Die elektrische Heizung und Klimatisierung

Autor(en): **[s.n.]**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins : gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV) und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)**

Band (Jahr): **64 (1973)**

Heft 26

PDF erstellt am: **30.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-915647

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

Die elektrische Heizung und Klimatisierung

Bericht der UNIPEDE-Arbeitsgruppe für die elektrische Raumheizung und Klimatisierung [1])

Eine kurze Einleitung vergegenwärtigt die Tätigkeit der Arbeitsgruppe während der letzten drei Jahre.

Das Kapitel 2 fasst die Hauptthemen, die am Kolloquium der UNIPEDE in Göteborg zur Debatte standen, kurz zusammen.

Die Kapitel 3 und 4 beinhalten zur Hauptsache Orientierungsstudien betreffend Wohnhäuser und die Resultate von zwei Untersuchungen über die Entwicklungsaussichten der elektrischen Heizung und die Entwicklung der Energieverfügbarkeit in Schwachlastzeiten.

1. Einleitung

Nebst der Vorbereitung des *3. Kolloquiums über die elektrische Raumheizung*, das dank der freundlichen Einladung der skandinavischen Kollegen vom 5. bis 9. Juni 1972 in Göteborg (Schweden) stattfand, konzentrierte sich die Aktivität der Arbeitsgruppe in den vergangenen drei Jahren auf die Weiterführung der vor einigen Jahren in Angriff genommenen Orientierungsstudien, auf einen ersten Entwurf einer Wirtschaftsstudie über die Entwicklung der elektrischen Heizung sowie der Klimatisierung aus der Sicht der Elektrizitätswerke einerseits und des Verbrauchers andererseits.

Das Kapitel 2 dieses Berichtes gibt das Wesentliche der Debatten in *Göteborg* und deren Schlussfolgerungen wieder.

In Göteborg wurden die Kolloquien von *Brüssel* (1964) und *Berlin* (1968) folgerichtig weitergeführt.

Das *Kolloquium von Brüssel* streifte die verschiedenartigen Aspekte, welche die elektrische Raumheizung und deren voraussichtliche Weiterentwicklung unter Einbezug der Erforschung des elektrischen Komforts bei der *Klimatisierung* aufwirft, basierend auf der Einführung der thermischen Isolation, der kontrollierten Belüftung und der individuellen Regulierung.

Am *Kolloquium in Berlin* entschloss man sich, auf eine Reihe von Problemen technischen oder konstruktiven Charakters näher einzutreten, und erörterte am runden Tisch den Stand des *all-elektrischen Hauses* in Europa und Übersee.

Das *Kolloquium in Göteborg* sah sein Endziel in der Klimatisierung und im Prinzip der «all-elektrischen Anwendung», indem die Elektrizität als einziger Energieträger sämtliche energetischen Bedürfnisse der zukünftigen Gebäude, vom Licht bis zu den Wärmeanwendungen und der Luftkonditionierung, befriedigt. Beim Gespräch am runden Tisch in Göteborg trat man zum erstenmal auf die Probleme der Wirtschaftlichkeit ein. Auch unsere Kollegen aus Kanada und den Vereinigten Staaten folgten der Einladung der UNIPEDE und beteiligten sich an der Gesprächsrunde.

Vor allem zeigte sich ein sehr reges Interesse an den Debatten am runden Tisch. Beim Meinungsaustausch der aus verschiedenen Kreisen stammenden, für ihr Fachwissen und ihre Objektivität bekannten Persönlichkeiten gelangte man zur Erkenntnis, dass es auch noch Probleme anderer Natur gibt, als die bisher behandelten. «Du choc des idées jaillit la lumière...!»

Das Kapitel 3 ist den auf Anregung des letzten UNIPEDE-Kongresses begonnenen und seither vertieften *Orientierungsstudien* gewidmet.

