Energiewirtschaft und Atomkraftwerke

Autor(en): **Siegrist, H.R.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **59 (1967)**

Heft 1

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-920980

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

zehnte später auf 10 Millionen Menschen angewachsen sein wird. Wollen wir durch Untätigkeit oder fehlgerichtete Tätigkeit eine Entwicklung verschulden, wie sie in einem anderen europäischen Land ein grosser Staatsmann bereits vor Jahren auf eine falsche Bodenpolitik zurückgeführt hat, die er «als die Hauptquelle aller physischen und psychischen Entartungserscheinungen, unter denen wir leiden», bezeichnete. Man spricht vom drohenden Chaos, das zufolge einer ungenügenden Planungsarbeit, die sich zudem an allen möglichen rechtlichen Schranken stosse, vor der Türe stehe. Ich fürchte, dieses Chaos ist zum Teil bereits durch die Tür getreten, und wir dürfen – ohne uns der Panikmacherei schuldig zu machen – sagen, dass es fünf Minuten vor zwölf Uhr ist. Wir wissen, dass alle landesplanerische Arbeit in einem dreistufigen Staatswesen wie der Schweiz nur dann Aussicht auf Erfolg hat, wenn sie koordiniert geleistet wird. Unter diesem Gesichtspunkt ist die Schweizerische Vereinigung für Landesplanung wohl jene Organisation, die dank ihrer Zusammensetzung und ihrer bisherigen Arbeit, die ein volles Vierteljahrhundert umschliesst, am ehesten in der Lage ist, in die Lücke zu treten und zusammen mit den Fachleuten der Wissenchaft, dem Institut für Orts-, Regional- und Landesplanung an der ETH, der Hochschule St. Gallen für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften und anderen wissenschaftlichen Institutionen diese Aufgabe der Koordination, aber auch jene einer breitangelegten Aufklärungstätigkeit zu betreuen. Es geht dabei nicht um Prestige- oder Prioritätsansprüche, um Konkurrenzängste, um Ambitionen und ehrgeizige Wünsche von «Apparatschiks» – nur um die Sache geht es, um die Erkenntnis einer klaren und unausweichlichen Notwendigkeit, die rasches und wirksames Handeln in einem Geiste der Freiheitlichkeit und der Verantwortung für das Gesamtwohl von uns fordert. Dass diese Mahnung an uns alle nicht ungehört verhalle, sondern ihre Früchte trage, ist unsere Hoffnung und unsere grosse Sorge.

ENERGIEWIRTSCHAFT UND ATOMKRAFTWERKE

DK 620.9+621.039

Vortrag von Dr. H. R. Siegrist, Direktor des Eidg. Amtes für Energiewirtschaft,
gehalten an der Jahresversammlung des Aargauischen Wasserwirtschafts-Verbandes vom 9. November 1966 in Brugg.

Der frühere Vorsteher des Eidg. Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartementes, Herr Bundesrat Spühler, hat die dauerhaften Hauptziele der schweizerischen Energiewirtschaftspolitik wiederholt wie folgt umschrieben:

1. Möglichst billige Energieversorgung,
2. Möglichst ausreichende und sichere Energieversorgung, welche der Unabhängigkeit des Landes dient,
3. Schutz der Gewässer und der Luft und möglichste Wahrung des Landschaftsbildes.

Diese Zielsetzung ist unwidersprochen geblieben. Betrachten wir nun, wie weit ihr die schweizerische Energiewirtschaft in ihrer heutigen Gestalt und unter Berücksichtigung der sich abzeichnenden Entwicklungstendenzen gerecht wird.

Unmittelbar vor dem Kriege deckte unser Land seinen Rohenergiebedarf zu rund drei Fünfteln mit Kohle; die restlichen zwei Fünftel bestritten die Wasserkraft-Elektrizität, das Brennholz und die flüssigen Brenn- und Treibstoffe zu ungefähr gleichen Teilen. Seit dem Kriege hat sich dieses Bild vollständig gewandelt. Der Gesamtenergieverbrauch hat sich seit 1938 verdreifacht. In einem unvergleichlichen Siegeszug haben die Erdölprodukte bis zum Jahre 1965 zwei Drittel dieses stark gewachsenen Energiebedarfs an sich gezogen. Die Elektrizität konnte ihren Anteil in der Nachkriegszeit vorübergehend auf 23 % steigern (im Jahre 1953); er ist aber seither wieder auf 18 % zurückgefallen. Die Kohle partizipierte im Jahre 1965 noch mit 11 % und das Brennholz noch mit knapp 4 % an der Deckung des Gesamtenergiebedarfs. Der Anteil der einheimischen Energieträger, Wasserkraftelektrizität und Brennholz, hat sich nicht grundlegend verändert; er ist von 1938 bis 1965 von 26 % auf 21 % gefallen. Das Hauptmerkmal der Entwicklung ist vielmehr eine Verlagerung von der Kohle auf das Erdöl. Dieser Trend dürfte auch in Zukunft noch anhalten.

