Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 64 (1973)

Heft: 20a: Sondernummer des VSE über den UNIPEDE-Kongress in Den Haag

Rubrik: Studienkomitee für Kernenergie

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

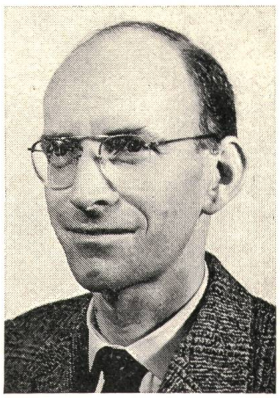
Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

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

Studienkomitee für Kernenergie



Schweizerisches Mitglied
E. Elmiger
Direktor der NOK
Baden

1. Der Einfluss des Kühlwassers auf die Umwelt
(Bericht 10. 1)

Das Studienkomitee für Kernenergie und das Studienkomitee für thermische Produktion haben es als richtig erachtet, das Kühlwasserproblem für klassisch-thermische und für Kernkraftwerke zu untersuchen. Dieses Studium wurde einer Expertengruppe unter dem Vorsitz von Herrn Lindo (Holland) anvertraut.

Der folgende Auszug aus dem Bericht 10.1 enthält die wichtigsten Resultate dieser Studien.

1.1 Einfluss der Temperaturerhöhungen auf die Ökologie der Gewässer

Bei der Untersuchung des Einflusses des erwärmten Kühlwassers auf die Ökologie der Gewässer sind folgende Faktoren zu berücksichtigen:

a) Einfluss der Temperaturerhöhung auf die physikalisch-chemische Charakteristik des Wassers (Viskosität, spezifisches Gewicht und Sauerstoffgehalt).

b) Einfluss der Erwärmung auf die biologischen Prozesse der im Wasser lebenden Mikro-Organismen (Wachstum, Vermehrung, Populationsstruktur).

Eine Verminderung des spezifischen Gewichtes des Wassers hat zur Folge, dass das erwärmte Wasser an die Gewässeroberfläche steigt, was eine einwandfreie Vermischung erschwert. Jede Reduktion der Viskosität erhöht die Tendenz des Wassers, eine Schicht zu bilden. Zudem vermindert sich die Sauerstoffsättigung mit der Erhöhung der Temperatur.

Im allgemeinen weisen die zur Kühlung verwendeten Gewässer infolge der organischen Verschmutzung einen relativ tiefen Sauerstoffgehalt auf. Wenn dieses Wasser durch die Kondensatoren fliesst und sich dabei erwärmt, wird der Sauerstoffgehalt nicht geändert, solange nicht die dem Sättigungsgrad entsprechende höhere Temperatur erreicht wird. Hingegen könnte die Erwärmung eine biologische und biochemische Wirkung mit erhöhtem Sauerstoffverbrauch zur Folge haben, was eine Sauerstoffverminderung bewirken würde.

Infolge der Turbulenz des Kühlwasserauslaufes kann man jedoch oft eine gewisse Erhöhung des Sauerstoffgehaltes feststellen. Dieser Effekt wird durch einen Überlauf im Kühlwasser-Auslaufkanal noch erhöht. Der Prozentsatz einer nötigen künstlichen Luftzufuhr hängt vom Sauerstoffmangel ab. Ein geringer Sauerstoffgehalt, wie er in einem beträchtlich verschmutzten Flusslauf vorkommt, erleichtert eine Belüftung. Die Erfahrung hat gezeigt, dass ein einfacher Überlauf ungefähr 50% des Sauerstoffdefizites des Kühlwassers zu decken vermag.

Es ist möglich, den Sauerstoffverbrauch auf diese Art reichlich zu ersetzen. Die Belüftung kann jedoch keinen Einfluss auf den natürlichen bakteriologischen Oxydationsvorgang ausüben, denn dieser Prozess hängt nur wenig vom Sauerstoffgehalt ab, solange wenigstens 1 bis 2 mg/l im Wasser vorhanden ist. Die Sauerstoffaufnahme des Kühlwassers verbessert jedoch die Qualität des Wassers infolge chemischer Zersetzung der organischen Verschmutzung. Dieser Prozess muss jede Erhöhung des Sauerstoffverbrauches infolge Erwärmung des Wassers kompensieren und die Lebensbedingungen der im Wasser lebenden Tiere, wie den Fischen, erträglicher gestalten. In vielen Fällen ist die Temperaturerhöhung von so kurzer Dauer, dass eine Änderung des Sauerstoffgehaltes durch Diffusion kaum erfolgt.

In *unverschmutzten Flüssen* mit hohem Sauerstoffgehalt verursacht eine *Sauerstoffverminderung nur einen sehr schwachen biologischen Effekt.*

Jede Temperaturerhöhung kann eine direkte Auswirkung auf das Ökosystem haben. Das kann vorwiegend in unverschmutztem Wasser mit reichlichen Mikro-Organismen der Fall sein. An gewissen Stellen wurden Änderungen der biologischen Struktur festgestellt, die auf eine Temperaturerhöhung zurückzuführen sind, es wurde jedoch keinerlei massive Zerstörung der biologischen Organismen konstatiert.

1.1.1 Erfahrungen

Eine Analyse der Erfahrung der «Europe-Occidental» hat gezeigt, dass bis heute, vom ökologischen Standpunkt aus betrachtet, das erwärmte Kühlwasser keine schädlichen Auswirkungen hat. Genaue Untersuchungen von Kühlwasserausläufen thermischer Kraftwerke in kleine Wasserläufe unterstützen diese Schlussfolgerung und zeigen, dass die für grössere Kraftwerke unter ähnlichen Bedingungen vorgesehenen Kühlwasserabgaben ebenfalls unschädlich sein werden. In den Wasserläufen, in denen die Wasserqualität der Abwässer und industriellen Verunreinigungen durch entsprechende Behandlung verbessert wurde und wo dadurch wieder ein reichliches organisches Leben möglich wurde, konnte kein schädlicher Einfluss infolge Temperaturerhöhung festgestellt werden. Der Fall der Themse ist in dieser Hinsicht eine ausgezeichnete Illustration.

In den 50er Jahren war der unter dem Einfluss von Flut und Ebbe stehende Teil der Themse derart verschmutzt, dass jede Spur von Sauerstoff fehlte. Dieser Zustand war der übermässigen Verschmutzung zuzuschreiben, man wusste aber noch nicht viel über die verschiedenen Einflussfaktoren, wie unter anderem über die Temperatur und den Süsswasseranteil.

Man wusste, dass der Fluss bei der Einmündung mit Sauerstoff gesättigt war, und dass die Temperatur an dieser Stelle im Laufe des 20. Jahrhunderts um 3 °C gestiegen war. In offiziellen Laboratorien wurden umfangreiche Untersuchungen unternommen. Eine der Schlussfolgerungen dieser Untersuchungen war, dass der Einfluss der Temperaturerhöhung durch das erwärmte Kühlwasser im allgemeinen vernachlässigbar ist. Durch eine Abwasserreinigung in grossem Rahmen wurde die Wasserqualität derart verbessert, dass heute in der Einmündung genügend Sauerstoff vorhanden ist. Der Fischbestand erhöht sich gegenwärtig in erfreulicher Weise, trotzdem die zugeführte Wärmemenge die gleiche Grössenordnung wie in den 50er Jahren aufweist.

Dass die Erwärmung für die Ökologie unschädlich ist, wurde auch an anderen Orten festgestellt. Im See beim thermischen Kraftwerk Wölfersheim in Westdeutschland, welcher zur Kühlung eines 124-MW-Kraftwerkes dient (zum Teil durch Besprengung) ist die Wasserqualität ausserordentlich gut. Im Sommer erreicht die Kühlwasseraustrittstemperatur 40 °C bei einer Eintrittstemperatur von 33 °C. Trotz diesen hohen Temperaturen wurde keine Verschmutzung durch Algen festgestellt, wie auch keinerlei Vernichtung von Plankton. Karpfen und Regenbogenforellen sind im Überfluss vorhanden und der See ist ein ausgezeichnetes Fischgewässer.

Auch im Becken des Kühlturmes des thermischen Kraftwerkes Borken, welches raschen Temperaturschwankungen mit Spitzen bis 40 °C unterworfen ist, findet man Fische. Biologen untersuchen gegenwärtig dieses Becken.

