spaltmaterials. Mit Hilfe der Kerntechnik kann also im Rahmen eines sinnvollen Ausbaus ein ganz entscheidender Beitrag zur Sicherung der Welt-Energieversorgung geleistet werden. Von ganz besonderer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang die hohe Energieintensität des Kernbrennstoffs Uran, die eine äusserst kompakte Lagerung und damit auf Basis von Uran – im Gegensatz zu den sonstigen Primärenergien – Energievorräte in der Grössenordnung mehrerer Jahresverbräuche ermöglicht.

Vor diesem Hintergrund müssen die Bedenken der Kernenergiegegner geprüft werden, die in der energiepolitischen Diskussion einen Verzicht auf die Nutzung der Kernenergie fordern. Oft wird der Eindruck erweckt, als könne man sich frei und unbeeinflusst von den energiewirtschaftlichen Problemen der Zukunft noch für oder gegen die Kernenergie entscheiden. Tatsächlich steht jedoch, wie sich aus den Grundlagen und Randbedingungen für unsere künftige Energieversorgung erkennen lässt, die Entscheidung für oder gegen die Kernenergie nicht mehr zur Disposition po-

geants politiques connaissent le haut rendement énergétique de l'électricité et sa polyvalence; il serait bon qu'ils en tiennent compte dans l'élaboration de leur politique énergétique.

2.3.1 Sécurité de l'approvisionnement en énergie grâce à la sécurité de l'approvisionnement en électricité

Comme nous l'avons indiqué précédemment, le charbon brut ne pourra vraisemblablement être substitué qu'en petites quantités au pétrole, à moins d'utiliser du charbon à la place du fuel lourd et du gaz naturel pour produire de la chaleur industrielle et de l'électricité. Par conséquent, les principales possibilités d'utilisation du charbon passent par sa transformation, en l'occurrence, la production d'électricité, la gazéification et la fluidisation, autant de chaînes de transformation qui ne diffèrent guère l'une de l'autre sur le plan du rendement global. Les difficultés d'extraction et de transport du charbon ne lui permettront cependant de couvrir qu'une fraction des besoins d'énergie prévisibles. Dans la situation actuelle, le nucléaire est donc une nécessité absolue.

Compte tenu de la demande croissante d'électricité, de la forte consommation d'énergie primaire pour produire cette électricité et de la pénurie prévisible de combustibles fossiles sur le marché, l'énergie nucléaire constitue la base technique et économique permettant de réaliser la restructuration nécessaire du système d'approvisionnement en énergie.

Le secteur de l'électricité est quasiment le seul domaine énergétique à avoir entamé la restructuration nécessaire vers l'énergie nucléaire. Après des dizaines d'années d'un travail intense de recherche et de développement, il se trouve remarquablement bien placé pour utiliser à une grande échelle le nucléaire pour l'alimentation des réseaux.

À côté des réacteurs à neutrons thermiques de la première génération, l'utilisation soigneusement programmée et coordonnée de filières avancées et de surrégénérateurs rapides conduirait à une meilleure utilisation de l'uranium. Les surrégénérateurs améliorent l'utilisation de la matière fissile d'un facteur 60 environ. Développé judicieusement, le nucléaire peut ainsi contribuer de manière tout à fait décisive à la sécurité de l'approvisionnement mondial en énergie. Le rendement énergétique élevé de l'uranium prend une importance considérable dans ce contexte, car des stocks peu volumineux peuvent assurer plusieurs années de production, ce qui n'est pas le cas des autres énergies primaires.

Il faut tenir compte de tous ces éléments pour juger de la validité des objections des adversaires du nucléaire qui demandent que l'on renonce à cette forme d'énergie. On a parfois l'impression que, pour certains, l'énergie nucléaire relève encore d'une liberté de choix, totalement indépendante des problèmes énergétiques qui se poseront à l'avenir. Or, la décision d'adopter ou de rejeter l'énergie nucléaire ne relève plus d'un quelconque arbitraire politique; elle est fonction du caractère fondamental et marginal de notre approvisionnement énergétique. Aussi les retards que connaît le développement de l'énergie atomique, parfois même les moratoires qui lui sont imposés sont-ils profondément préjudiciables.

litischer Beliebigkeit. Aus diesem Grunde muss für höchst bedenklich gehalten werden, in welchem Masse der Ausbau der Kernenergie verzögert wird bzw. zum Stillstand gekommen ist.

Abgesehen von der versorgungspolitischen Notwendigkeit der Kernenergie erscheint es dringend geboten, mit ihrem Einsatz die Energieversorgung Europas preisgünstig zu gestalten, um auch unsere Wettbewerbsfähigkeit im internationalen Rahmen zu erhalten und zur Verminderung der Abhängigkeit von Ölimporten beizutragen.

Die europäische Energiepolitik ist aufgefordert, ihre Autorität einzusetzen und in eindeutiger und bestimmter Weise öffentlich für die Kernenergie einzutreten und alles zu vermeiden, was eine weitere Verunsicherung der Öffentlichkeit in dieser Beziehung fördern könnte.

Sie sollte zur Absicherung der Brennstoffbasis Uran unter Ausnutzung der Aussagen und Schlussfolgerungen des INFCE-Berichtes «International Nuclear Fuel Cycle Evaluation» weiterhin die Grundlage für eine Zusammenarbeit der Uran-Produzenten und -Verbraucher schaffen, welche die aus überzogenen Proliferationsbefürchtungen geforderte vorherige Zustimmung der Uran-Lieferländer zur Wiederaufarbeitung, zur Anreicherung sowie zur Weiterlieferung des Kernbrennstoffes an andere Staaten (prior consent) nicht enthält.

2.3.2. Energieeinsparung und verstärkter Einsatz elektrischer Energie

Die Elektrizitätswirtschaft bekennt sich zur Notwendigkeit rationeller und sparsamer Energieverwendung. Massnahmen dazu sind im energiewirtschaftlichen Zusammenhang zu bewerten und zu gewichten, um volkswirtschaftlich optimale Wirkungen zu erzielen. Es ist sachlich unzutreffend, die Einsparbemühungen nur auf die elektrische Energie zu konzentrieren.