Aber nicht nur die Energiewirtschaft als Ganzes hat seit der Vorkriegszeit einen eigentlichen Strukturwandel durchgemacht, sondern auch innerhalb der einzelnen Energieträger spielen sich gegenwärtig strukturelle Umwandlungsprozesse ab:

Werfen wir zunächst einen Blick auf die flüssigen Brenn- und Treibstoffe. Ihre rapide Verbrauchssteigerung von 0,4 Mio t im Jahre 1938 auf 1 Mio t im Jahre 1950 und 7,5 Mio t im Jahre 1965 lässt nun die Einfuhr von Roherdöl durch Pipelines und dessen Raffinierung im Inland als wirtschaftlich erscheinen. 1963 kam die erste grössere schweizerische Erdölraffinerie in Collombey/Aigle in Betrieb. Sie wird durch eine Rohrleitung von Genua her mit Rohöl versorgt. Da die Raffinerie über keine Absatzorganisation verfügte, konnte sie sich auf dem hartumkämpften schweizerischen Markt nicht durchsetzen. Im Juni dieses Jahres ist sie an eine Gruppe eingesessener Mineralölgesellschaften unter Führung der Esso übergegangen. Es sind weitgehend die gleichen Gesellschaften, welche beabsichtigten, in Mägenwil die sogenannte Mittelland-Raffinerie zu erstellen, und die dann in der Folge wegen der ablehnenden Haltung der aargauischen Behörden einen Standort bei Schötz im Kanton Luzern ins Auge fassten. Auch um Schötz ist es in letzter Zeit aber still geworden, weil die Gesellschaften nun zunächst die Auswirkungen der Uebernahme von Collombey auf ihren Bedarf abwarten wollen. Die Royal Dutch/Shell-Gruppe ist bekanntlich am Projekt der Mittelland-Raffinerie und auch an Collombey nicht beteiligt. Sie hat inzwischen in Cressier zwischen dem Neuenburger- und dem Bielersee eine eigene Raffinerie gebaut, die letzten Frühling den Versuchsbetrieb aufgenommen hat. Ihre Rohölversorgung erfolgt per Pipeline von Marseille her. Beide bestehenden Raffinerien haben eine Durchsatzkapazität von je 2 bis 2,5 Mio t Rohöl pro Jahr und vermögen damit ungefähr die Hälfte unseres gegenwärtigen Bedarfs an flüssigen Brenn- und Treibstoffen zu decken. Der Vollständigkeit halber sei noch die vierte in der Schweiz geplante Raffinerie erwähnt, die bei Sennwald im st. gallischen Rheintal im Anschluss an die Pipeline Genua–Ingolstadt erstehen soll. Auch um dieses Bauvorhaben ist es still geworden, seitdem die Nordostschweizerischen Kraftwerke das Projekt eines thermischen Kraftwerkes bei Rüthi, das mit Schweröl aus dieser Raffinerie hätte betrieben werden sollen, aufs Eis gelegt haben.

Die im Gang befindliche Verlagerung des Mineralölimportes auf Pipelines geht natürlich zulasten der Einfuhr mit

den traditionellen Transportmitteln: Rheinschiffahrt, Eisenbahn und Strassenzisternen. Gegen diesen drohenden Verkehrsverlust möchten sich die Rheinschiffahrtskreise durch die Erstellung einer Fertigproduktenpipeline von Basel durch den Kanton Aargau nach dem Hauptkonsumgebiet Zürich/Winterthur zur Wehr setzen. Ein entsprechendes Konzessionsgesuch ist hängig. Die Mineralölwirtschaft zeigt allerdings für dieses Projekt kein grosses Interesse.

Soviel zu den im Gange befindlichen Wandlungen im Bereich der flüssigen Brenn- und Treibstoffe. Was die festen Brennstoffe, Kohle und Holz anbelangt, so ist ihr Konsumanteil in einem ständigen Rückgang begriffen, was in erster Linie auf preisliche Gründe zurückzuführen ist, in der heutigen Zeit des Arbeitskräftemangels aber durch die bequemere Bedienungsmöglichkeit der Oelheizung noch gefördert wird.

Auch die schweizerische Elektrizitätswirtschaft steht vor einem eigentlichen Strukturwandel. Bis jetzt erzeugten wir 98 bis 99 % der elektrischen Energie aus unseren einheimischen Wasserkräften. Ich brauche in Ihrem Kreise nicht zu wiederholen, dass der Ausbau der Wasserkräfte dem Ende entgegengeht. Der Elektrizitätsverbrauch hat sich in der Schweiz durch Krise, Krieg und Hochkonjunktur hindurch mit erstaunlicher Regelmässigkeit entwikkelt. Vorübergehende Abschwächungen oder Sprünge in der Verbrauchszunahme haben sich jeweils innert weniger Jahre wieder ausgeglichen. Seit ungefähr 1935 betrug die jährliche Zuwachsrate zwischen 5,5 und 6 %, was einer Verdoppelung des Verbrauchs alle 12 bis 13 Jahre entspricht. Im Vergleich zum Ausland ist diese Zuwachsrate eher niedrig. Man rechnet in den Industriestaaten mit einer Verdoppelung alle 10 Jahre, was einer jährlichen Zunahme von 7 % entspricht. Vor dem Krieg stand unser Land im Stromverbrauch pro Kopf der Bevölkerung hinter Norwegen und Kanada an dritter Stelle in der Welt. Seither sind wir aber von den USA und Schweden, die eine raschere Verbrauchszunahme haben, überholt worden, und die hohe Zunahme des Konsums pro Kopf der Bevölkerung hält dort unvermindert an. Ich glaube deshalb nicht, dass die Verminderung der Zuwachsrate, die wir in der Schweiz in den letzten drei Jahren feststellen konnten, von Dauer sein wird oder gar struktureller Natur ist. Es dürfte sich vielmehr um eine vorübergehende konjunkturell bedingte Abschwächung der Zuwachsrate handeln, wie wir sie schon wiederholt erlebt haben. Auch die zehn grössten schweizerischen Elektrizitätsunternehmungen rechnen in ihrem bekannten Bericht vom April 1965 über den Ausbau der schweizerischen Elektrizitätsversorgung mit einer weiteren durchschnittlichen jährlichen Verbrauchszunahme von 5,5 % bis 1970 und hernach noch von 5 % bis 1976, und sie führen hiefür meines Erachtens überzeugende Gründe an.