Auch in Frankreich wurden die Ausflüsse in den Kanal der Kraftwerke Monfereau und Loire-sur-Rhône, wo die jährliche mittlere Temperaturerhöhung 6 bis 7 °C beträgt, mit Wassertemperaturen von 30 bis 31 °C, untersucht und keine nachteiligen Auswirkungen auf den Fischbestand festgestellt.

1.1.2 Untersuchungen der biologischen Folgen durch erwärmtes Kühlwasser

Für die Erforschung der Folgen auf das Ökosystem ist die Kenntnis des Einflusses von hohen «natürlichen» Temperaturen auf die biologischen Systeme erforderlich. Dieses Thema ist sehr komplex, denn es handelt sich nicht nur um die Kenntnis des Einflusses der Erwärmung auf die verschiedenen Organismen wie Bakterien, Plankton, Fische, sondern ebenfalls auf die Auswirkungen auf die Nahrungskette und die davon abhängigen Fortpflanzungsprozesse.

Wie schon gesagt, war es sehr schwierig, charakteristische Auswirkungen auf das Leben im Wasser festzustellen, weder in den Fällen mit ausgeprägter Schichtung von warmem und klarem Wasser, noch bei vollständiger Wasserdurchmischung.

Aus diesem Grunde werden Untersuchungen einerseits in Flüssen und Seen unternommen, um eventuelle Änderungen in der Ökologie festzustellen; anderseits wird in Laboratorien der Temperatureinfluss auf bestimmte Organismen und ausgewählte Mikro-Organismen erforscht, zum Beispiel in den hydrobiologischen Laboratorien der CEGB, der EDF in Montereau, der ENEL in Trino Vercellese und der KEMA in Arnhem.

Bis jetzt hat man der ichthyologischen Erforschung im Laboratorium grosse Aufmerksamkeit geschenkt. Man hat für eine grosse Anzahl von Fischen die letale Temperaturgrenze des Wassers bestimmt und mit der Gewöhnungszeit an eine bestimmte Temperatur verglichen. Diese Untersuchungen wurden in verschiedenen Temperaturbereichen durchgeführt.

In Kühlwasserkreisläufen von thermischen Kraftwerken wurden Untersuchungen über Reproduktionszyklen, das Wanderverhalten und den Allgemeinzustand von vielen Fischarten unternommen. Die Resultate werden nun ausgewertet.

Das Plankton, welches die Grundlage der Nahrungskette bildet, wurde ebenfalls untersucht. Das Phytoplankton kann die Kühlwasserpumpen und Kondensatoren von thermischen Kraftwerken unbeschadet durchqueren, was durch mikroskopische Studien und durch Messungen der Primärproduktion im Auslaufkanal festgestellt werden konnte. Beim Zooplankton sind beim Durchqueren von thermischen Kraftwerken sehr geringe morphologische Schäden festgestellt worden. Meistens wird jedoch nur ein verhältnismässig geringer Teil der totalen Wassermenge für die Kühlung verwendet, wodurch der Einfluss auf die gesamte Menge beschränkt bleibt.

Die möglichen physiologischen Schäden, die sich für das Plankton durch die Temperaturerhöhung ergeben, könnten nur durch langwierige Untersuchungen festgestellt werden, indem das auslaufende Kühlwasser in Becken zurückbehalten würde. Ein entsprechendes Forschungsprogramm wird übrigens durch die KEMA in Holland vorbereitet.

Ein weiteres wichtiges Problem ist der Einfluss der Erwärmung der Wasseroberfläche auf die Fortpflanzung und die Verteilung der Bakterien. Obwohl die thermischen Kraftwerke das Kühlwasser nicht chemisch verschmutzen, muss die Giftigkeit der Chemikalien, die in erwärmten Gewässern enthalten sind, dauernd überprüft werden. (In England und einigen andern Ländern sind schon bedeutende Untersuchungen in diesem Sinne unternommen worden.)

1.1.3 Ausnützung der Abwärme

Gewöhnlich wird die Erwärmung des Kühlwassers als chemische Verschmutzung bezeichnet, obschon keine schädlichen Auswirkungen feststellbar sind.

Infolge der ziemlich tiefen Temperaturen und den enormen Wassermengen bestehen grosse Schwierigkeiten, diese Abwärme auszunützen. Als einzige Lösung bleibt die Abgabe an die Umwelt. Es ist jedoch zu bemerken, dass die Erwärmung der Wasseroberfläche gewisse Vorteile mit sich bringen kann, wie z. B. die Verhinderung einer Eisbildung auf schiffbaren Gewässern, auch wird z. B. die Zersetzung von Phenol erleichtert, welche normalerweise unter 12 °C nicht mehr stattfindet.

Gegenwärtig werden Versuche für Fischzucht in erwärmten Gewässern durchgeführt und an gewissen Orten hat die industrielle Fisch- und Muschelzucht bereits Erfolge zu verzeichnen.

1.2 Kühltürme

1.2.1 Nass-Kühltürme

Wegen des Kühlwassermangels im Landesinnern der meisten Länder, wie durch die vorgesehenen Einschränkungsmassnahmen für die Abgabe von erwärmtem Kühlwasser in die Gewässer, ist man immer mehr gezwungen, Kühltürme vorzusehen, oft sogar an Meeresufern.

Diese Türme müssen den Flüssen nur ungefähr 3% der Wassermenge entnehmen, die für die Kühlwasserumwälzung

benötigt wird. 1% der Gesamtmenge verdunstet im Kühlturm und 2% fliessen dem Fluss wieder zu.

Bei der Verwendung von Kühltürmen wird die Wärme des Kühlwassers direkt an die Luft abgegeben, die restliche Wärmeabgabe an die Gewässer ist vernachlässigbar.

In den Nass-Kühltürmen wird das Wasser durch ein Kanal- oder Rohrsystem gleichmässig verteilt und über Rieselrinnen in sehr feine Tröpfchen zerteilt. Die Wassertropfen fallen durch einen durch die Kaminwirkung erzeugten natürlichen oder durch elektrisch angetriebene Ventilatoren verursachten Luftstrom.

Die Türme haben meist hyperbolische Form, die Ventilatoren können sich unten oder oben befinden. Es gibt auch Nass-Kühltürme, die die Luft im Querstromverfahren horizontal auf die fallenden Tropfen blasen.

Das Central Electricity Generating Board (CEGB) hat einen neuartigen Kühlturm mit forcierter Luftkühlung konstruiert, in welchem der natürliche Luftzug durch 35 an der Turmbasis angeordnete Ventilatoren unterstützt wird. Als Querstromtyp ist das Rieselsystem unten im Turm eingebaut. Ein solcher Turm sollte drei konventionell gebaute Türme ersetzen können und in Zukunft den Raumbedarf vermindern.

In einem Nass-Kühlturm wird die Wärme hauptsächlich durch Verdampfung eines Teils des Umlaufwassers entzogen, der Rest der Wärme wird durch Wärmeübertragung abgeführt. Normalerweise werden zwei Drittel der Wärme durch Verdunstung entzogen und ein Drittel an den Luftstrom abgegeben.

Die den Kühlturm verlassende Luft ist mit Wasserdampf gesättigt, und durch die Vermischung mit der umgebenden Luft bilden sich Dunstschwaden. Ein Kühlturm kühlt normalerweise das Kühlwasser um 7 bis 8 °C. Theoretisch sollte es möglich sein, das Wasser bis auf die Temperatur des feuchten Thermometers abzukühlen, in der Praxis nähert man sich aber diesem Wert nur bis auf ungefähr 5 bis 6 °C.

1.2.2 Trocken-Kühltürme

In einem Trocken-Kühlsystem wird die im Kondensator frei werdende Wärme nur durch Kühlluft entzogen. Es kann sich um ein System handeln, bei dem der Dampf nach dem Turbinenaustritt in einem luftgekühlten Kondensator kondensiert wird, oder um ein indirektes System, bei welchem der Dampf in einem wassergekühlten Kondensator kondensiert wird, und das Umlaufwasser in einem luftgekühlten Wärmeaustauscher abgekühlt wird. Die Wärmedurchgangszahl beträgt für die Kühlung mit Wasser ungefähr 10 kW/m² °C, bei Luftkühlung nur 0,2 kW/m² °C. Die verschiedenen spezifischen Gewichte Wasser/Luft (1:0,0013) und spezifischen Wärmen (1:0,23) bedingen, dass das Trockenkühlsystem eine andere technische Bauweise als das nasse Kühlsystem erfordert. In der Praxis ist die Verwendung von Trocken-Kühltürmen erfahrungsgemäss auf Einheiten von maximal 200 MWe beschränkt, und sie werden fast ausnahmslos in wasserarmen Gegenden verwendet.