Diese Studien wurden in enger Zusammenarbeit mit dem *Subkomitee Belastungskurven* durchgeführt. Im Rahmen dieses Kapitels werden nur Fälle einzelner Wohnhäuser und ganzer Wohnsiedlungen behandelt. Die Arbeitsgruppe hat inzwischen ihre Untersuchungen auch auf den öffentlichen Sektor ausgedehnt, wobei die Beheizung von Kaufhäusern, Bürogebäuden und Dienstleistungsbetrieben ohne oder in Verbindung mit Vollklimatisierung behandelt werden. Die Durchführung der vorgesehenen Messungen, die sich über die Winter 1972/73 bis 1974/75 erstrecken sollen, wurde genehmigt. Die Resultate können vermutlich am nächstfolgenden UNIPEDE-Kongress in Wien mitgeteilt werden.

Im Rahmen der in verschiedenen Kreisen durchgeführten Studien über die voraussichtliche Entwicklung des mittelfristigen Verbrauches elektrischer Energie wurde eine umfassende *Prospektivstudie über den Heizungs- und Klimatisierungsmarkt* im Laufe der nächsten fünfzehn Jahre, d. h. für die Zeit von 1970 bis 1985, an die Hand genommen. Die ersten Resultate einer im Jahre 1972 in Angriff genommenen Untersuchung findet man in Kapitel 4. Dieser Untersuchung folgte eine Studie über die mutmassliche Energieverfügbarkeit während der Schwachlastzeiten im gleichen Zeitraum. Aus diesen Studien zeichnet sich ein Trend ab, der in erster Linie die Förderung der elektrischen Speicherheizung beinhaltet.

Zum Schluss sei noch erwähnt, dass die durch *Informationsaustausch* erzielten Fortschritte und die Erstellung von *Pflichtenheften* seitens der Konstrukteure Kennzeichen der jüngsten Entwicklung sind. Die vermehrten *Kontaktnahmen* unter den Elektrizitätsverteilwerken, unter dem für die Förderung des Energieabsatzes verantwortlichen Kader sowie auch der Architekten und beratenden Ingenieure mit den Verbrauchern – der Meinungsaustausch mit den in Göteborg eingeladenen Architekten hat dies deutlich gezeigt – wird als ein Hauptelement zur harmonischen Entwicklung der elektrischen Heizung und Klimatisierung betrachtet. Dies erlaubt eine maximale Ausnützung der spezifischen Vorteile dieser Energieform und sichert ihr den absoluten Vorrang im Sichtbarmachen des *elektrischen Komforts*, im Faktor *besser leben* und im Beitrag der Elektrizitätswirtschaft im Kampf für den Umweltschutz.

[1]) Zusammensetzung der *Arbeitsgruppe:* Präsident: Hr. *E. Tiberghien* (Belgien); Mitglieder: HH. *L. J. J. Boer* (Niederlande), *C. Colli* (Italien), *J. Cubillo* (Spanien), *J. Dubois* (Frankreich), *S. Falck-Jørgensen* (Norwegen), *J. Filipowicz* (Polen), *L. Gillain* (Belgien), *J. Gullev* (Dänemark), *R. Kara* (Finnland), *F. La Fuente* (Portugal), *F. Lamas* (Portugal), *W. Locher* (Schweiz), *H. Moditz* (Österreich), *L. Shepherd* (Grossbritannien), *F. Stenberg* (Schweden), *B. Stoy* (Deutschland), *J. Turcat* (Frankreich), *R. Wolf* (Frankreich); Sekretär: Hr. *G. Van Dijck* (Belgien).

2. Kolloquium in Göteborg

2.1 Einleitung

Die zur Diskussion stehenden Berichte am Kolloquium in Göteborg waren in drei Hauptthemen aufgeteilt:

1. Rückwirkung der Entwicklung der elektrischen Heizung und Klimatisierung auf die Verteilung der elektrischen Energie.

2. Heiz- und Klimatechnik. Das integrierte Gebäude.

3. Kosten der Installationen und Konkurrenzfähigkeit der Elektrizität im Vergleich zu anderen Energieträgern. Gesichtspunkt des Verbrauchers.