Während die hydraulische Produktionsmöglichkeit bei mittlerer Wasserführung und genügend gefüllten Speicherbecken bisher auch im Winter ausreichte, um den Bedarf zu decken, ist dies in Zukunft selbst unter Berücksichtigung der im Bau befindlichen Wasserkraftwerke nicht mehr der Fall. Im Sommerhalbjahr dürfte der Verbrauch die hydraulische Produktionsmöglichkeit etwa im Jahre 1973 einholen. Die bestehenden wie die im Bau befindlichen Wasserkraftwerke werden daher auch im Zeitalter der Atomenergie kaum Absatzsorgen haben. Die Speicherwerke mit ihrer hervorragenden Anpassungsfähigkeit der Produktion an den momentanen Bedarf dürften sogar noch aufgewertet werden. Abgesehen von der Erweiterung bestehender Anlagen ist aber mit der Inangriffnahme des Baues neuer Wasserkraftwerke, namentlich neuer Laufkraftwerke, wohl nur noch in besonders günstig gelagerten Fällen zu rechnen, oder wenn damit noch andere Zwecke als die Kraftnutzung erreicht werden können, wie das beispielsweise beim Kraftwerk Bremgarten/Zufikon der Fall ist. Im übrigen wird der weiter zunehmende Strombedarf unbestrittenermassen durch die für die Schweiz gerade zur rechten Zeit konkurrenzfähig gewordene Atomenergie gedeckt werden.

Nach diesem Ueberblick über die im Gange befindliche Entwicklung der schweizerischen Energiewirtschaft stellt sich nun die Frage, wie diese Entwicklung im Lichte der eingangs erwähnten drei Hauptziele unserer Energiewirtschaftspolitik zu beurteilen ist.

Die geschilderte Verlagerung von der Kohle auf die Erdölprodukte ist, wie ausgeführt, in erster Linie preisbedingt und hat damit den an sich erwünschten Uebergang auf einen billigeren Energieträger zur Folge. Sie bedeutet aber zugleich die Substitution einer europäischen, gewissermassen vor unseren Toren greifbaren, durch eine aussereuropäische, grossenteils aus politisch unstabilen Gebieten stammende Energiequelle, was unter der Zielsetzung einer jederzeit genügenden und sicheren Energieversorgung nicht unbedenklich ist. Im Durchschnitt der Kriegsjahre 1940 bis 1945 sind denn auch die Importe von flüssigen Brenn- und Treibstoffen auf 25 % der Vorkriegsmenge zusammengeschrumpft, während die Kohlenimporte im Durchschnitt der Kriegsjahre immerhin nicht unter 50 % der Vorkriegsimporte gesunken sind. Vor diesem Hintergrund ist die wenig freundliche Haltung zu verstehen, die der Bundesrat den vor einigen Jahren in grosser Zahl aufgetauchten Projekten für die Erstellung von Dampfkraftwerken mit Oelfeuerung gegenüber eingenommen hat. Wenn schon zwei Drittel unseres gesamten Energiebedarfs mit Erdölprodukten gedeckt werden, so kann eine verantwortungsbewusste Regierung nicht untätig zusehen, wenn auch noch die Elektrizität, die bisher aus der einheimischen Wasserkraft erzeugt wurde und damit unsere sicherste Energiequelle war, in die Abhängigkeit des Erdöls zu geraten droht.

Natürlich darf aus den Verhältnissen im letzten Krieg nicht ohne weiteres gefolgert werden, dass sich die Lage bei einem neuen internationalen Konflikt wieder gleich oder ähnlich entwickeln würde. Bei der grossen Abhängigkeit unserer Energieversorgung vom Ausland liegt die beste Sicherung nebst der Anlegung von Vorräten, die aber naturgemäss immer nur für eine beschränkte Dauer ausreichen werden, in einer möglichst grossen Vielgestaltigkeit der verwendeten Energieträger, ihrer Bezugsquellen und Zufuhrwege. Da sich der Rückgang der Kohle kaum wird aufhalten lassen, ist zu hoffen, dass in absehbarer Zeit das Erdgas eine bessere Diversifikation unserer Energieversorgung bringen wird. In den USA deckt das Erdgas einen Drittel des gesamten Energiebedarfs, und es wird über Entfernungen transportiert, die länger sind als die Entfernung der Schweiz von den riesigen Erdgaslagerstätten, die rings um Europa herum bestehen. Trotz des grossen Anteils des Erdgases an der amerikanischen Energiebedarfsdeckung nimmt der Elektrizitätsverbrauch dort rascher zu als bei uns, was zeigt, dass das Erdgas nicht in erster Linie eine Konkurrenz für die Elektrizität, sondern für das Erdöl bedeutet. Der prozentuale Anteil der Erdölprodukte an der Deckung des Gesamtenergiebedarfs ist in den USA denn auch bedeutend niedriger als in der Schweiz. Unter diesen Umständen scheint mir das gespannte Verhältnis, das in unserem Land zwischen Gas und Elektrizität besteht, der sach-