1.2.3 Einfluss der Kühltürme auf die Umwelt

Es wurde oft behauptet, die Kühltürme hätten einen nachteiligen Einfluss auf das örtliche Klima. Es muss jedoch ein Unterschied gemacht werden zwischen den hohen hyperbolischen Türmen mit natürlichem Luftzug und den weniger hohen Türmen mit forciertem Luftzug (Fig. 1). Studien haben ergeben, dass die Kühltürme mit natürlichem Luftzug keinen Einfluss auf das örtliche Klima ausüben, auch nicht, wenn sie mit Meerwasser betrieben werden. Die ästhetische Beeinträchtigung der Landschaft bildet den einzigen Nachteil solcher Kühltürme.

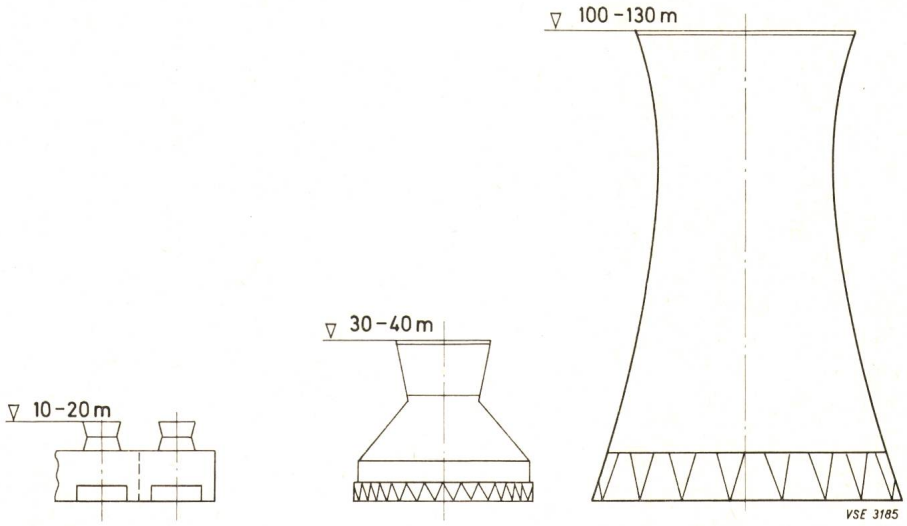
1.2.4 Wahl zwischen Naturzug- und Ventilator-Kühltürmen

Auch wenn die Kühltürme mit forcierter Kühlung einen grösseren Einfluss auf die Umwelt ausüben als solche mit Naturzug (selbstventilierend), so können letztere aus wirtschaftlichen Gründen nicht immer in Betracht gezogen werden. Dies ist hauptsächlich dann der Fall, wenn die Kühltürme nur während einer verhältnismässig kurzen Zeitspanne des Jahres verwendet werden, namentlich im Sommer.

Um den geeigneten Typ auswählen zu können, muss die Betriebsdauer der Türme geschätzt werden. Dies ist durch eine statistische Untersuchung möglich, unter Berücksichtigung der hydrologischen und thermischen Charakteristik eines bestimmten Wasserlaufes.

Bei der Suche nach einer optimalen wirtschaftlichen Lösung müssen die tiefsten Temperaturen der Turbine, die Daten des Kondensators, die Kosten der Kühlwasserkanäle, der Pumpen und der Kühltürme berücksichtigt werden.

Fig. 1
Charakteristische Dimensionen verschiedener Kühlturmtypen



Zellen eines Nasskühlturms mit forciertem Zug 5.10³ m³/h pro Zelle

Nasskühlturm mit forciertem Zug 15–20.10³ m³/h

Nasskühlturm mit natürlichem Zug 40–50.10³ m³/h

Schliesslich hat die Wahl des Kühlsystems einen Einfluss auf den Wirkungsgrad des Kraftwerkes und auf die an das Netz abgegebene Leistung.

Die Wahl zwischen einem Turm mit forciertem oder natürlichem Luftzug wird hauptsächlich von der Betriebsdauer der Türme und den Betriebsbedingungen des Kraftwerkes selber abhängen (Art des Kraftwerkes, Belastungsfaktor usw.). Bei verhältnismässig hohen Betriebsdauern sind Naturzug-Kühltürme im allgemeinen vorteilhafter.

2. Harmonisierung der Sicherheitsbestimmungen für die Kernkraftwerke

(Bericht 10. 02)

Ein weiteres Problem, für welches sich das Studienkomitee für Kernenergie sehr interessiert hat, ist das der internationalen Harmonisierung der Sicherheitsbestimmungen für Kernkraftwerke.

Es handelt sich dabei um ein Problem, dessen Bedeutung mit der verstärkten Anzahl und der höheren Leistung der Kraftwerke zunimmt. Selbst wenn sämtliche Reaktoren der Welt stets zufriedenstellend gearbeitet haben bezüglich der Sicherheit des Personals und der Bevölkerung, sind seit Beginn der Kerntechnik Studien, Forschungsarbeiten und Versuche im Gange, um die Kenntnisse zu vertiefen und das bereits hohe Sicherheitsniveau der Reaktoren zu verbessern. Die ersten, die auf die Notwendigkeit drängen, den Sicherheitsbestimmungen möglichst zu entsprechen, sind natürlich die Erzeuger elektrischer Energie; dies nicht nur aus offensichtlichen ethischen und sozialen Gründen, sondern auch, weil die Möglichkeit eines schweren Unfalls in einer Atomanlage äusserst schädliche Folgen für die Entwicklung der Kernenergie in der Welt nach sich ziehen könnte.

Die Suche nach Möglichkeiten, die ein Maximum an Sicherheitsgarantie bieten können, hat nach und nach in den verschiedenen Ländern zu Unterschieden geführt bezüglich der Bestimmungskriterien der Sicherheit sowie der technischen Vorschriften und der notwendigen Genehmigungsverfahren. Was letzteres betrifft, so hat man in zahlreichen Ländern eine erhebliche Verlängerung, mit manchmal beträchtlichen Auswirkungen – die nicht immer gerechtfertigt waren – auf die Fertigungstermine der Anlagen und auf ihre Kosten festgestellt.

Daher die Zweckmässigkeit einer internationalen Harmonisierung der Sicherheitsbestimmungen, die bei guter Durchführung für alle Betroffenen nur Vorteile bieten kann.

In ihrem Bericht haben die Herren Audy, Castelli und Guck unter Berücksichtigung der Entschlossenheit der Erzeuger elektrischer Energie, weitgehendst und in aller Offenheit an dem Harmonisierungsprozess mitzuwirken, die Vielschichtigkeit des Problems hervorgehoben, das sowohl technische als auch rechtliche, verwaltungsmässige und andere Aspekte enthält.

2.1 Allgemeine Bemerkungen über die Harmonisierung der Sicherheitsbestimmungen bezüglich der Kernkraftwerke

Im Prinzip sind die Vorteile, die sich aus einer echten Harmonisierung der Sicherheitsbestimmungen auf internationaler Ebene ergeben, zahlreich, und einige davon können von sehr grossem Wert sein. So könnte eine internationale Harmonisierung dazu beitragen, die Märkte der Atomindustrie weit zu öffnen und die Schaffung von multinationalen Industrieunternehmen zu begünstigen; diese Vorteile sind von besonderer Wichtigkeit für die europäischen Nationen. Das Verhalten der Öffentlichkeit gegenüber den Kernkraftwerken könnte günstig beeinflusst werden durch die Kenntnis der Tatsache, dass letztere in Übereinstimmung mit den Spezifikationen und Normen, die auf dem gesamten Kontinent oder in der gesamten Welt in Kraft getreten sind, errichtet und betrieben werden. Eine echte internationale Harmonisierung kann ebenfalls zu einer Verringerung der Ausgaben für Forschung auf dem Gebiete der Sicherheit führen oder – bei gleichen Ausgaben – umfangreichere und besser koordinierte Forschungsprogramme ermöglichen. Sie kann auch zu einer Verringerung der Anlagenbaukosten und zu einer besseren Zuverlässigkeit der Anlagen und Anlageteile führen.