Bei der Stromerzeugung werden in grossem Umfang Energieträger eingesetzt, die zurzeit anderweitig nicht (z. B. Uran und Wasserkraft) oder kaum (minderwertige oder schwefelreiche Kohle) genutzt werden können. Durch Verwendung solcher Energieträger kann Strom andere, knappe Energieträger (insbesondere Mineralöl) ersetzen. Es kommt daher nicht in erster Linie darauf an, dass überhaupt Energie, sondern dass die «richtige» Energie (d. h. die nur noch begrenzt verfügbare und dringend anderweitig benötigte Energie) eingespart wird. So gesehen ist die folgende Schlussfolgerung sicher zutreffend: Uran, nicht zur Stromerzeugung genutzt, ist wertlos.

Unter diesem Aspekt ist es unverständlich, warum gerade die elektrische Energie in den energiepolitischen Diskussionen immer wieder einseitig diskriminiert wird. Wer sich hieran beteiligt, übersieht,

- dass zur Substitution des Mineralöls langfristig nur auf Kohle und Kernenergie zurückgegriffen werden kann,
- dass als Folge unserer technologischen Konsumgewohnheiten vom Verbraucher ebenso leicht wie Öl anwendbare Substitutionsenergien gewünscht werden und
- dass die Nutzungsgradkette Primär-/Nutzenergie bei den verschiedenen Substitutionskonzepten sich nicht wesentlich voneinander unterscheiden.

L'énergie nucléaire n'est pas seulement nécessaire à la sécurité de l'approvisionnement énergétique de l'Europe; en fournissant de l'énergie bon marché elle maintiendra la capacité de concurrence de nos industries et diminuera notre dépendance à l'égard des importations pétrolières.

Les responsables de la politique énergétique européenne sont ici interpellés, il faut qu'ils fassent preuve d'autorité, qu'ils se prononcent publiquement, avec netteté et fermeté en faveur de l'énergie nucléaire et qu'ils évitent tout ce qui pourrait renforcer l'inquiétude de l'opinion publique.

Il s'agit d'assurer la sécurité d'approvisionnement en uranium, de consolider la collaboration entre producteurs et consommateurs; sur la base des déclarations et des conclusions de l'*International Nuclear Fuel Cycle Evaluation* (INFCE), d'éviter le «prior consent» (l'accord préalable) des pays fournisseurs d'uranium, visant le retraitement, l'enrichissement et la fourniture à des tiers du combustible nucléaire, accord préalable né de craintes exagérées de prolifération.

2.3.2 Economies d'énergie grâce à l'utilisation accrue de l'électricité

Les entreprises d'électricité préconisent un emploi plus rationnel et plus économique de l'énergie. Les mesures à prendre à cet effet devront être évaluées eu égard à l'effet économique qu'elles sont susceptibles de produire par rapport à la situation énergétique générale; ce serait une erreur de concentrer tous les efforts d'économie sur la seule énergie électrique.

On utilise pour fabriquer de l'électricité des énergies primaires qui, à l'heure actuelle, ne pourraient pas être utilisées ailleurs (notamment l'uranium et les ressources hydrauliques) ou qui ne pourraient l'être qu'en petites quantités (notamment les bas-produits charbonniers ou les charbons à haute teneur en soufre). L'utilisation de ces énergies primaires pour la production d'électricité permet d'économiser des matières plus rares, telles que le pétrole. Ce qui compte au premier chef n'est pas d'économiser de l'énergie en général mais d'économiser l'énergie qui fait défaut (celle qui s'épuise ou celle dont l'emploi est indispensable ailleurs). Dans cette perspective on peut dire sans risque d'erreur que l'uranium, s'il n'était pas utilisé pour la production d'électricité, serait sans valeur aucune.

Dans cette optique, il est difficile de comprendre la discrimination qui s'exerce à l'égard de l'électricité chaque fois qu'il est question de politique énergétique. On a tendance à oublier que:

- à long terme le pétrole ne pourra être remplacé que par le charbon et le nucléaire;
- les habitudes de consommation des usagers appellent des énergies de remplacement aussi faciles d'emploi que le pétrole;
- les rendements des chaînes de conversion énergétique qui vont de l'énergie primaire à l'énergie utile ne présentent pas de différence significative, quels que soient les schémas de substitution envisagés.

Conscientes depuis longtemps que l'énergie électrique ne remplace les énergies classiques que lorsqu'un minimum

Das Wissen darum, dass die Substitution konventioneller Energieträger durch elektrische Energie nur dann möglich ist, wenn möglichst wenig Strom möglichst viel konventionelle Energie ersetzt, hat dazu geführt, dass die Elektrizitätsversorgung schon lange vor der sogenannten Ölkrise bemüht war, alle Verfahren zu fördern, die den allgemeinen Energiebedarf und auch bei bestimmten Elektrizitätsanwendungen den spezifischen Stromeinsatz reduzieren.

Dies zeigt sich ganz besonders im Verkehrssektor. Am Beispiel der Elektrifizierung der Eisenbahnen ist bereits in der Vergangenheit sichtbar geworden, dass durch eine Verlagerung der dezentralen Umsetzung konventioneller Energien hin zur zentralen Stromerzeugung und der dezentralen Anwendung der Edelenergie Strom eine deutliche Verbesserung des energetischen Gesamtnutzungsgrades erreicht werden kann.

Eine sparsame Energieverwendung wird insbesondere auch dadurch gefördert, dass die elektrische Energie besonders gut bedarfsgerecht angewendet werden kann und sich sehr gut regeln lässt. In vielen Fällen ist der Umwandlungswirkungsgrad der Sekundärenergie Strom in Nutzenergie beinahe eins; dadurch wird der von den Kritikern der Elektrizitätsanwendung häufig betonte Nachteil eines aus physikalischen Gründen nur begrenzten Umwandlungswirkungsgrades von Primärenergie in elektrische Energie in Wärmekraftwerken weitgehend aufgehoben.