lichen Grundlage zu entbehren. Nebenbei sei darauf hingewiesen, dass das Gas grösstenteils zum Kochen und damit während der Zeit der Spitzenbelastung der Elektrizitätswerke zum Einsatz gelangt. Es hilft daher, die kostspieligen Kochspitzen, auf die der ganze Uebertragungs- und Verteilapparat der Elektrizitätswerke ausgerichtet sein muss, zu brechen. Das zeigt sich deutlich bei einem Vergleich der Belastungsdiagramme der Ueberlandwerke, die über eine ausgeprägte Mittagsspitze verfügen, mit denjenigen der Städtewerke, wo die Mittagsspitze vollständig fehlt, weil hier ein Teil der Bevölkerung mit Gas kocht. Demgegenüber wirkt sich die Konkurrenz des Heizöls für die Elektrizitätswerke viel schädlicher aus, weil es durch seinen ganzjährigen Einbruch in die Warmwasserbereitung den Elektrizitätswerken den Absatz der Nachtenergie streitig macht, für die sonst keine ausreichende Verwendung besteht. Mit der Eingliederung der Atomkraftwerke in die Stromproduktion wird das Problem des Absatzes der Nacht- und Wochenendenergie noch viel brennender werden. Meines Erachtens kann ihm neben der Pumpspeicherung nur durch massive tarifarische Zugeständnisse begegnet werden, mit denen aber nicht zugewartet werden sollte.

Auch unter dem Blickwinkel des dritten der genannten Hauptziele unserer Energiewirtschaftspolitik gibt die starke Position der Erdölprodukte zu Bedenken Anlass. Dies zwar weniger vom Standpunkt des Landschaftsschutzes als der Gewässer- und Lufthygiene. Während weder die Kohle noch das Erdgas für die Reinheit des Wassers eine Gefahr bedeuten, ist dies bei den Erdölprodukten sehr ausgeprägt der Fall. Aehnliches gilt für die Reinheit der Atmosphäre, die durch die Verbrennungsprodukte der flüssigen Treib- und Brennstoffe weit stärker gefährdet wird als durch diejenigen der Kohle, durch diejenigen des Erdgases aber überhaupt nicht.

Werden die gleichen Hauptziele der Energiewirtschaftspolitik auf den Elektrizitätssektor angewandt, so lässt sich folgendes sagen. Ich beginne dabei zur Abwechslung mit den Auswirkungen der verschiedenen Kraftwerksarten auf die Landschaft und die Reinheit der Luft und des Wassers.

Sie kennen die stets wachsenden Widerstände, die der Erstellung von Wasserkraftwerken aus Kreisen des Natur- und Heimatschutzes entgegengesetzt werden. Es ist nicht nur das Landschaftsbild, das man in einer technisierten Welt als Erholungsgebiet in seinem natürlichen Zustand erhalten möchte, sondern beanstandet wird auch die Herabminderung des Selbstreinigungsvermögens der Flüsse durch die Stauhaltungen und die Trockenlegung ganzer Wasserläufe im Gebirge. In dieser letzteren Hinsicht ist in der Vergangenheit ohne Zweifel viel gesündigt worden. Ich bin überzeugt, dass gerade die Mitglieder des Wasserwirtschaftsverbandes eine tiefe innere Beziehung zu den Flusslandschaften haben und deshalb nie einem Wasserkraftwerkprojekt mit ungetrübter Freude zustimmen konnten.

Noch erbitterter ist der Widerstand der Bevölkerung aber gegen die Erstellung konventioneller thermischer Kraftwerke, weil man eine schädliche Verunreinigung der Luft durch die Verbrennungsgase befürchtet. Der Widerstand ist hier so stark, dass bisher in der Schweiz nur ein einziges grösseres Dampfkraftwerk erstellt werden konnte, nämlich das Kraftwerk Vouvry im unteren Wallis, das über eine Leistung von 300 MW verfügt und im Winterhalbjahr rund 1,2 Mrd. kWh zu erzeugen vermag. Bedenkt man, dass ein Dampfkraftwerk dieser Grösse pro Minute etwas mehr als eine Tonne Schweröl verbrennt, das je nach Herkunft einen Schwefelgehalt bis 3, ja 5 % haben kann, und dass dieser Schwefel in Form von Schwefeldioxyd mit den Rauchgasen in die Atmosphäre ausgestossen wird, so ist es klar, dass hier ein durchaus ernstzunehmendes Problem vorliegt. Bei der Wahl eines geeigneten, möglichst regelmässige Winde aufweisenden Standortes für das Kraftwerk, der Erstellung eines genügend hohen Kamins und der Verwendung von schwefelarmem oder gar schwefelfreiem (und damit allerdings auch entsprechend teurerem) Oel bei ungünstigen Wetterlagen lassen sich die Probleme der Lufthygiene aber auch bei Oelkraftwerken beherrschen. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, hat man das erwähnte thermische Kraftwerk Vouvry nicht, wie ursprünglich vorgesehen, in der Talsohle bei Aigle neben der Raffinerie aufgestellt, sondern auf einer Anhöhe 500 m über der Talsohle. Aerologische Messungen haben nämlich ergeben, dass die Turbulenz der Luftschichten in dieser Höhe so gross ist, dass mit einer raschen und guten Vermischung der Abgase mit der Atmosphäre gerechnet werden kann. Selbstverständlich ist die Wahl dieses abgelegenen Standortes nicht ohne Einfluss auf die Bau- und Betriebskosten des Kraftwerkes geblieben.