Andererseits setzen die Organisationen und der Beginn eines internationalen Harmonisationsprozesses natürlich voraus, dass Bedingungen verschiedener Art – politisch, industriell, technisch und wirtschaftlich – erfüllt sind. Unter Begrenzung auf die technischen Bedingungen könnten folgende Vorbedingungen wesentlich sein:

– ein ausreichend grosser Umfang der betreffenden industriellen Erzeugung;

– die Annahme durch verschiedene Länder von gleichen technischen Kriterien zur Untersuchung der Sicherheits- und Konstruktionsprobleme, die nicht wesentlich voneinander abweichen;

– ausreichend solide Techniken und Technologien.

Wenn man noch davon ausgehen könnte, dass die erste Bedingung erfüllt ist oder in naher Zukunft erfüllt werden wird, so gilt jedoch nicht das gleiche für die anderen Vorbedingungen. Es steht ausser Zweifel, dass der Kernenergiesektor sich immer noch in der Entwicklung befindet, wobei diese Entwicklung auf bestimmten Gebieten eine sehr schnelle ist, auf anderen jedoch weniger schnell vonstatten geht.

Eine weitere Vorbedingung ist möglicherweise die Harmonisierung einer gewissen Anzahl von nationalen Normen, auch wenn es sich um vorläufige Normen handelt, die als Grundlage zur Erstellung einer Norm oder einer internationalen Empfehlung dienen können; diese Bedingung ist beim jetzigen Stand der Dinge häufig nicht erfüllt.

Es ist noch darauf hinzuweisen, selbst wenn dies völlig offensichtlich erscheinen mag, dass eine internationale Harmonisierung der Sicherheitsbestimmungen nur dann von Nutzen ist, wenn sie nicht überstürzt wird und wenn sie ausreichend elastisch ist, um Änderungen und schnelle Anpassungen entsprechend der Entwicklung der Erkenntnisse und der Technologie zu ermöglichen. Wenn das nicht der Fall wäre, könnten die technischen und wirtschaftlichen Nachteile wesentlich grösser als die Vorteile sein.

2.2 Technische Aspekte der Sicherheit von Kernkraftwerken und Harmonsierungsmöglichkeiten

2.2.1 Allgemeine Sicherheitskriterien

Die heutzutage am intensivsten bearbeiteten Kriterien zur Schaffung des Sicherheitskonzeptes für Kernkraftwerke in möglichst konkreter Form können zusammengefasst werden in zwei Hauptuntersuchungsarten des Problems. Die erste, die auf der Methode des Auslegungsunfalls basiert, zeigt die Unfälle auf, die bei der Planung der Anlagen zu berücksichtigen sind; das Projekt muss so ausgelegt sein, dass die Folgen dieser Unfälle in tragbaren Grenzen gehalten werden. Die zweite, die

mit Wahrscheinlichkeitsmethode bezeichnet wird, geht vom Prinzip für ein ganzes System oder für eine Anlage auf der Grundlage eines Vergleichs zwischen den Folgen jedes voraussehbaren Unfalles und der tatsächlichen Eintrittsmöglichkeit eines Unfalles aus (im Klartext: je grösser die Möglichkeit ist, um so weniger sind die Folgen tragbar und umgekehrt).

Das Kriterium des Auslegungsunfalles ist eine Weiterentwicklung der Sicherheitsanalyse, wie sie bei den allerersten Kernkraftwerken angewendet wurde, und obwohl dieses Kriterium noch immer Veränderungen unterworfen ist, bildet es dennoch das klassische Verfahren zur Beurteilung der Sicherheit eines Kernkraftwerkes.

Die Wahrscheinlichkeitsmethode wurde später eingeführt und basiert auf einer Zuverlässigkeitsanalyse. Obwohl es scheint, dass es sich hierbei um eine reifere Technik handelt (für diese Studie braucht man hier nicht die Definition von Referenzunfällen), so ist sie immer noch Diskussionspunkt zwischen den Wissenschaftlern und den Ingenieuren. Einige von ihnen meldeten Vorbehalte an bezüglich des Prinzips der Eintrittshäufigkeit, auf dem die Methode beruht; auf jeden Fall hat die Betriebserfahrung manchmal eine gegenseitige Abhängigkeit zwischen mehreren Ursachen aufgezeigt, die gemeinsam die Störung verursachen. Andere Vorbehalte wurden geäussert bezüglich der noch begrenzten Kenntnisse der Zuverlässigkeit gewisser kerntechnischer Anlagenteile und gewisser Systeme sowie hinsichtlich der Schwierigkeit, die Zuverlässigkeit des Eingreifens des Bedienungspersonals objektiv abzuschätzen. Ebenso müssen die psychologischen und politischen Schwierigkeiten berücksichtigt werden, die sich aus der Festlegung der Grenzwerte ergeben, die bezüglich der Gefahren, denen die Öffentlichkeit ausgesetzt ist, akzeptabel sind.

Bis zur Ausarbeitung der Wahrscheinlichkeitsmethode gibt es in Frankreich eine Zwischenlösung, die darin besteht, die Verfügbarkeit und das Unfallverhalten der verschiedenen Barrieren zu untersuchen, welche die gefährlichen Stoffe von der Aussenwelt fernhalten (Primärkreislauf, Primär-Containment und eventuell ein sekundäres Containment). Immer dann, wenn es möglich ist, wird angestrebt, diese Methode mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsmethode zu überprüfen.

In zahlreichen Ländern geht die derzeitige Tendenz dahin – obwohl sie in den Normen und Bestimmungen nicht extra spezifiziert ist –, diese beiden Methoden als Komplementär-«Philosophie» zu betrachten; die Sicherheitsanalyse basiert im wesentlichen auf der Methode des Auslegungsunfalls, während die Wahrscheinlichkeitsmethode eine Art Ergänzung darstellt. Es bestehen jedoch Unterschiede bei der Bewertung dieser beiden Philosophien, wobei das Vereinigte Königreich zum Beispiel der Wahrscheinlichkeitsmethode eine grössere Bedeutung beimisst als die Vereinigten Staaten.

Aus prinzipiellen Gründen ist eine internationale Harmonisierung der allgemeinen Beurteilungskriterien der Sicherheit eines Kernkraftwerkes wünschenswert. Man darf jedoch nicht vergessen, dass das Problem der Definition der besten Kriterien noch in der Entwicklung begriffen ist; andererseits müssen die jeweiligen Vorteile der beiden Hauptphilosophien allmählich herausgeschält werden, und zwar auf Grund von dauernden und ins einzelne gehenden kritischen Untersuchungen, die von den Sicherheitsexperten durchgeführt werden, und ebenfalls auf Grund der sich vergrössernden Betriebserfahrungen. Es handelt sich hierbei um einen sich allmählich entwikkelnden Prozess, und obwohl er einige Zeit beansprucht, dürfte sich daraus automatisch ein gewisser Harmonisierungsgrad ergeben. Jedes ausserhalb dieser Massnahmen liegende Vorgehen zur beschleunigten Herbeiführung der endgültigen Entwicklung kann sich als verfrüht und unzweckmässig herausstellen, da man im allgemeinen die Lösung technischer Probleme nicht erzwingen sollte.

Die Entwicklung zur allmählichen internationalen Harmonisierung einer Sicherheitsphilosophie kann durch Initiativen unterstützt werden, wie diejenige, die von den Europäischen Gemeinschaften ergriffen wurde, die auf die Mitarbeit von Dienststellen zurückgreift, die damit beauftragt sind, Sicherheitsbestimmungen zum Studium von Einzelfällen auszuarbeiten. Eine solche Zusammenarbeit wurde mit Erfolg auf die Stromversorgungsunternehmen ausgedehnt, welche den Beitrag ihrer Erfahrungen leisten können, die bei der Errichtung und beim Betrieb der Kraftwerke erworben worden sind.

2.2.2 Besonderheiten des Standortes und aussergewöhnliche Naturereignisse

Wie bereits gesagt, erstreckt sich die Untersuchung der Sicherheit auf das Studium von aussergewöhnlichen Vorkommnissen, die ausserhalb des Kraftwerkes liegen und die das Kraftwerk berühren könnten. Die Planung und die Konstruktionsmerkmale eines Kraftwerkes müssen dergestalt sein, dass sichergestellt ist, dass eine natürliche Katastrophe (Erdbeben, Überschwemmung, Tornados usw.) oder jedes andere aussergewöhnliche Vorkommnis zu keinen Störungen oder Schäden an der Anlage führt, die einen Unfall mit untragbaren Folgen nach sich ziehen können.