Der Diskussion dieser drei Themen folgte ein Gespräch am runden Tisch.

Es ist im begrenzten Rahmen dieses Berichtes kaum möglich, allen behandelten Themen und der vielen, teils in den Berichten, teils in den Diskussionen erhaltenen Informationen gerecht zu werden. Auch müssen wir uns auf die Wiedergabe der Hauptthemen beschränken, indem in bezug auf die nähern Details auf die vollständigen Berichte oder auf die Exposés der Hauptberichterstatter sowie auf die in der Zeitschrift *Economie électrique* publizierten zusammenfassenden Berichte verwiesen wird[2]). Es sei auch ein Bericht mit bibliographischem Charakter erwähnt, der die gemachten Studien über die Belastungskurven in den verschiedenen Ländern erörtert.

2.2 Rückwirkungen auf die Verteilung der elektrischen Energie

Anlässlich der Diskussionen in der *ersten Sektion* sind zwei grosse Themen aufgetaucht: die Entwicklung der *Netzkonstruktionen in technischer Hinsicht* einerseits, die *Einwirkung auf die Belastungskurven* andererseits.

Die oft sehr rasch fortschreitende Entwicklung der Anzahl von all-elektrischen Installationen, die eine grössere Verbrauchsdichte und eine bedeutend höhere Leistungsbeanspruchung – im Vergleich zu den bisherigen elektrischen Anwendungen – zur Folge haben, zieht die ganze Aufmerksamkeit der Netzverantwortlichen aller Länder auf sich. Dieses Problem wurde in sehr vielen Studien und Untersuchungen, sowohl für bestehende und neue Netze wie auch für den Ausbau von Netzinstallationen in Wohnungen für gehobenen Lebensstandard, behandelt.

Die Hauptsorge ist offenbar, mit begrenzten Investitionen und unter Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit die *Übertragungsfähigkeit des Netzes* zu vergrössern. Sozusagen alle Länder berücksichtigen die Tendenz, die in Richtung Mittelspannungsnetz hin geht, wobei das Niederspannungsnetz seine Funktion für die Versorgung verstreuter Einzelgebäude und kleiner Weiler beibehält.

Diese Entwicklung wird von Untersuchungen zur *Vereinfachung des Installationsmaterials* begleitet, vor allem durch die Konstruktion von Unterstationen in Kompaktbauweise, die vereinfachte Schutzvorrichtungen zulässt. Infolge Fehlens von Landreserven müssen diese Unterstationen in unterirdischer Ausführung geplant werden.

Eine am Kolloquium vorgelegte italienische Studie zeigte, dass, wenn man den Investitionskosten des herkömmlichen Netzes den Wert 100 zuteilt, die Kosten eines Netzes, das für eine vernünftige Entwicklung von elektrischen Direktheizungen, Speicherheizungen oder Mischheizungen ausgelegt wird, einen Koeffizienten von 132 bis 146 erhalten.

Unabhängig von den Strukturproblemen der Verteilnetze, die in Zukunft deutlich erhöhten Leistungsansprüchen genügen sollen, haben die aus verschiedenen Ländern stammenden Vertreter der Elektrizitätswerke in einem angeregten Meinungsaustausch ihre Ansichten geäussert, und zwar vor allem im Hinblick auf die Förderung dieses oder jenes elektrischen Heizungstyps – *mit* oder *ohne Speicherung* – und auch im Hinblick auf den Einfluss, den die Entwicklung der elektrischen Heizung auf die *Belastungskurven* und die *Benützungsdauer* haben kann.

Nach der Einführung in diese Themen lenkte der Hauptberichterstatter in seiner Schlussfolgerung die Aufmerksamkeit auf die Notwendigkeit, schon jetzt eine Netzstruktur vorzusehen, die den grossen Belastungsdichten gewachsen ist. Wenn dies zur gegebenen Zeit ins Auge gefasst wird, dürfte diese Konzeption keine schwierigeren Probleme stellen als bei der Einführung der elektrischen Kochherde und Warmwasserbereiter.