Da Schweröl im kalten Zustand sehr zähflüssig ist, etwa wie Melasse, ist die Gefahr einer Gewässerverschmutzung durch die umfangreichen Oellager der thermischen Kraftwerke dagegen nicht besonders gross. Schwierigere Probleme stellt jedoch das Kühlwasser. Sie sind bei den Atomkraftwerken die gleichen wie bei den konventionellen thermischen Kraftwerken. Bei den Atomkraftwerken ist das Kühlwasser sogar das wichtigste Problem, das sich im Zusammenhang mit dem Umgebungsschutz stellt, denn, wie die umfangreiche Erfahrung im Ausland zeigt, sind die Fragen einer radioaktiven Verunreinigung der Luft und des Wassers durchaus lösbar. Aus physikalischen Gründen ist es nicht möglich, die gesamte im Heizkessel eines thermischen Kraftwerkes oder im Reaktor eines Atomkraftwerkes anfallende Wärme in elektrische Energie umzuwandeln. Ein beträchtlicher Teil (und zwar 60 bis 70 %) ist als Restwärme abzuführen. Dies erfolgt am billigsten durch Kühlung mit Flusswasser. Dabei wird das Wasser entsprechend erwärmt, was eben verschiedene Probleme aufwirft, auf die ich jedoch nicht eintrete, da Herr Vizedirektor Baldinger darüber sprechen wird. Der grosse Kühlwasserbedarf bewirkt, dass die Zahl der möglichen Standorte für thermische und Atomkraftwerke beschränkt ist. Der Aargau mit seinen zahlreichen und relativ grossen Flussläufen nimmt hier allerdings eine privilegierte Stellung ein. Trotzdem ist die Frage aufgeworfen worden, ob er die möglichen Standorte nicht für die Deckung seiner eigenen Energiebedürfnisse, bzw. für die der NOK-Kantone reservieren sollte. Hierzu möchte ich sagen, dass die direkte Kühlung mit Flusswasser nur eine der möglichen Kühlungsarten ist. Eine weitere besteht darin, das Kühlwasser in einem geschlossenen Kreislauf zirkulieren zu lassen, wobei es durch einen Kühlturm strömt, in welchem es die im Kondensator des Kraftwerkes aufgenommene Wärme an die Umgebungsluft abgibt. Im Kühlturm verdunstet ein Teil des Wassers, was wesentlich zur Kühlung beiträgt. Das verdampfte Wasser muss natürlich ersetzt werden, so dass auch diesem Kühlsystem dauernd frisches Wasser zugeführt werden muss. Der Kühlwasserbedarf ist hier aber um mindestens eine Zehnerpotenz geringer als bei direkter Flusswasserkühlung. Bei der Verwendung von Kühltürmen ist es deshalb möglich, thermische und Atomkraftwerke selbst an kleinen Gewässern aufzustellen. Auch die thermische Zentrale Vouvry arbeitet mit Kühltürmen, und im Ausland ist dieses System sehr verbreitet. Natürlich sind die Kosten der Kühlung mit Kühltürmen höher als mit direkter Flusswasserkühlung. Um hierüber klar zu sehen,

hat unser Amt bei einer bedeutenden Ingenieurunternehmung ein Gutachten in Auftrag gegeben, das nicht nur theoretisch, sondern anhand durchgerechneter Beispiele konkrete Angaben über die Kostendifferenz dieser beiden Kühlsysteme liefern soll. Die Beispiele betreffen Atomkraftwerke mit gleichem Standort am Rhein mit 300 und 600 MW Leistung, wobei die Energiegestehungskosten für beide mit Flusswasser- und mit Kühlturmkühlung zu rechnen sind. Das Gutachten ist uns für nächstes Frühjahr in Aussicht gestellt. Wir werden es selbstverständlich den interessierten Behörden und Kraftwerkunternehmungen zur Verfügung halten. Ein gewisser Nachteil der Kühltürme ist, dass sie Nebelschwaden erzeugen, die vom ästhetischen Standpunkt beanstandet werden, im Winter aber auch zu Glatteisbildung auf benachbarten Strassen führen können. Daneben besteht allerdings auch noch die Möglichkeit reiner Luftkühlung, wobei überhaupt kein Wasser benötigt wird. Dieses System dürfte jedoch bei uns aus Kostengründen nicht in Frage kommen.