Die erste Schwierigkeit, auf die man bei der Konzeption stösst, ist die Definition der aussergewöhnlichen Vorkommnisse, die für das betreffende Kraftwerk als möglich unterstellt werden. Es ist hier auf die erhebliche Auswirkung hinzuweisen, welche diese Grundhypothesen auf die Konstruktionsmerkmale und die Kosten des Kraftwerkes haben können. Diese Definition hängt in erster Linie von den örtlichen und regionalen Besonderheiten des für das Kraftwerk gewählten Standortes ab; für bestimmte Vorkommnisse wird das Problem von verschiedenen Ländern auf unterschiedliche Arten angegangen, die schwierig zusammenzufassen sind, und wäre es nur deshalb, weil es auf diesem Gebiete keine nationalen Normen gibt. Hinzu kommt, dass auf bestimmten Gebieten, wie dem der Seismologie, die Kenntnisse und die Berechnungsmethoden noch in der Entwicklung begriffen sind. In den vergangenen Jahren haben sich zahlreiche Länder sehr stark mit der Seismologie beschäftigt; die zahlreichen derzeitigen Forschungsarbeiten zielen darauf ab, eine realistische Definition der Ausgangshypothesen zu erhalten und die Überprüfungsmethoden und die Auslegungsmethoden zu verbessern. Nachdem diese Ziele erreicht sind, dürfte es möglich sein, Projekte durchzuführen, die den örtlichen Gegebenheiten entsprechen, ohne dass die Elektrizitätswerke manchmal während der Errichtung eines Kraftwerkes zusätzlichen Auflagen entsprechen müssen, die in einzelnen Fällen nicht wirklich erforderlich sein mögen.

Im Augenblick befindet sich die Entwicklung der Normen in Europa und sogar in den Vereinigten Staaten, die zweifelsohne Pioniere auf dem Gebiete der kerntechnischen Normung sind, in ihrem Anfangsstadium.

Was die Lage in Europa betrifft, so ergibt sich aus einer Untersuchung der vorläufigen Sicherheitsberichte dreier grosser

Kernkraftwerke, die zurzeit in der Bundesrepublik Deutschland, in Frankreich und in Italien in Bau sind, eine gute Übereinstimmung der seismischen Kriterien (z.B. bezüglich der Klassifizierung der Strukturen, Systeme und Komponenten, und zwar in Kategorien, nach denen diese in unterschiedlichen Abstufungen die Gewähr für ihre Funktionstüchtigkeit und ihre volle Erhaltung im Falle eines Erdbebens behalten müssen; bezüglich der Definition eines hypothetischen Erdbebens maximaler Stärke; bezüglich der Definition eines Referenz-Erdbebens und des Verhaltens der Anlagen unter diesen Umständen).

Die Schaffung von Normen für die Konzeption von Kraftwerken unter dem Gesichtspunkt ihrer Standfestigkeit im Falle von Erdbeben ist von vorrangiger Bedeutung, und in den Vereinigten Staaten sind die seismischen Konzeptions- und Standortuntersuchungskriterien Teil der notwendigsten zehn Normen. Dies geht aus einer Verlautbarung des American Nuclear Standard Institute (ANSI) hervor.

Wenn man schliesslich den dominierenden Einfluss der örtlichen Bedingungen betrachtet sowie die Tatsache, dass gewisse hiermit zusammenhängende Probleme Gegenstand von Studien und Forschungsarbeiten sind, scheint es, dass die Möglichkeit einer internationalen Harmonisierung wenigstens im Augenblick auf allgemeine Kriterien begrenzt zu sein scheint.

2.2.3 Analyse von angenommenen Unfällen

Es braucht hier nicht die Bedeutung der Unfallanalyse zur Beurteilung der Sicherheit von Anlagen unterstrichen zu werden sowie der beträchtliche Einfluss, den die Ergebnisse dieser Untersuchung auf die Konstruktionscharakteristiken und die Kosten der Kernkraftwerke haben können.

Die Untersuchung der Unfälle basiert nicht nur auf Annahmen bezüglich des Verhaltens der Systeme und Einzelteile des Kraftwerkes, sondern auch auf einer Reihe von Berechnungsmethoden, Parametern und Hypothesen bezüglich der Störfallabläufe, die im allgemeinen sehr komplex sind. Diese Faktoren sind im allgemeinen nicht ausreichend bekannt, und in diesem Falle wählt man Sicherheitsmargen (oder Unkenntnisfaktoren), um sicherzugehen, dass die Sicherheitsforderungen in zufriedenstellender Weise erfüllt werden. Natürlich können diese Margen, manchmal sogar in erheblichem Masse, einen Einfluss auf die Gestehungskosten einer Anlage haben.

Die Forschungsprogramme über die Sicherheit der Kraftwerke, die in zahlreichen Ländern seit den Anfängen der Kernenergie durchgeführt werden, führten bereits zu einem besseren Verständnis der betreffenden wissenschaftlichen und technischen Probleme, so dass einige der veralteten Hypothesen allmählich durch Daten und Erkenntnisse ersetzt wurden, die sich aus Forschungsarbeiten und experimentellen Programmen ergaben.

Dieser Prozess wird augenblicklich fortgesetzt, und zwar dank der stets sehr intensiven Forschungsarbeiten und durch die allmähliche Akkumulierung der Betriebserfahrungen in Kernkraftwerken. Letzterer Faktor kann wertvolle Erkenntnisse über den einzuschlagenden Weg für die Forschungsarbeiten ergeben, und er trägt häufig auch dazu bei, den Realismus gewisser Aspekte, die zurzeit untersucht werden, offenzulegen. Z.B. können die Ergebnisse der periodischen Prüfungen von Sicherheitssystemen sehr interessante Erkenntnisse über die Zuverlässigkeit der Systeme und Anlagenteile liefern, vor allem solche, die besonderen Betriebsbedingungen unterworfen sind, wie u.a. der intermittierende Betrieb mit einer grossen Zuverlässigkeit. Hinzu kommt, dass die Analyse der Störungen oder der anormalen Ereignisse, die in den Kraftwerken aufgetreten sind, die Bestimmung der Ursachen und deren eventuelle gegenseitige Abhängigkeit ermöglicht.

Bezüglich der Möglichkeit einer internationalen Harmonisierung scheint es von wesentlicher Bedeutung zu sein, sich zu vergegenwärtigen, dass eine Unfallanalyse nicht nur vom Reaktortyp abhängt, sondern auch von der besonderen Konzeption, die vom Hersteller entwickelt worden ist. So kann ein Unfall, der auf Mängel in der Kühlung zurückzuführen ist, quantitativ eine andere Entwicklung nehmen, je nachdem ob es sich um einen Siedewasserreaktor mit oder ohne externem Speisewasserumlauf handelt.

Deshalb können Beziehungen zwischen den Sicherheitsuntersuchungen und den kommerziellen Aspekten bestehen; andererseits sind die Probleme bezüglich der Sicherheit manchmal so eng mit den Konzeptions- und Betriebsdetails des Kraftwerks und seiner Teile verbunden, dass es sehr schwierig ist, wenigstens in bestimmten Fällen, die Sicherheitsanalyse von den kommerziellen Aspekten vollkommen zu trennen. Zusammengefasst können wir den Schluss ziehen, dass wir bezüglich der Unfallanalyse nicht so sehr eine internationale Harmonisierung erstreben sollten, die sich als sehr komplex und verfrüht erweisen würde, sondern eher eine bessere Koordination und eine stärkere Zusammenarbeit zwischen den Ländern bei der Durchführung der Forschungsprogramme für eine bessere Definition der betreffenden Parameter und Gegebenheiten durch die Unfalluntersuchung, wobei aber kommerzielle Aspekte nicht berücksichtigt werden sollten. Diese stärkere Zusammenarbeit oder Koordination dürfte quantitative Aspekte zeitigen, obwohl eine gewisse Vielfalt der Arbeiten bei den Forschungsprogrammen bezüglich der Sicherheit aus zahlreichen Gründen gerechtfertigt erscheint, wie z.B. die Möglichkeit von Vergleichen und Überprüfungen der Ergebnisse und die Entwicklung neuer Kalkulationstheorien und -methoden.