Man weiss, dass die skandinavischen Länder, vor allem *Norwegen* und *Schweden*, ihr Augenmerk auf die Förderung der elektrischen *Direktheizung* gerichtet haben. Einer der Gründe hierfür ist, dass die Verstärkung der thermischen Isolation unter Berücksichtigung der harten Winterperioden einerseits, die Benützungsdauer der in Betracht kommenden Leistungen, die ihrerseits ebenfalls von der Länge des Winters abhängig sind, andererseits bewirken, dass die Kraftwerkunternehmen die Gelegenheit haben, für die Direktheizung Tarifbedingungen zu gewähren, die sie nicht nur konkurrenzfähig, sondern auch noch vorteilhafter macht als andere Energieformen. Deshalb hat die elektrische Heizung in Norwegen und im besonderen in Oslo einen Anteil von über 40 % am gesamten Stromverbrauch, und die Belastung durch die Direktheizung macht nahezu 50 % des gesamten Leistungsbedarfs aus.

Die verfügbare Energie in Schwachlastzeiten, die man zu niedrigen Preisen verkaufen kann, wird in *Norwegen* eher für die Warmwasserbereitung verwendet; dies gilt auch für *Schweden*, wo jedoch unter gewissen Bedingungen die Tür zur Entwicklung der Speicherheizung offensteht.

In den *Vereinigten Staaten* ist allgemein die Direktheizung gebräuchlich; man stellt fest, dass das Niveau des Verbrauches, die Verschiedenartigkeit der Anwendungen und hauptsächlich die Gegenwart einer Sommerbelastung – entstanden aus der nahezu selbstverständlichen Einführung von Klimaanlagen – derart sind, dass sie selbst, ohne die Speicherheizung herbeizuziehen, einen gewissen Ausgleich im Belastungsdiagramm mit sich bringt. Überdies hat sich der Verbraucher, gemäss seinem Wunsche nach Komfort, entschlossen der Direktheizung zugewandt, die im allgemeinen zu sehr vorteilhaften Preisen angeboten wird.

Betrachten wir nun einmal den Fall in der *Bundesrepublik Deutschland*, wo eine Grossaktion zur Förderung der *Speicherheizung* zur Folge hatte, dass schon jetzt in gewissen Regionen das Belastungsdiagramm auf Grund einer täglichen Benützung von 22 bis 22,5 h praktisch ausgeglichen ist – es wäre gefährlich, noch weiter zu gehen, meinten die deutschen Berichterstatter – und dass diese Entwicklung In-

[2]) Eine kurze Zusammenfassung ist auch im Bulletin des SEV «Seiten des VSE» 19(1972)18 erschienen.

vestitionsprobleme in den Verteilnetzen mit sich bringt, Diese Probleme stehen jedoch unmittelbar vor ihrer Lösung.

Die deutschen Unternehmen schliessen deshalb die Direktheizung nicht aus. Wenn sie in Betracht ziehen, dass sich die Heizungsspitze mit derjenigen anderer Anwendungen überlagert und dass die Entwicklung der Direktheizung von jetzt an Anlass zu zusätzlichen Investitionen geben muss, schätzen sie jedoch, dass der Verkaufspreis der kWh für die Direktheizung etwa viermal grösser sein würde als der Preis in Schwachlaststunden. Unter diesen Bedingungen besteht wenig Aussicht, dass die Direktheizung eine bedeutende Entwicklung durchmachen wird, und die Speicherheizung wird demnach bevorzugt bleiben. Die Entwicklungsmöglichkeiten dieser Heizung sind vom Auftreten neuer Energieverfügbarkeiten während der Schwachlastzeit im Zusammenhang mit der erhöhten Verbrauchsnachfrage abhängig.