Da die elektrische Energie eine technisch-physikalisch sehr hochwertige Energie darstellt, kann mit ihrer Hilfe über den Weg der elektrisch betriebenen Wärmepumpe ein Mehrfaches der weniger wertvollen Niedertemperaturwärme nutzbar bereitgestellt werden; auf diese Weise ist es möglich, Nutzenergie in umgerechnet etwa demselben Umfang wie die ursprünglich eingesetzte Primärenergie darzubieten. Damit ist – gegenüber konventionellen Feuerungsanlagen mit Nutzungsgraden von zumeist zwischen 0,5 und 0,8 – eine beträchtliche Primärenergieersparnis in dem energie-wirtschaftlich besonders bedeutsamen Bereich der Gebäudeheizung und Warmwasserbereitung möglich.

Eine weitere Möglichkeit rationeller Energieverwendung bietet die kombinierte Erzeugung von elektrischer Energie und Wärme, d.h. die sogenannte Kraft-Wärme-Kopplung. Ob und in welchem Umfang die Vorteile der Kraft-Wärme-Kopplung genutzt werden können, ist nicht – wie immer wieder fälschlicherweise in den Vordergrund gestellt wird – in erster Linie eine Frage der Wärmebereitstellung, sondern hängt davon ab, ob und inwieweit damit wettbewerbsfähige Wärmepreise für den Wärmeverbraucher erreicht werden können. Dies kann die Fernwärmeversorgung wegen der hohen Transport- und Verteilungskosten ihren Kunden aber nur in den Ballungsgebieten mit genügend hoher Wärmelastdichte bieten.

Ein überstürzter, über das wirtschaftlich Sinnvolle hinausgehender beschleunigter Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung hätte indessen nicht unerhebliche nachteilige Folgewirkungen auf unsere Energieversorgungssysteme. Dies würde infolge der hohen Vorleistungen die Volkswirtschaften unnötig belasten und die Versorgungssysteme in ihrer Anpassungsfähigkeit beeinträchtigen. Neue, erfolgversprechende Varianten der Energieanwendung wären in ihren Verbreitungsmöglichkeiten beschränkt. Gerade der potentiell grösste Einsatzbereich der Kraft-Wärme-Kopp-

el'electricité peut se substituer à un maximum de celles-ci, les entreprises d'électricité s'efforçaient déjà bien avant la crise du pétrole de développer les procédés permettant de diminuer les besoins en énergie de façon générale, et les besoins en électricité de façon spécifique.

Les transports en fournissent un excellent exemple. L'électrification des chemins de fer a montré qu'il était possible d'améliorer très sensiblement le rendement énergétique en plaçant la transformation de la production d'électricité en un point unique tout en conservant le caractère décentralisé de la consommation de l'énergie, valorisée sous forme d'électricité.

L'électricité permet de multiples économies d'énergie car elle est facile à régler, de sorte que la consommation est toujours adaptée aux besoins. Dans nombre de cas, le coefficient de conversion de l'électricité en énergie utile est presque égal à 1; ceci diminue notablement la portée des critiques souvent soulevées à l'égard du faible coefficient de conversion d'énergie primaire en électricité dans les centrales thermiques, qui s'explique par des raisons physiques.

L'électricité étant une énergie fortement valorisée sur le plan technique et physique, elle permet de récupérer en actionnant des pompes à chaleur de grandes quantités de basses calories qui ne présentent guère d'intérêt à la température où elles se trouvent. On parvient de la sorte à récupérer une quantité d'énergie utile à peu près équivalente à l'énergie primaire consommée initialement. Comparée à des installations de chauffage classiques dont les coefficients de conversion sont de l'ordre de 0,5 à 0,8, on obtient une économie considérable d'énergie primaire dans les importants secteurs de consommation que sont le chauffage des locaux et de l'eau.

La production combinée chaleur-force constitue un autre moyen de rationaliser la consommation d'énergie. Cependant, contrairement à ce qui est souvent avancé, les avantages de cette production combinée ne se font sentir que si la chaleur peut être fournie au consommateur à des prix concurrentiels; la fourniture de chaleur en soi ne suffit pas à justifier le système. Ainsi, le chauffage urbain qui entraîne de gros frais de transport et de distribution ne peut être proposé à des prix concurrentiels que dans des zones urbaines où la densité de la charge thermique est forte.

Une extension précipitée, économiquement irrationnelle, de la production combinée chaleur-force aurait des conséquences fâcheuses pour l'ensemble des systèmes d'approvisionnement énergétique. Les équipements à mettre en place grèveraient lourdement nos économies tout en nuisant à la souplesse d'adaptation de la distribution. Elle porterait en outre préjudice à de nouvelles applications de l'énergie qui sont très prometteuses. Le secteur bâtiment et eau chaude qui est le plus directement convoité par la production combinée chaleur-force, est celui qui se prête le mieux à l'utilisation directe et indirecte de l'énergie solaire grâce aux capteurs et aux pompes à chaleur.

En tout état de cause, l'électricité ne suffira pas, à elle seule, à réaliser à moyen terme une transformation profonde des structures de distribution de la chaleur. Cela reste vrai – toujours à moyen terme – même si l'on fait entrer en ligne de compte la chaleur industrielle. Pour réaliser dans les proportions voulues les économies d'énergie et le remplacement du pétrole, il faudra que s'engrènent harmonieu-

lung – der Sektor der Wohnungsbeheizung und Warmwasserbereitung – ist nämlich für die mittelbare und unmittelbare Sonnenenergienutzung über Wärmepumpen und Solaranlagen von besonderer Bedeutung.