Dass in den thermischen und in den Atomkraftwerken mehr als die Hälfte der verwendeten Primärenergie an das Kühlwasser oder die Kühlluft abgeführt werden muss, ist natürlich jedem Energiewirtschafter ein Dorn im Auge. Es besteht denn auch die Möglichkeit einer viel sinnvolleren Verwendung der Restwärme, nämlich ihrer Verwendung zu Heizzwecken. Durch die kombinierte Erzeugung von Elektrizität und Wärme zu Heizzwecken kann in den thermischen und Atomkraftwerken ein wesentlich höherer Gesamtwirkungsgrad erreicht und damit die Ausnützung der verwendeten Primärenergie beträchtlich gesteigert werden. Diese Wärme/Kraftkupplung wird schon heute in der Industrie und in Fernheizwerken verschiedentlich angewandt. In Schweden besteht in Agesta ein Versuchsatomkraftwerk, das eine ganze Stadt mit Wärme versorgt. Der Kernenergie öffnen sich hier ungeahnte Perspektiven. Da aber der Transport von Warmwasser über grössere Entfernungen sehr kostspielig ist, kann dieses System erst wirtschaftlich angewandt werden, wenn die Erfahrungen mit den Atomkraftwerken es gestatten, sie in unmittelbarer Nähe oder sogar im Innern der Städte aufzustellen. Der Ersatz des Heizöls und der Kohle durch die Atomenergie für die Raumheizung, die häusliche und industrielle Warmwasserbereitung würde einen enormen Beitrag zur Reinhaltung der Luft in städtischen Siedlungsräumen leisten. Auch würde diese Lösung der sehr erwünschten Diversifizierung unserer Energieversorgung dienen, indem zur Wärmeerzeugung ein weiterer Energieträger zur Verfügung stände.

Das leitet mich über zu einem andern Hauptziel unserer Energiepolitik, nämlich dem der jederzeit genügenden und sicheren Energieversorgung. Unter diesem Gesichtspunkt steht die Wasserkraft an erster Stelle. Nach der Erschöpfung der Wasserkraft gibt es grundsätzlich drei Möglichkeiten zur Beschaffung der zusätzlich benötigten elektrischen Energie:

1. die Stromeinfuhr,
2. die Stromproduktion in konventionell thermischen und
3. in Atomkraftwerken.

Behörden und Elektrizitätsunternehmungen sind sich einig, dass die Stromein- und -ausfuhr für den Ausgleich der Produktionsschwankungen der Wasserkraftwerke, für den Austausch von Schwachlastenergie aus ausländischen thermischen Kraftwerken gegen hochwertige Spitzenenergie aus unseren Speicherwerken, für die gegenseitige Aushilfe bei Betriebsstörungen usw. eine wichtige und unentbehrliche Rolle spielen, dass aber die Deckung unseres normalen Bedarfs bei normalen Produktionsverhältnissen aus Sicherheitsgründen nicht durch Stromimporte erfolgen sollte.

Wie ich schon erwähnt habe, ist der Brennstoffbedarf der konventionellen thermischen Kraftwerke enorm. Auch die Atomkraftwerke werden zwar mit einem ausländischen «Brennstoff» betrieben. Dieser ist aber ein so konzentrierter Energieträger, dass ein Atomkraftwerk mit einer installierten Leistung von beispielsweise 300 MW und einer jährlichen Produktionsmöglichkeit von mehr als 2 Mrd. kWh nur 15 t, das heisst eine einzige Wagenladung pro Jahr benötigt, während ein Oelkraftwerk zur Erzeugung der gleichen Menge Elektrizität eine halbe Million t Oel verbrennen müsste. Abgesehen davon, dass bei Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren eine vollständige Spaltstoffladung zusammen mit der normalerweise bereitgehaltenen Reserveteilladung einen rund dreijährigen Betrieb erlaubt, können weitere Ersatzladungen ohne Schwierigkeiten und auch ohne Gefahr für die Umgebung eingelagert werden. Demgegenüber wäre die Anlegung entsprechender Oelvorräte schon aus finanziellen Gründen gar nicht tragbar. Pro erzeugbare kWh sind Kernbrennstoffe zudem billiger als Heizöl. Vom Standpunkt der Sicherheit unserer Stromversorgung ist unter diesen Umständen den Atomkraftwerken vor den Oelkraftwerken unbedingt der Vorzug zu geben. Es ist auch nicht etwa damit zu rechnen, dass die Atomkraftwerke störungsanfälliger wären als die Oelkraftwerke. Erfahrungsgemäss treten bei den Atomkraftwerken Störungen weit häufiger im konventionellen Teil, das heisst im Dampfkreislauf, bei den Turbinen und Generatoren, als im nuklearen Teil auf.