Es scheint ebenfalls sehr zweckmässig zu sein, systematisch auf internationaler Ebene sämtliche Untersuchungen von Störungen und anormalen Betriebsvorkommnissen zusammenzustellen, die in den verschiedenen Ländern aufgetreten sind, und diese Ergebnisse den Betreffenden zu übermitteln. Die Europäischen Gemeinschaften haben bereits Massnahmen in diesem Sinne ergriffen.

2.2.4 Qualitätskontrolle

Wenn sämtliche Kernkraftwerke der Welt bis zum derzeitigen Zeitpunkt, von der Sicherheit her gesehen, vorzüglich funktioniert haben, so ist dies teilweise auf die grosse Sorgfalt zurückzuführen, mit welcher die Elektrizitätserzeuger sichergestellt haben, dass das Kraftwerk entsprechend den technischen Konzeptionsspezifikationen errichtet worden ist. Wir haben bereits darauf hingewiesen, dass eine Vorbedingung zur Sicherstellung einer methodischen und erfolgreichen Entwicklung der Kernkraftwerke darin besteht, die ausgezeichneten derzeitigen Ergebnisse bezüglich der Sicherheit beizubehalten und eventuell zu verbessern. Dies ist sicherlich einer der Hauptgründe, aus welchem die Elektrizitätserzeuger die Überprüfungs- und Kontrollmassnahmen erweitert haben, und zwar sowohl vom Standpunkt ihres Anwendungsgebietes als auch von dem der Gründlichkeit, wobei sie neue Methoden angewandt haben wie z.B. die Qualitätsüberwachungsstellen, die ihren Ursprung in der Raumfahrttechnik haben.

Die Sicherstellung der Qualität ist im wesentlichen eine Überprüfung, die während der Konzeption und der Errichtung eines Kraftwerkes durchgeführt wird, und zwar um sicherzustellen, dass sie nach ihrer Errichtung den Sicherheitsvorschriften, insgesamt und im einzelnen gesehen, entspricht. Die Sicherstellung der Qualität bezieht sich im wesentlichen auf die wichtigsten einzelnen Anlagenteile und industriellen Anlagen, und es werden hier in einem allgemeinen Programm gleichzeitig die üblichen Kontrollen und Inspektionen sowie die anderen Überprüfungen koordiniert, auf Grund derer man eine grössere Garantie erhält, dass die Anlagenteile den Vorschriften nicht nur bei ihrer Herstellung, sondern auch aus ihrer Auslegung heraus entsprechen. Eine typische Neuerung, die auf die Sicherstellung der Qualität zurückgeht, besteht für die Anlagen oder besonders wichtigen Anlagenteile in der Einführung der Überprüfung auf Übereinstimmung von Entwurf und Ausführung, was auf unabhängigen Untersuchungsmethoden sowie auf der herkömmlichen Prüfweise und der systematischen und koordinierten Erfassung der Auslegungsberechnungen, Versuchsergebnissen und Prüfkontrollen beruht, wodurch es möglich ist, Schritt für Schritt die Entstehungsgeschichte von der Einzelfertigung bis zur Endmontage der hauptsächlichen Anlagenteile zu verfolgen. Deshalb kann man sich auf Grund der Qualitätskontrolle vergewissern, dass die Anlagenteile und die Anlagen den Vorschriften nicht nur vom Standpunkt der Herstellung, sondern auch von dem der Konstruktion entsprechen, und ausserdem trägt sie dazu bei, direkt und in erheblichem Masse die Sicherheit der Anlagen zu verbessern.

Die Qualitätskontrolle findet in grossem Umfange Anwendung in den Vereinigten Staaten und breitet sich allmählich auf die anderen Länder aus, und zwar vornehmlich dort, wo man im wesentlichen Leichtwasserreaktoren baut. Auf Grund der wichtigen Funktion, welche die Sicherstellung der Qualität auf dem Gebiete der Sicherheit ausübt, bietet sich die Notwendigkeit, dass alle Parteien untersuchen, wie gross das eventuelle Interesse an einem internationalen Harmonisierungsprogramm der Methoden und der Verfahren auf diesem Gebiete sein kann; dies muss sehr sorgfältig durchgeführt werden, wobei die offensichtlichen positiven Aspekte und die eventuellen negativen Aspekte miteinander verglichen werden, wie z. B. die Gefahr, ohne tatsächlich ersichtlichen Grund gemeinsame Programme zu entwickeln, die sich letzten Endes als schwerfälliger herausstellen als jene, die von jedem der Länder durchgeführt werden oder die sogar die Gefahr in sich bergen, die laufende Entwicklung zu behindern.

2.3 Kernenergiegesetzgebung

Die Gesetzgebung auf dem Gebiete der Kernenergie und der Kernkraftwerke weist zahlreiche gemeinsame Aspekte auf, jedoch ebenfalls auch mehrere unterschiedliche Aspekte, je nach den verschiedenen Ländern. Der Grund für die Verschiedenheiten ist in den unterschiedlichen Traditionen der Verwaltung und des Rechtswesens zu sehen sowie in der Tatsache, dass die verschiedenen Länder nicht den gleichen Stand bei der Entwicklung der Kernenergie erreicht haben. Die Grundprinzipien der Kernenergiegesetzgebung sind jedoch im allgemeinen die gleichen oder sie sind sehr ähnlich; als Beispiele können wir darauf hinweisen, mit welcher Aufmerksamkeit und mit welchem Nachdruck in sämtlichen Gesetzgebungen die Verhütung von Unfällen behandelt wird, sowie auf die Tatsache, dass die Errichtung und der Betrieb einer behördlichen Genehmigung unterliegen usw. Hinzu kommt, dass für einige der wichtigsten Aspekte, wie die Haftpflicht gegenüber Dritten, der Schutz des Personals und der Bevölkerung gegen die ionisierenden Strahlungen, zahlreiche Gesetzgebungen bereits gut harmonisiert sind. Ebenfalls ist von Bedeutung, dass jede nationale Gesetzgebung ziemlich allgemein gehaltene Bestimmungen und Vorschriften erlässt, um nicht in wissenschaftlichen und technischen Fragen und in jene Harmonisierungsprobleme einzugreifen, die Gegenstand des Abschnittes 2.2 sind.

In gewissen Ländern erteilt man eine Genehmigung zur Errichtung eines Kraftwerkes und in anderen Ländern wird diese Genehmigung getrennt erteilt für die Errichtung und den Betrieb eines Kraftwerkes. Die Baugenehmigungen weisen zahlreiche gemeinsame Auflagen vor. Sie verlangen eine technische Untersuchung durch Regierungsstellen oder von anderen Stellen, die dazu von der Regierung ermächtigt sind. Hinzu kommt, dass die Erteilung einer Genehmigung im allgemeinen zusammen mit technischen Vorschriften zu Lasten des Eigentümers des Kraftwerkes erfolgt, deren Einhaltung von technischen Kontrollorganen des Staates oder von Organen überwacht wird, die vom Staat dazu ermächtigt oder anerkannt worden sind. Der Sicherheitsbericht ist im allgemeinen das Hauptreferenzdokument für die Erteilung der Genehmigungen und für die Überprüfungen durch die Kontrollbeamten. In den meisten Ländern wird dieser Sicherheitsbericht in zwei Teilen aufgestellt, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten erfolgen: diese beiden Teile bestehen aus einem Vorbericht, der für die Erteilung der Baugenehmigung des Kraftwerks erforderlich ist, und aus einem endgültigen Bericht, der vor Inbetriebnahme des Kraftwerkes zu unterbreiten ist.

Dagegen gibt es zahlreiche Unterschiede bei den Beantragungsverfahren und bei der Art, nach welcher die Erteilung dieser Genehmigungen geregelt ist. In Italien z. B. sind die wesentlichen Abschnitte des offiziellen Verfahrens vom Gesetz festgelegt; die Erteilung einer Baugenehmigung verlangt somit eine technische Untersuchung des italienischen Ausschusses für Kernenergie (CNEN), die bezüglich des vorläufigen Sicherheitsberichtes durchgeführt wird. Der CNEN unterbreitet dann seine Ergebnisse in Form eines Berichtes an sämtliche betreffenden Ministerien, und zum Schluss erlässt eine ad-hoc-Kommission für nukleare Sicherheit und öffentlichen Gesundheitsschutz ein endgültiges technisches Urteil und kann zusätzliche Auflagen vorschreiben, denen bei der Errichtung des Kraftwerkes entsprochen werden muss. Im allgemeinen werden die Genehmigungen durch ministeriellen Erlass mit Gesetzeskraft erteilt.