Auf der anderen Seite ist jedoch die elektrische Energie trotz ihrer Vorteile in allen Bereichen mittelfristig allein nicht in der Lage, einen grundlegenden Wandel in der Versorgungsstruktur des Wärmemarktes zu bewirken. Das gilt auch dann, wenn – wiederum bei mittelfristiger Betrachtung – die industrielle Prozesswärme in die Überlegungen mit einbezogen wird. Es ist nicht zu übersehen, dass Energieeinsparung und Mineralölsubstitution in dem erforderlichen Umfang nur durch ein sinnvolles Zusammenspiel mehrerer Massnahmen zu erreichen sind. Dazu gehört die Wärmedämmung von Gebäuden ebenso wie die Anwendung von Wärmerückgewinnungseinrichtungen, Solaranlagen und vielen anderen energiesparenden Techniken, die nur alle zusammen genommen zur Lösung der Energieprobleme wirksam beitragen können.

2.3.3. Umweltverträglichkeit der Energieversorgung durch Stromeinsatz

Schutz, Sicherheit und Verbesserung der natürlichen Lebensgrundlagen bilden ein wichtiges politisches Ziel. Die Bedeutung dieses Zieles wird von der Elektrizitätswirtschaft anerkannt. Viele in eigener Initiative ergriffene Umweltschutzmassnahmen in Kraftwerks- und Verteilungsanlagen belegen dies. Aus der Verantwortung für die ebenfalls unverzichtbare, ausreichende, sichere und kostengünstige Elektrizitätsversorgung muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass zwischen den Notwendigkeiten des Umweltschutzes und der Versorgungsaufgaben stets eine auf den konkreten Einzelfall bezogene Güteabwägung erfolgen muss. Es muss das volkswirtschaftliche Optimum der zulässigen Umweltbelastung immer wieder neu gefunden werden, wobei den jeweiligen technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten angemessene Rechnung zu tragen ist. Angemessen heisst einerseits, dass die Anforderungen nicht überzogen werden; sie sind dann nicht überzogen, wenn sowohl den technischen Möglichkeiten der Verminderung oder Reduzierung von Umweltschäden als auch den in Geld gemessenen Mehrkosten des Umweltschutzes Rechnung getragen wird. Angemessen heisst andererseits aber auch, dass ein ständiger Druck auf Verbesserungen der Umwelttechnologie ausgeübt wird.

Heute ist das volkswirtschaftliche Optimum im Energiebereich durch zum Teil überzogene, jedenfalls im geplanten Timing unrealistische Normen überschritten.

Bei allen Umweltproblemen werden wir immer deutlich unterscheiden müssen zwischen Gefährdungspotential und Gefährdung. Dass aus dem durch die Technik entstehenden Gefährdungspotential keine echte Gefährdung wird, liegt heute mehr denn je in der Macht des Menschen. Er besitzt die naturwissenschaftlichen Erkenntnisse, die Fähigkeiten und Möglichkeiten, Gefährdungen wie nie zuvor auszuschalten. Gefährlich scheint allerdings eine sektorale Betrachtungsweise, die jeweils der einen oder anderen Umweltbeeinträchtigung erhöhte Bedeutung beimisst und nicht in der Gesamtschau nach einer Minimierung schädigender Umwelteinflüsse strebt.

sement toute une série de mesures. L'isolation thermique des bâtiments intervient ici au même titre que le recours à des dispositifs de récupération thermique, que les capteurs solaires et que nombre d'autres techniques réductrices des dépenses d'énergie.

2.3.3 Caractère non polluant de l'électricité

Un des objectifs fondamentaux de toute société est de sauvegarder et de développer les assises naturelles de son existence. Les entreprises d'électricité reconnaissent l'importance de cette visée politique; les preuves en sont données par les nombreuses initiatives qu'elles ont prises pour préserver l'environnement tant au niveau des centrales qu'à celui des ouvrages de transport. Cette préoccupation cependant ne leur fait jamais oublier leur obligation irréductible de fournir de façon continue de l'électricité en quantités suffisantes et à bas prix; aussi bien les exigences écologiques sont-elles toujours examinées au regard de l'obligation de fourniture.

Le niveau de pollution admissible doit être déterminé, dans chaque cas d'espèce, au vu de l'optimum économique à atteindre, compte tenu des moyens techniques et financiers qu'il est raisonnable de mettre en œuvre. Raisonnable, signifie ne pas formuler d'exigences exagérées, et ne pas invoquer les moyens techniques dont on dispose pour limiter ou réduire les nuisances sans tenir compte du coût de la protection de l'environnement. Raisonnable, signifie par contre aussi exercer sans relâche des pressions pour que progressent les technologies de protection de l'environnement.

Des revendications exagérées, des échéances irréalistes, nous ont conduit loin de la ligne de partage optimum du point de vue économique entre protection et coûts.

S'agissant de problèmes écologiques, il convient de faire la distinction entre les risques réels et les risques virtuels. Plus que jamais auparavant, il est aujourd'hui dans le pouvoir de l'humanité d'éviter que les risques virtuels que présente toute réalisation technique ne se transforment en risques réels. Les connaissances scientifiques sont là, les aptitudes individuelles, les moyens collectifs, qui permettent d'éliminer à coup sûr tout risque de danger. Il serait par contre dangereux de s'en tenir à une vue partielle des choses, donnant selon les cas la priorité à la lutte contre telle ou telle nuisance, au lieu de chercher à réduire le niveau général de la pollution en adoptant une vue d'ensemble du problème.

Il n'est pas inutile de rappeler ici qu'aucune technologie n'a été développée avec plus de précaution que celle de la mise en œuvre de l'énergie nucléaire. Les contrôles incessants qui s'exercent, tant au stade des études qu'au cours des phases de construction et d'exploitation, garantissent un maximum de sécurité.