Nun komme ich zum letzten Gesichtspunkt, das heisst demjenigen der möglichst billigen Stromproduktion. Die billigste Elektrizität liess sich bisher mit den Wasserkräften erzeugen. Der Umstand, dass die günstigsten Gewässerstrecken heute ausgebaut sind, dass sich die Baukosten- und Zinsfussverteuerung auf die kapitalintensiven Wasserkraftwerke stärker auswirkt als auf die thermischen Kraftwerke einschliesslich Atomkraftwerke, und dass diese Werke in den letzten Jahren eine gewaltige technische Entwicklung durchgemacht haben, lässt sie heute unter bestimmten Voraussetzungen billigeren Strom erzeugen als neue Wasserkraftwerke, jedenfalls als neue Laufwerke. Dabei gilt, dass bei kleinen Produktionsanlagen und kurzer jährlicher Benützungsdauer die konventionell thermischen Kraftwerke, bei grossen Anlagen und längerer jährlicher Benützungsdauer die Atomkraftwerke wirtschaftlicher sind. Die Entwicklung geht hier sehr rasch vorwärts, so dass die Betriebsstundenzahl, bei der Kostenparität für die Stromproduktion in Atomkraftwerken und in Oelkraftwerken besteht, von Jahr zu Jahr niedriger wird, womit der Bereich, in dem die Kernkraftwerke günstiger produzieren, immer grösser wird. Noch vor kurzem lag die Parität für Kraftwerke mit einer installierten Leistung von 250 MW und 20jähriger Abschreibungsdauer bei rund 5000 Stunden pro Jahr, heute liegt sie aber bereits wieder tiefer, so dass selbst ein Atomkraftwerk, das nur im Winterhalbjahr eingesetzt wird, billigeren Strom zu produzieren vermag als ein Oelkraftwerk. Damit dürfte die Kontroverse, ob in der Uebergangsphase zum Atomzeitalter noch einige grössere Oelkraftwerke zu erstellen seien, auch von der Kostenseite her in verneinendem Sinne entschieden sein.

Ich glaube, bis hieher lösen meine Ausführungen keinen Widerspruch aus. Nun komme ich aber zu einem neuralgischen Punkt. Bei den Atomkraftwerken ist die Kostendegression mit zunehmender Ausbaugrösse sehr ausgeprägt. Einer der Hauptgründe für diese Erscheinung liegt darin, dass die Kosten der umfangreichen Sicherheitsmassnahmen mit zunehmender Ausbaugrösse nur unbedeutend steigen. Sie verteilen sich daher bei einer grossen Anlage auf wesentlich

mehr kWh als bei einer kleineren Anlage. Wie Ihnen wahrscheinlich bekannt ist, hat der frühere Vorsteher des Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartements eine Expertenkommission eingesetzt, die ihm einen Bericht über den Ausbau der schweizerischen Elektrizitätsversorgung zu erstatten hatte. Der Bericht dieser von Herrn Ständerat Dr. Choisy präsidierten Kommission ist im März 1966 abgeliefert worden. Im nächsten Monat soll er zusammen mit einer begleitenden Stellungnahme des Bundesrates an die Bundesversammlung weitergeleitet und damit auch der Oeffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Aus diesem Bericht geht hervor, dass die Gestehungskosten der elektrischen Energie in einem Kernkraftwerk mit einem Block von 600 MW elektrischer Leistung 20 Prozent niedriger sind als in einem Kraftwerk mit einer Leistung von 300 MW. Bei einer Leistung von 50 MW sind sie dagegen doppelt so hoch wie bei 300 MW. Sofern es uns mit dem Postulat der billigen Energie ernst ist, so bedeutet dies, dass möglichst grosse Kernkraftwerke erstellt werden müssen. Solche Werke sprengen aber die Aufnahmefähigkeit selbst der grössten schweizerischen Elektrizitätsunternehmungen. Kleinere Unternehmungen können schon gar nicht daran denken, eigene Kernkraftwerke zu erstellen. Ein Zusammengehen drängt sich hier gebieterisch auf. Im Zeitalter der Atomenergie genügt es nicht, dass jede Unternehmung für sich eine optimale Lösung sucht, sondern es ist die vom Standpunkt der gesamtschweizerischen Elektrizitätswirtschaft aus optimale Lösung anzustreben. Die Elektrizitätsunternehmungen betreten damit kein Neuland; ein solcher Zusammenschluss zu Partnerwerken hat sich in der Schweiz bei den grossen Speicherwerken im Gebirge schon längst eingelebt und bestens bewährt. Ein solcher Zusammenschluss ist überdies die einzige Lösung, um auch den mittleren und kleineren Werken den Zugang zur Produktion von Atomstrom zu ermöglichen, ohne einfach Käufer von Strom zu werden und damit in die Abhängigkeit einiger grosser Unternehmungen zu geraten.