In diesem Punkte geht die französische Verwaltung allgemeiner vor, und das Genehmigungsverfahren wird von den staatlichen Dienststellen durchgeführt, die ebenfalls verantwortlich sind für die technische Untersuchung. Die Genehmigung wird jedoch, ebenso wie in Italien, durch ministeriellen Erlass erteilt.

In den Vereinigten Staaten gehören die Vorbereitung, die Veröffentlichung der Bestimmungen und die Verantwortung bezüglich der Erteilung der Genehmigungen im wesentlichen zum Funktionsbereich der Atomenergiekommission (USAEC). Unter anderem verlangt das zum Gesetz erhobene Verfahren die Veröffentlichung der vorgeschlagenen Bestimmungen im Bundesanzeiger und alle dazu berechtigten Parteien können ihre Bemerkungen abgeben, bevor sie erlassen werden. Es gibt ebenfalls Bestimmungen bezüglich der öffentlichen Hearings;

dies ist einer der zahlreichen Aspekte, wodurch es zu einer Differenzierung der Genehmigungsverfahren kommt. Diese Hearings, die sehr wichtig sein können und in den verschiedenen Stadien des Genehmigungsverfahrens in den Vereinigten Staaten abgehalten werden, gibt es in den anderen Ländern nicht, oder sie werden anders durchgeführt, wie im Falle der Ortsbesichtigung und der Untersuchung, die vor Abgabe der Erklärung der öffentlichen Nützlichkeit erfolgt und in der französischen Gesetzgebung vorgesehen ist.

Auch die Gewaltenteilung bei der Zentralverwaltung, der regionalen Organe und der örtlichen Behörden, die von Land zu Land unterschiedlich ist, kann zu grossen Unterschieden im Verfahren und im Inhalt führen; in Italien z.B. sind es die kommunalen Behörden, die die Genehmigungen zur Errichtung aller Gebäude erteilen (demzufolge auch für ein Kraftwerk), und diese Genehmigung ist eine sine qua non-Vorbedingung zur Errichtung jeder Baulichkeit; dies ist in den anderen Ländern nicht der Fall.

Auf Grund der Vielschichtigkeit des Gegenstandes und aus Platzmangel ist es nicht möglich, eine genaue Untersuchung der Vorschriften und Verfahren durchzuführen; es ist zweckmässiger, hier einige Kommentare zu machen, die zum Studium der Möglichkeit und der Bedeutung einer internationalen Harmonisierung der Gesetzgebung und der Verfahren auf dem Kernenergiesektor von Nutzen sein können.

Zunächst muss man sich der Tatsache bewusst sein, dass die besonderen Bedingungen eines Standortes und die örtlichen Faktoren eine bedeutende Rolle bei der Entwicklung der Sicherheit von Kernenergieanlagen spielen können; unter diesem Gesichtspunkt scheint der nationale Rahmen durchaus adäquat zu sein, und zwar einmal für die Untersuchung und eine genaue technische Kontrolle und zum anderen zur Sicherstellung der Interessen des Volkes. Dies schliesst natürlich in gewissen Fällen die Notwendigkeit nicht aus, bilaterale oder multilaterale Abkommen zwischen den betreffenden Ländern zur Lösung gewisser Probleme herbeizuführen. Ein Beispiel hierfür bieten die in Bau befindlichen oder bereits errichteten Kernkraftwerke am Rhein, in der Schweiz, in Frankreich, in der Bundesrepublik Deutschland oder in den Niederlanden, die zu Problemen führen, die über den Rahmen der nationalen Souveränität hinausgehen.

Andererseits haben die Elektrizitätswerke, die Eigentümer der Kernkraftwerke sind und als juristische Person dem Gesetz unterliegen und den Verwaltungsverfahren bezüglich der Kernkraftwerke entsprechen müssen, entweder eine regionale oder nationale Bedeutung und unterliegen deshalb nur der Gesetzgebung ihres Landes.

Die Gesetze bezüglich der Kernenergie sind häufig beeinflusst von den juristischen Traditionen eines jeden der betreffenden Länder; die Verwaltungsverfahren und die Art der Genehmigungserteilung hängen von der Struktur der Verwaltungen des Staates und derjenigen der örtlichen Verwaltungen sowie von zahlreichen anderen Eigentümlichkeiten eines jeden Landes ab, wie z.B. die Gewaltenteilung zwischen den zentralen und lokalen Behörden; deshalb ist es wahrscheinlich, dass eine internationale Harmonisierung der Gesetze und Verfahren bezüglich des Kernenergiesektors viel grössere Schwierigkeiten bieten würde als diejenigen, die man für den technischen Bereich erwartet. Es darf jedoch hier ebenfalls nicht ausser acht gelassen werden, dass die gesetzlichen Bestimmungen bezüglich der Kernenergie gewöhnlich sehr allgemein gehalten sind, und das, was vorhin gesagt worden ist, darf sich nicht zum Hindernis für eine internationale Harmonisierung der Normen und technischen Kriterien auswirken.

Es ist ebenfalls wahrscheinlich, dass die Rationalisierung oder die Vereinfachung der gesetzlichen Bestimmungen und Verfahren – die in einem gegebenen Land notwendig werden können – ebenfalls leichter durchführbar sind durch ein Vorgehen unter nationaler Ägide als durch eine gesetzliche Harmonisierung unter internationaler Ägide.

Die Schlussfolgerung scheint vernünftig, dass eine Harmonisierung der Gesetze und Verfahren auf dem Kernenergiesektor, trotz der Tatsache, dass sie unter zahlreichen Aspekten wünschenswert ist, nicht als absolut erforderlich erscheint zur Sicherstellung eines einheitlichen Sicherheitsgrades der Kernkraftwerke in den verschiedenen Ländern. Möglicherweise wird diese Zielsetzung besser und direkter erreicht durch eine allmähliche Harmonisierung der technischen Normen und Kriterien.

3. Re-Cycling des Plutoniums
(Bericht 10.03)

Am Kongress von Cannes haben die Herren Castelli (Italien) und Tweedy (Grossbritannien) einen Bericht vorgelegt über die Betriebsprobleme, die sich durch das Re-Cycling des Plutoniums in thermischen Reaktoren ergeben. Die gleichen Autoren legten in Den Haag einen Bericht vor über die Entwicklung, die beim Re-Cycling des Plutoniums festgestellt worden ist.

Im Verlaufe der drei Jahre, die seit dem Kongress in Cannes verflossen sind, haben sich die in der Welt erworbenen Erfahrungen bezüglich der Umwälzung des Plutoniums beträchtlich vergrössert und sind durchaus positiv zu bewerten. Vom technischen Standpunkt betrachtet kann man bereits jetzt feststellen, dass das Problem des Plutonium-Recycling in den thermischen Reaktoren gelöst ist.

Was den wirtschaftlichen Aspekt betrifft, hängt die Wahl zwischen der Neueinführung des Plutoniums oder seiner Aufbewahrung im Hinblick auf eine spätere Verwendung in den Schnellen Brütern bekanntlich von zahlreichen Faktoren ab und vor allem vom Zeitpunkt des kommerziellen Einsatzes der Schnellen Brüter und von den Fabrikationskosten der Plutonium enthaltenden Brennelemente.

Schätzungen führen uns zu der Schlussfolgerung, dass, wenn man diesen beiden Veränderlichen die allgemein von der Mehrheit der Fachwelt anerkannten Werte zuordnet, man heute davon ausgehen kann, dass dieses Re-Cycling des Plutoniums in den Leichtwasserreaktoren wirtschaftlich gerechtfertigt ist.

In Italien geht man für den Reaktor von Garigliano und in den Vereinigten Staaten für den Reaktor von Big Rock Point davon aus, dass die nächsten Neubeschickungen ausschliesslich aus Plutonium enthaltenden Elementen bestehen werden.