Certes, il n'y a pas de technologie dont le développement ne s'accompagne de risque; il n'en reste pas moins, comme l'a constaté un groupe d'experts indépendant dans leur rapport de décembre 1980 sur la «Sécurité nucléaire dans le cadre de la Communauté Européenne» établi à la demande

Es ist in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, dass keine Technologie je mit einer solchen Sorgfalt entwickelt worden ist wie die der Kernenergienutzung. Ständige Kontroll- und Überwachungsmaßnahmen nicht nur in der Planungs- und Bauphase, sondern auch während des Betriebs gewährleisten, dass ein sehr hohes Mass an Sicherheit verwirklicht wird. Sicherlich gibt es keine Technologie, die nicht mit einem gewissen Risiko behaftet ist, der Ersatz der Kernenergie durch andere leicht zugängliche Energien würde jedoch – wie eine unabhängige Sachverständigengruppe in ihrem von der Kommission der Europäischen Gemeinschaft in Auftrag gegebenen Bericht «Nukleare Sicherheit im Rahmen der Europäischen Gemeinschaft» von Dezember 1980 zusammenfassend konstatiert hat – für das Allgemeinwohl und die Sicherheit nicht von Nutzen sein, sondern diese könnten sogar darunter leiden.

2.3.4. Stabilisierung des Energiepreisniveaus

Die energiepolitisch gewünschte Reduzierung der Abhängigkeit vom politisch unsicheren Mineralöl und die Einsparung von Primärenergie lässt sich nur dann erreichen, wenn – soll der Markt auch weiterhin seine Steuerungsfunktion ausüben – die Energiepreise die relative Knappheit der Energieträger widerspiegeln.

Da die Energie nicht generell im gleichen Masse teurer werden soll, sondern nur die Energieträger, die am schnellsten knapp werden, werden steigende Preise zum einen den allgemeinen Energieverbrauch senken und zum anderen die Substitution der knapperen Energieträger durch reichhaltigere herbeiführen. Kurzum: Steigende Energiepreise lösen eine energiesparende Produkt- und Faktorsubstitution aus.

Hierzu kann der Einsatz der Kernenergie wesentlich beitragen:

- Mit Kernenergie kann das Energieangebot flexibel und langfristig gesichert werden: Der knapper werdende Energieträger Öl kann im Anteil an der Energieversorgung zurückgedrängt und gleichzeitig können die Importrisiken unserer Energieversorgung breiter gestreut und damit reduziert werden.
- Durch den Einsatz der Kernenergie wird eine Gegenstrategie glaubwürdig, die die machtbedingte Preispolitik der ölexportierenden Länder beeinflussen könnte.

Die Kernenergie kann also ausgleichend auf das kurz- und mittelfristige Energieangebot wirken. Sie dämpft gleichzeitig aufgrund ihrer besonderen Kostenstruktur – hohe Festkosten und niedrige Energieträgerkosten – den Kostenauftrieb im Energiesektor. Dies wiederum hat Rückwirkungen auf die Entwicklung der Einkommen, Beschäftigung und Preise.

Die Durchsetzung einer solchen Strategie erfordert jedoch eine verstärkte Investitionsbereitschaft sowohl von seiten der Versorgungswirtschaft als auch von seiten der Verbraucher. Die Investitionsbereitschaft wird jedoch gefährdet, wenn der wirtschaftliche Anreiz zum einen nicht ausreichend hoch und zum anderen nicht hinreichend gesichert ist.

Deshalb ist es unbedingt notwendig, dass die Preise stets die tatsächlichen Kosten widerspiegeln, d.h. dass damit die laufenden Betriebskosten und die Abschreibungen für Ersatzinvestitionen gedeckt werden können. Nur auf diese

de la *Commission des Communautés Européennes*, que le remplacement de l'énergie nucléaire par des énergies plus accessibles ne serait pas dans l'intérêt général de la sécurité, mais risquerait au contraire d'y porter atteinte.

2.3.4 Stabilisation des prix de l'énergie

Le désir de diminuer notre dépendance à l'égard des incertitudes pétrolières et de réaliser des économies d'énergie primaire ne se réalisera que si le marché conserve son rôle régulateur, amenant les prix de l'énergie à refléter la relativité de la pénurie des sources d'énergie primaires. La hausse des prix des différentes sources d'énergie ne saurait être uniforme, elle doit frapper essentiellement celles qui s'épuisent les premières de telle sorte qu'on peut escompter de cette augmentation sélective à la fois une baisse générale de la consommation d'énergie et le remplacement des énergies rares par des matières plus abondantes. En un mot: l'accroissement des prix de l'énergie déclenche un processus de substitution tant au niveau des produits qu'au niveau des facteurs et est générateur d'économies d'énergie.

L'énergie nucléaire a un rôle essentiel à jouer à cet égard:

- elle peut assurer de façon souple l'offre d'énergie à long terme; en diminuant la part de pétrole en voie d'épuisement dans notre approvisionnement énergétique, les risques liés aux importations d'énergie se trouveront mieux répartis et, par conséquent, réduits;
- le recours au nucléaire a pour effet de rendre crédible une contre-stratégie susceptible d'influencer la politique des prix de l'*Organisation des Pays Exportateurs de Pétrole* (OPEP) fondée sur des rapports de force.

L'énergie nucléaire peut donc avoir un effet d'équilibre sur l'offre d'énergie à court et à moyen terme. Grâce à sa structure de coûts particulière – coûts fixes élevés et coûts du combustible faibles –, elle modère en même temps la hausse des coûts dans le secteur de l'énergie, ce qui se répercute ensuite sur l'évolution des revenus, de l'emploi et des prix.

Pour qu'une telle stratégie puisse s'affirmer, il est cependant nécessaire que les entreprises d'électricité, mais aussi les consommateurs, soient prêts à consentir un effort d'investissement. Cette propension à investir sera toutefois compromise si l'attrait économique n'est pas suffisamment fort et sûr.