Nun wird gegen grosse Einheiten allerdings eingewendet, dass sie entsprechend höhere Energieübertragungskosten verursachen, weil die Produktion in einem grösseren Gebiet abgesetzt werden muss als bei kleineren Einheiten, ferner dass die Kosten der Reservehaltung für den Fall von geplanten oder unvorhergesehenen Betriebsunterbrechungen bei einer grössern Einheit grösser seien als bei mehreren kleineren. Eine Rechnung zeigt zwar, dass diese Mehrkosten die Minderkosten, die in grösseren Anlagen erzielt werden können, nicht aufzuzehren vermögen. In den USA befinden sich unter den zahlreichen Atomkraftwerken, die in den letzten zwei Jahren bestellt wurden, nur noch ausnahmsweise Anlagen unter 500 MW. Die grösste in Auftrag gegebene Anlage umfasst 2200 MW mit zwei Reaktoren zu je 1100 MW. Um für das Problem der Reservestellung im europäischen Rahmen eine Lösung zu suchen, hat die OECD, die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung in Paris, eine Kommission eingesetzt, die mit den internationalen Fachverbänden zusammenarbeitet. Ein weiterer Einwand gegen sehr grosse Einheiten geht dahin, dass die Leistung eines einzelnen Kraftwerkblocks 10 % der maximalen Belastungsspitze eines Netzes nicht übersteigen sollte. Diese Spitze beträgt in der Schweiz ca. 4000 MW, und ein Kraftwerk von 600 MW würde also ca. 15 % dieser maximalen Last decken. Bei der europaweiten Integration des Stromverbundsystems kann man sich allerdings fragen, ob das schweizerische Netz für sich allein betrachtet werden müsse.

Wie dem auch sei, alle erwähnten Einwände verlieren an Gewicht, wenn grosse Einheiten gemeinsam mit leistungsfähigen ausländischen Unternehmungen als schweizerisch-ausländische Partnerwerke erstellt werden. Wir haben damit gewissermassen den Fünfer und das Weggli, nämlich die aus der grossen Einheit resultierenden niedrigen Energiegestehungskosten auf der einen Seite, während auf der andern Seite nur die halbe Leistung ins schweizerische Netz abtransportiert werden muss und bei einem Ausfall des Werkes im schweizerischen Netz auch nur die halbe Leistung fehlt, weil ja die andere halbe Leistung dem Ausland zusteht. Wenn es sich auch durchaus vertreten lässt, dass man sich beim ersten in der Schweiz erstellten kommerziellen Atomkraftwerk (es ist bekanntlich dasjenige der NOK in der Beznau) mit einer Leistung von 350 MW begnügt, so sollten für die weitern Werke nun doch fortgeschrittenere Lösungen gesucht werden. Der bekannte französische Energiewirtschafter P. Ailleret führte im vergangenen Jahre in einer Note an die UNIPEDE aus: «Si l'on déterminait l'optimum de taille des groupes dans chaque entreprise séparément, on ferait un gaspillage par rapport à la solution qui est optimum pour l'ensemble.» Und mein verehrter Vorgänger im Amt, Herr Ingenieur Lusser, hat sich bei der Beurteilung von Projekten für neue Hochspannungsleitungen jeweils von der Frage leiten lassen, ob die betreffende Leitung auch erstellt würde, wenn die gesamte schweizerische Elektrizitätsversorgung in e i n e r Hand vereinigt wäre. Ich glaube, auch bei der Planung von Atomkraftwerken sollten wir uns von partikularistischen Ueberlegungen freimachen und in gesamtschweizerischen, ja europäischen Kategorien denken.

Seit der Urzeit ist es das Bestreben der Menschen, sich das Leben durch den Einsatz fremder, will sagen ausserhalb uns selber liegender Energie zu erleichtern. Prometheus brachte nach der griechischen Sage den Menschen das Feuer. Es diente ihnen als Wärmespender und zum Kochen von Mahlzeiten. Bereits im Altertum hielten sich gewisse Völker Sklaven und Haustiere, um sich von ihnen die körperliche Arbeit abnehmen zu lassen. Schon früh hat sich der Mensch die Kraft des Windes und des fallenden Wassers dienstbar gemacht, um Segelschiffe, Windmühlen und Wasserräder zu treiben. Dieses unablässige Bemühen, die eigene Arbeit durch fremde Energie zu ersetzen, hat schliesslich zu revolutionären Erfindungen geführt, denken wir an die Dampfmaschine, den elektrischen Generator und Motor und den Explosionsmotor. Durch die hier nutzbar gemachte fremde Energie wird die menschliche Arbeit eigentümlicherweise nicht nur ersetzt, sondern vervielfacht, ja ins Unermessliche gesteigert. Parallel dazu wächst die Produktivität der Wirtschaft und mit ihr der allgemeine Wohlstand. Nicht jene Völker, die am härtesten arbeiten, verfügen deshalb über den höchsten Lebensstandard, sondern jene, die sich am meisten fremde Energie dienstbar machen. Die Entwicklung ist heute so weit gediehen, dass uns fremde Energie ausser der körperlichen sogar geistige Arbeit abnimmt: im Elektronengehirn, im Computer. Wenn wir auf diesem Wege weiterschreiten und auch in Zukunft an der Spitze der entwickeltsten Länder marschieren wollen, so müssen wir dafür sorgen, dass unserer Wirtschaft Energie immer reichlich und möglichst billig zur Verfügung steht.

Der dauernde Ersatz menschlicher Arbeit durch fremde Energie und die damit einhergehende Produktivitätssteigerung werden allerdings zu einem Punkt führen – er ist noch fern – wo es sinnlos wird, noch mehr Güter zu erzeugen, wo es vielmehr gilt, das Leben schöner und sinnvoller zu gestalten. Hier stehen dem menschlichen Geist, der menschlichen Phantasie und Schöpfungskraft noch gewaltige Aufgaben bevor, die ihnen voraussichtlich keine Maschine und keine fremde Energie abnehmen wird.