4. Brennstoffbewirtschaftung
(Bericht 10.04)

Ein weiteres Problem, dem sich das Komitee zugewandt hat, ist dasjenige der Methoden, die von den Stromproduzenten für die Brennstoffbewirtschaftung angewandt werden.

Diese Studie findet ihre Berechtigung in der derzeitigen Tendenz der Produzenten, eine immer grössere und immer direk-

tere Rolle zu spielen bei der Suche nach Lösungen zu den Brennstoffbewirtschaftungsproblemen und bei der Schaffung einer engeren Zusammenarbeit unter den Erzeugern durch den Austausch von Erfahrungen und Informationen. Im Oktober 1971 wurde eine diesbezügliche Umfrage mit Hilfe eines Fragebogens gestartet.

Die Ergebnisse dieser Umfrage, auf welche nahezu alle Länder der UNIPEDE geantwortet haben, sind im Bericht 10.04 illustriert und kommentiert. Er trägt den Titel: Methoden der Brennstoffbewirtschaftung.

5. Versicherung des nuklearen Risikos

(Bericht 10.05)

5.1 Versicherungsbedingungen in Europa

Auf dem Kongress in Cannes ist auf die Studien der Versicherungsbedingungen hingewiesen worden, welche die Arbeitsgruppe Versicherung des Atomrisikos durchgeführt hatte und die zum Gegenstand hatten, einen Vergleich zwischen den Versicherungspolicen vorzunehmen, die die europäischen Betreiber von Kernkraftwerken gegen die Gefahren der Haftpflicht und gegen Schäden an den Anlagen absichern.

Diese Studien sind fortgesetzt worden, nachdem sie neuen Kriterien angepasst worden sind. Die rasche Entwicklung auf dem Kernkraftwerkbausektor machte es erforderlich, die Erkenntnisse laufend auf den neuesten Stand zu bringen und manchmal auch die Probleme neu anzupassen, die die Grundlage für die Erhebung darstellten. Auf Grund dieser Erhebung wurden Unterschiede zwischen den verschiedenen nationalen Gesetzgebungen auf dem kernenergiewirtschaftlichen Sektor und der Konvention von Paris festgestellt; gleichzeitig berücksichtigte sie die geographische Lage und die Umweltbedingungen der Kernkraftwerke, die Verschiedenartigkeit der Reaktortypen, die elektrischen und thermischen Leistungen, die Zahl der Reaktoren pro Anlage und die Baukosten ausschliesslich der Brennstoffkosten.

5.2 Revision der Konvention von Paris

Nachdem die Arbeiten bezüglich der Revision der Konvention von Paris begonnen worden sind, müssen die Vertreter der Arbeitsgruppe bei den Sitzungen der Agentur für die Atomenergie der OECD die Wünsche berücksichtigen, die von der Mehrzahl der Mitglieder der Gruppe geäussert worden sind. Im allgemeinen wird davon ausgegangen, dass die Haftpflicht der Lieferer von Anlagenteilen, der Baufirmen und der Dienstleistungsbetriebe in gewissen Fällen, wo sie erforderlich sein könnte, begründet werden soll. Dabei sind die nachstehenden Fragen untersucht worden:

a) Liste der erfolgten, der zu erfolgenden oder noch in der Schwebe befindlichen Ratifizierungen; es wurde festgestellt, dass die meisten Delegationen die Konvention von Paris und Brüssel ratifizieren würden, dass dagegen einstimmig der Wille zum Ausdruck kam, die Konvention von Wien nicht zu ratifizieren;

b) Probleme der Inspektionen der kernkraftbetriebenen Schiffe;

c) Revision der Konvention von Paris, die, wie festgestellt wurde, nicht vor Ende 1973 oder Anfang 1974 in Kraft treten könnte.

5.3 Zivilrechtliche Haftung auf dem Gebiete des Seetransports von nuklearen Stoffen

Delegierte der UNIPEDE haben die Gelegenheit gehabt, als Beobachter an der internationalen Diplomatenkonferenz teilzunehmen, die Anfang Dezember 1971 in Brüssel stattfand und nach der eine neue internationale Konvention bezüglich der zivilrechtlichen Haftung auf dem Gebiete des Seetransportes von nuklearem Material von neun Ländern unterzeichnet wurde (Belgien, Bundesrepublik Deutschland, Brasilien, Frankreich, Italien, Jugoslawien, Portugal, Schweden und Vereinigtes Königreich; Finnland und Norwegen haben später unterzeichnet).

Jedesmal, wenn es sich um den Transport von nuklearem Material handelt, stellt die neue Konvention die Eigentümer der Schiffe von finanziellen Verpflichtungen frei, die ihnen nach dem Seerecht im Falle von Atomschäden auferlegt werden, für welche der Betreiber eines Kernkraftwerkes verantwortlich ist, und zwar entsprechend den Konventionen von Paris oder Wien über die zivilrechtliche Haftung auf dem Gebiete der Kernenergie.

Damit dürfte im Prinzip ein Hindernis beseitigt sein, das bisher ein erhebliches Hindernis für den Seetransport dieser Stoffe darstellte.

Die neue Konvention, die zum Zwecke ihres Inkrafttretens von fünf Unterzeichnern ratifiziert werden muss, weist sicherlich zahlreiche Vorteile auf, lässt aber auf der anderen Seite eine Reihe von Problemen und Ungereimtheiten bestehen, die ihren Ursprung in den vorerwähnten Atomkonventionen haben.

5.4 Schaffung von Versicherungen auf Gegenseitigkeit der Stromproduzenten in den Vereinigten Staaten

Im Zusammenhang mit den Beziehungen zum EEI hat die Arbeitsgruppe auf die Schaffung von Versicherungen auf Gegenseitigkeit durch die Stromproduzenten der Vereinigten Staaten, nämlich der Nuclear Mutual Ltd., hingewiesen.

Ohne ihre objektive Aufgabe zur Durchführung von Studien und Erfassung von Informationen beiseite zu lassen, hat die Arbeitsgruppe diese Frage gründlich erarbeitet und vor allem das Simulationsmodell untersucht, das, zusammen mit anderen Faktoren, als Grundlage zur Schaffung dieser Versicherungen auf Gegenseitigkeit diente. Dieses Simulationsmodell wurde von den verschiedenen Mitgliedern der Gruppe ihren entsprechenden Mandanten unterbreitet.

6. Zusammenfassung der Diskussion am Kongress

Ein grosser Teil der Diskussionsbeiträge befasste sich mit der Frage der Kühlung und der damit verbundenen Umweltbeeinflussung. Aus mehreren Ländern wurden Beispiele angeführt, wie direkte Flusswasserkühlung ohne Umweltschädigung seit vielen Jahren in Gebrauch steht, vorausgesetzt, dass der Fluss nicht zu stark verschmutzt ist. Die heute geltenden Vorschriften bezüglich Erwärmung von Gewässern sind vorsichtig und konservativ. Es ist unter Umständen wesentlich sinnvoller, das Übel an der Wurzel zu packen und Kläranlagen statt Kühltürme zu bauen. Mit den Kosten einer Kühlturmanlage für ein 900-MW-Kernkraftwerk lässt sich eine Kläranlage für mehrere hunderttausend Einwohner finanzieren.

Bei den übrigen Diskussionsthemen wurde besonders Gewicht auf internationale Zusammenarbeit und Erfahrungsaustausch speziell in Fragen der Harmonisierung der Sicherheitsvorschriften, der Kernbewirtschaftung und der Behandlung radioaktiver Abfälle gelegt.

Zunehmend wird die Nutzung der Abwärme von Kernkraftwerken für Fernheizung Bedeutung gewinnen. Dies betrifft besonders die nördlichen Länder, wo in vielen Städten bereits Fernheizungen bestehen und das Klima eine ausreichende Benutzungsdauer der Installationen erlaubt. Über entsprechende Pläne wurde aus Finnland und Schweden berichtet. Es ist denkbar, dass das Studienkomitee «Kernenergie» der UNIPEDE das Studium der Abwärmenutzung in seine Arbeiten aufnimmt. Allerdings wurde auf die Probleme der Abwärmenutzung hingewiesen: sehr hohe Investitionskosten für Wärmeverteilnetze nötig, relativ kleine Nutzungsdauer, Wärmebedarf (und damit Rückgang der Stromerzeugung) fällt mit der Zeit des grössten Strombedarfes zusammen, Standortprobleme.