C'est pourquoi il est indispensable que les prix reflètent à chaque moment les coûts réels, de façon à couvrir les coûts explicites et que les dotations aux amortissements couvrent le coût de remplacement, contribuant ainsi avec les autres sources de financement à l'équilibre financier indispensable. Par ailleurs, les ressources énergétiques ne se répartiront de façon rationnelle entre les différents usagers que si ceux-ci peuvent prendre leurs décisions d'investissement avec une certitude raisonnable quant à l'évolution des prix de l'énergie, quant aux choix de la politique énergétique.

Weise – natürlich unter Inanspruchnahme der übrigen möglichen Finanzierungsquellen – können ausgewogene Finanzierungsverhältnisse gewährleistet werden.

Andererseits kann eine möglichst wirksame Allokation der Energieressourcen nur dann erreicht werden, wenn gewährleistet ist, dass auch der Verbraucher sich bei seinen Entscheidungen auf Preisperspektiven stützen kann, die ausreichend vorausschaubar sind und die den energiepolitischen Erfordernissen gerecht werden.

Abzulehnen sind daher alle Bestrebungen, Subventionen, Steuern oder andere staatliche Massnahmen, die – aus welchen Gründen auch immer – zu Preisen führen, die nicht mehr

- eine die Knappheit der Energieträger berücksichtigende Preisdifferenzierung und
- eine sich nach der Kostenverursachung orientierende Preisbildung widerspiegeln.

Dies gilt insbesondere auch für den Elektrizitätssektor. Damit die Versorgungswirtschaft auch in Zukunft ihre Aufgaben erfüllen kann, muss die Strompreisbildung weiterhin kostenorientiert erfolgen.

Dementsprechend sind Strompreise auch zukünftig prinzipiell nach der Kostenverursachung zu kalkulieren mit dem Ziel, dass im Grundsatz jeder Stromkunde über den Strompreis diejenigen Kosten abdeckt, die durch seine Versorgung verursacht werden. Bei der Kostenstruktur der Stromversorgung – der überwiegende Anteil der Kosten ist fest, d.h. von der Höhe der Stromerzeugung unabhängig – erfordert dies ein Preisgefüge, das neben dem Preis für den verbrauchten Strom auch einen Preis für die Bereitstellung der Kraftwerke und des Versorgungsnetzes enthält.

Diese Forderung steht im Einklang mit der Politik der Europäischen Gemeinschaft, die in ihrer Empfehlung vom Sommer 1980 diese Preisstruktur ausdrücklich anerkannt und – soweit sie in einzelnen Mitgliedstaaten noch nicht praktiziert wird – diesen Staaten empfohlen hat.

Ein Anreiz zur Energieverschwendung ist mit dem bestehenden Strompreisniveau nicht verbunden, da jede zusätzlich verbrauchte Kilowattstunde von dem Verbraucher voll bezahlt werden muss.

Die in den letzten Monaten von verschiedener Seite zur Diskussion gestellte Einführung progressiver Tarife steht zu dem Grundsatz der kostenorientierten Preisbildung im Widerspruch und ist daher abzulehnen.

3. Schlussfolgerungen

Rückblickend auf die vergangenen hundert Jahre hat die Elektrizität dank ihrer anwendungsfreundlichen, vielseitigen Handhabung entscheidend zum Aufbau vieler Industriebranchen beigetragen und allen Bevölkerungsschichten zu einem hohen Lebensstandard verholfen.

Auch künftig wird der Elektrizität eine bedeutende Rolle zukommen, insbesondere weil die immer deutlicher werdende Verknappung der Kohlenwasserstoffe die Substitution von Erdöl notwendig macht und Elektrizität hierfür im grossen wie im kleinen gezielt eingesetzt werden kann.

Allerdings muss man wissen, dass die Nichtspeicherbarkeit der elektrischen Energie, verbunden mit der vom Stromversorger nicht beeinflussbaren Nachfrage, die Ge-

Il faut donc récuser toutes les tentatives qui seraient faites au niveau des Etats: subsides, taxes, etc. pour obtenir des prix ne reflétant:

- ni la rareté respective des différentes sources d'énergie;
- ni les rapports coûts-prix.

Cela s'applique notamment au secteur électricité. Les entreprises d'électricité ont besoin, pour continuer à accomplir leur mission, de prix de l'électricité proportionnels aux coûts de sa production et distribution.

Il convient en conséquence de maintenir le principe d'une tarification fondée sur les coûts de production, de telle sorte que chaque usager verse, en principe, le montant correspondant aux frais causés par son alimentation. La structure des coûts de fourniture étant ce qu'elle est – la majeure partie des coûts est constituée par des frais fixes indépendants de la quantité de courant produite – il faut une tarification qui comprenne, outre un montant proportionnel à la consommation, une redevance destinée à couvrir la fraction de la capacité des centrales et du réseau imputable au client.

Il s'agit là d'un impératif conforme aux principes de tarification formellement adoptés par la *Commission des Communautés Européennes* dans sa recommandation de l'été 1980 adressée aux pays membres, pour peu qu'ils n'appliquent pas encore cette structure tarifaire.

Le niveau actuel des tarifs d'électricité n'incite pas au gaspillage étant donné que chaque kWh d'excédent est payé intégralement par l'utilisateur. L'introduction de tarifs progressifs préconisée depuis quelques temps par certains doit être repoussée, car ces tarifs seraient contraires au principe d'une tarification fondée sur les coûts.

3. Conclusions

Au cours des cent dernières années, l'énergie électrique a joué un rôle important dans le développement des industries, en même temps qu'elle a considérablement amélioré les conditions de vie de la population.

Dans l'avenir elle est appelée à jouer encore un rôle essentiel, en particulier par ses substitutions au pétrole pour répondre au problème très grave de l'épuisement progressif des hydrocarbures.

Le développement des usages de l'électricité s'explique par sa polyvalence et sa divisibilité qui lui permettent de répondre aux besoins en énergie les plus importants aussi bien qu'aux plus petits et aux plus localisés.

fahr einer ernsthaften Versorgungsschwierigkeit heraufbeschwören kann. Dieses Risiko ist bei überschaubaren Verhältnissen gering; so war es in der Vergangenheit: Der Verbrauch entwickelte sich mit einer gewissen Regelmässigkeit, und für den Bau von Versorgungsanlagen waren die Bauzeiten mit 3 Jahren für Wärme- und 5 Jahren für Wasserkraftwerke überschaubar.

Wer aber kann bei den heutigen Unsicherheiten den Bedarf für die nächsten 10 und mehr Jahre verlässlich abschätzen? Die wirtschaftliche Entwicklung ist ungewiss, erneute Preissprünge oder Versorgungsengpässe beim Erdöl können zu einem abrupten, nicht kontrollierten Anstieg der Nachfrage nach elektrischer Energie führen. Denn es ist für die Verbraucher nichts naheliegender, als in solchen Fällen anstelle des zu teuren oder sogar fehlenden Öls sich der elektrischen Energie zu bedienen, zumal bis auf wenige Ausnahmefälle auch technisch keine andere Ausweichmöglichkeit besteht.

In einer Zeit, in der die Zeitspannen für zu treffende Entscheidungen an und für sich kürzer werden müssten, sind diese – infolge der durch die zeitraubenden Genehmigungsverfahren bedingten Verdoppelungen der Bauzeiten für neue Anlagen – sogar noch länger geworden. Zwangsläufig ergeben sich damit Risiken für die öffentliche Stromversorgung bis hin zu Stromabschaltungen, deren Konsequenzen wohl bedacht sein müssen.

Seit dem Ende des Zweiten Weltkrieges hat eine enorme Entwicklung stattgefunden: Die Elektrizität ist dabei immer unentbehrlicher geworden. Schon wiederholte Versorgungsunterbrechungen, die aus Mangel an Kraftwerkskapazitäten von nur wenigen Prozenten resultieren, wären äusserst folgeschwer, hiesse es doch, den Bezug elektrischer Energie zu rationieren. Störungen im industriellen Produktionsablauf und eine Ausweitung der Arbeitslosigkeit wären eine unausweichliche Folge. Unser Lebensstil – angefangen vom allgemeinen Wohnkomfort über die Tiefkühlung von Nahrungsmitteln bis hin zum Betrieb lebenserhaltender klinischer Apparaturen, wie Dialyse- und Beatmungsgeräten –, wäre gefährdet.

Abgesehen davon, dass eine Rationierung der elektrischen Energie wohl technisch möglich, in der Praxis aber nicht so einfach durchführbar ist wie die von speicherbaren Gütern, wären mit ihr auch nicht vertretbare Ungerechtigkeiten verbunden. Der Bezug von elektrischer Energie lässt sich eben nicht mit den unterschiedlichen individuellen Erfordernissen gerecht werdenden Anrechtsscheinen reglementieren.

Die entscheidende Frage wird daher sein:

Was müssen wir schon heute tun, um die Versorgung von morgen zu sichern? Wir leisten uns heute, zeitraubend und mitunter allzu theoretisch darüber zu diskutieren, welches Energiesystem den Menschen unserer Gesellschaft mehr und welches weniger adäquat ist. Sicher ein interessantes und anspruchsvolles Problem, aber wir sollten bei allem nicht übersehen, dass nur mit konkretem Handeln die vor uns liegenden Aufgaben zu lösen sind.

Nicht in den sich kumulierenden Unsicherheiten liegt das eigentliche Problem unserer künftigen Energieversorgung, sondern im Verlust unseres Vertrauens in die Fortschritts- und Innovationsfähigkeit unserer Gesellschaft.

Elle a par contre le très sérieux inconvénient de ne pas être stockable, ce qui est un des éléments de la gravité de toute interruption de sa fourniture.

Eviter tout risque de défaillance prolongée du service public était facile au temps où les consommations de développaient à un rythme prévisible et où le temps de construction des installations de production était bien défini: trois ans pour une centrale thermique, cinq ans pour une centrale hydraulique.

Mais qui, dans la situation d'insécurité actuelle, peut prévoir l'évolution de la demande au cours des dix prochaines années et a fortiori au-delà?

L'incertitude du développement économique, les fortes hausses que peut subir le prix du pétrole ainsi que de sérieuses difficultés d'approvisionnement peuvent conduire à une augmentation soudaine et incontrôlée de la demande d'électricité. En effet, sauf dans un petit nombre de cas (cimenteries, métallurgie, chauffage urbain), à l'évidence les consommateurs ne pourront que recourir à l'énergie électrique pour remplacer un pétrole devenu cher ou même manquant; il n'existe d'ailleurs techniquement aucune alternative possible.

A une époque où les décisions devraient être rapidement suivies d'effets, les délais de réalisation des installations électriques se sont au contraire considérablement allongés, essentiellement du fait des procédures de tous ordres. Il en résulte inévitablement des risques de défaillance et même d'interruption du service public dont il est nécessaire de bien peser les conséquences.

Le monde a beaucoup évolué depuis la seconde guerre mondiale et l'électricité est progressivement devenue de plus en plus indispensable. Dans ces conditions, des coupures à répétition de la fourniture d'électricité qui résulteraient d'un déficit de quelques pour-cent en capacité de production auraient de graves conséquences et conduiraient à un rationnement. Certains processus industriels seraient perturbés et il en résulterait une aggravation du chômage.

Notre mode de vie, qu'il s'agisse de l'habitat, de la congélation des aliments ou des assistances à certains malades (dialyses ou respirateurs) en serait gravement affecté.

Bien que le rationnement de l'électricité soit techniquement possible – quoique dans des conditions plus difficiles que celui d'un bien stockable – des injustices graves seraient inévitables, l'électricité ne pouvant s'acquérir avec des tickets adaptés aux besoins individuels.

La question de fond est donc de savoir ce qu'il faut entreprendre aujourd'hui pour garantir la sécurité d'approvisionnement de demain. Il ne suffit pas de discourir, parfois d'ailleurs de façon bien théorique, sur les mérites comparés de tel ou tel système de production quant à sa compatibilité avec les préoccupations de notre société. Le sujet est sans doute intéressant et fort complexe, il ne doit pas nous faire oublier que les tâches qui nous attendent requièrent des actions concrètes.

C'est moins le cumul des incertitudes que la perte de confiance dans la capacité d'innovation et de progrès de notre société qui constitue le problème essentiel de l'approvisionnement futur en énergie; il est donc primordial de ré-

Dieses Vertrauen wiederherzustellen ist die vordringlichste Aufgabe. Es gilt, bewusst zu machen, dass nicht Zukunftspessimismus, sondern der technologische Fortschritt allein uns in die Lage versetzt, die künftige Energieversorgung zu sichern. Denn Energie – und zwar insbesondere elektrische Energie – ist Voraussetzung für wirtschaftlichen Fortschritt, und ohne diesen wird die Welt der Zukunft zwangsläufig noch mehr als heute eine Welt der Not und des Hungers sein.

Es ist nie angenehm, vor schwierigen Situationen warnen zu müssen; sind die Risiken jedoch bekannt und ist die Gefahr gross, ist es unerlässlich, dass jeder seinen Teil der Verantwortung trägt. Noch ist es Zeit, das Notwendige zu tun; dies setzt jedoch voraus, dass die Herausforderung von allen angenommen und von allen angegangen wird.

tablier cette confiance... Il importe de faire comprendre que seul le progrès technologique et non un attentisme craintif nous permettra de garantir la sécurité future de l'approvisionnement en énergie.

L'énergie – et tout particulièrement l'énergie électrique – constitue le fondement de tout progrès économique. Sans progrès, le monde de demain sera plus encore qu'aujourd'hui un monde de faim et de souffrance.

Il n'est jamais agréable de devoir attirer l'attention sur des situations difficiles mais lorsque les risques sont identifiés et les enjeux aussi sérieux, il faut que chacun soit mis à même d'assumer sa part de responsabilité. Il est encore temps de faire le nécessaire. Il importe cependant que le problème soit compris de tous et attaqué de tous les côtés à la fois.

Stellungnahmen der UNPEDE anlässlich des Kongresses in Brüssel

Die Notwendigkeit der Verkürzung der Ausführungszeiten der Kraftwerke

Im Rahmen der anlässlich ihres Kongresses erfolgenden kritischen Betrachtung der Situation der Elektrizitätswirtschaft zeigt sich die Internationale Union der Erzeuger und Verteiler Elektrischer Energie (UNPEDE) besorgt über die nachteiligen Auswirkungen der sich zunehmend verlängernden Zeiträume bis zur Inbetriebnahme der Kernkraftwerke. Es ist ihre Pflicht, die Behörden auf diese wichtige Angelegenheit hinzuweisen.

Die gegenwärtigen Verhältnisse, die weitgehend beseitigt werden könnten, bewirken eine spürbare Erhöhung der Baukosten und damit der Strompreise.

Eine von einer Expertengruppe der UNPEDE durchgeführte Untersuchung für den Zeitraum 1965–1980 hat ergeben, dass der für die Verwirklichung einer Kerneinheit erforderliche Zeitraum – vom Beginn des Baugenehmigungsverfahrens bis zur Inbetriebnahme – die ursprünglich vorgesehene Dauer von 5 bis 7 Jahren durchschnittlich um 1 bis 3 Jahre übersteigt.

Die Untersuchung lässt deutlich erkennen, dass diese Fristen sich während des Untersuchungszeitraums deutlich verlängert haben und dass für die kurz vor der Fertigstellung befindlichen Einheiten die Tendenz zu einer neuerlichen Verlängerung besteht.

Diese Verlängerung äussert sich in erster Linie in stets zunehmenden Verzögerungen bei den Genehmigungs- und Expertiseverfahren sowie in der Erlassung neuer Vorschriften, die darüber hinaus die Baukosten erheblich belasten.

So betragen die Kosten einer einjährigen Verzögerung der Inbetriebnahme einer 1000-MW-Druckwasserreaktoranlage etwa 160 Millionen, ausgedrückt in konstanten Europäischen Währungseinheiten zum Kurs vom 1. Januar 1981.

Prise de position de l'UNPEDE lors du Congrès de Bruxelles

Nécessité de réduire les délais de réalisations des centrales

Au moment où, réunie en Congrès, l'Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie Electrique (UNPEDE) procède à l'examen critique de l'état de l'industrie électrique, elle se doit de se préoccuper des préjudices que causent les allongements de délais de plus en plus importants dans la mise en service des centrales et, notamment, des centrales nucléaires. Elle se doit aussi d'attirer l'attention des Autorités sur cette importante question.

Cette situation qui pourrait être en grande partie évitée, entraîne une augmentation sensible des coûts de construction, donc du prix de l'énergie électrique.

Une enquête faite par un groupe d'experts de l'UNPEDE, portant sur la période de 1965 à 1980, montre que la durée de réalisation d'une unité nucléaire, entre le début des procédures en vue d'obtenir les autorisations nécessaires pour sa construction et sa mise en service, dépasse, en moyenne, de 1 à 3 ans la prévision de 5 à 7 ans faite à l'origine.

L'enquête montre clairement que non seulement ces délais ont notablement augmenté au cours de la période examinée mais que la tendance perçue en ce qui concerne les unités en cours d'achèvement fait craindre un nouvel allongement.

Cet allongement provient surtout de retards toujours plus importants dans les procédures d'autorisation ou d'expertise, mais aussi de l'intervention de prescriptions officielles nouvelles qui, en outre, pèsent lourdement sur les coûts de construction.

Ainsi, le coût d'un retard d'un an à la mise en service d'une centrale PWR de 1000 MW est, exprimé en Unités de Compte Européen constantes en valeur au 1er janvier 1981, d'environ 160 millions.