Die Vertreter der deutschen Unternehmen haben betont, dass die Entwicklung der Speicherheizung zum grossen Teil aus dem Wunsche entstanden ist, jenem Bevölkerungsteil mehr Komfort zu bieten, der nur Einzelofenheizung besitzt. Auf Grund der neuen Geräte, deren Zuwachsrate geringer ist als jener des elektrischen Energieverbrauches, könnte man glauben, dass es in Zukunft keine Probleme mehr geben wird. Das Interesse der deutschen Elektrizitätsversorgungsunternehmen dürfte sich vorderhand noch immer auf die Speicherheizung konzentrieren.

Diese Theorie stützt sich auf das, was man *analytische Studie* der Anwendungsarten der elektrischen Energie nennen könnte, in deren Rahmen die Beeinflussung der Belastungskurve im Zusammenhang mit der Entwicklung der wichtigsten Energieverbraucher, wie z. B. der elektrischen Küche, der Warmwasserbereitung und heute der elektrischen Heizung, studiert wird.

Wenn man diese Anwendungen nicht als Ganzes betrachtet, stellt man tatsächlich fest, dass in milden Klimas die Benützungsdauer der benötigten Leistung nicht höher als etwa 1200 h/Jahr ist. Wenn bei der Berechnung der Gestehungskosten die Benützungsdauer berücksichtigt wird, erhält man relativ hohe Kosten für die Entwicklung.

Eine zweite Theorie beruft sich auf das, was man eine *synthetische Studie* nennen könnte, und zwar in dem Sinne, dass man die verschiedenen Anwendungsarten nicht mehr einzeln betrachtet, sondern versucht, alles als elektrische Einheit, mit der Elektrizität als einziger Energiequelle, anzusehen.

Besonders die Vertreter *Frankreichs* haben betont, dass durchgeführte Erhebungen in ihrem Lande zeigen, dass die Spitzenbelastung auf Grund der elektrischen Heizungen im Laufe des Abends zwischen 22 und 23 Uhr auftritt, wenn die Aussentemperatur gesunken ist, da die Ausstrahlung der Sonne fehlt und es sozusagen keine *freie Wärme* mehr gibt aus der Beleuchtungsenergie, der Inbetriebnahme der elektrischen Haushaltmaschinen und ebenfalls der abgesunkenen Aktivität der Bewohner.

Wenn man von jetzt an als Rechnungsbasis nicht die beanspruchte Maximalleistung, sondern vielmehr den zusätzlichen Leistungsbedarf nimmt, welchem die Kraftwerke und Netze in Spitzenlaststunden genügen müssen, beträgt die Benutzungsdauer, bezogen auf die Grenzlast, 2500 h/Jahr; der Rückgang der festen Belastung wird daher reduziert, und der kWh-Preis für die Entwicklung der Direktheizung ist zweimal – nicht viermal! – grösser als jener, den man für die Energie in Schwachlastzeiten als vernünftig betrachten könnte.

Gestützt auf diese Überlegungen hat die *Electricité de France* (EdF) ihr Förderungsprogramm im folgenden Sinne aufgestellt:

– Sie befürwortet die Direktheizung für alle Neuanlagen, für die, sobald die Pläne erstellt sind, die optimalen thermischen Isolationen vorgesehen werden können.

– Bei Altbauten, deren herkömmliche, veraltete Heizungen durch eine elektrische Heizung ersetzt werden sollen, wird in der Regel ein elektrischer Speicher als Basisheizung vorgeschlagen, der gegebenenfalls durch Direktheizungsgeräte ergänzt werden kann. Interessant an dieser Mischheizung ist, dass sie gestattet, im Gegensatz zu der *reinen Speicherheizung* oder der *reinen Direktheizung*, die installierte Leistung beider Systeme zu reduzieren und eine befriedigende Aufteilung zwischen Tagesverbrauch und Schwachlastverbrauch vorzunehmen, wobei Zahlen von 15/85 % genannt wurden.

Die Wahl des Systems, welche die Unternehmen treffen, kann ihre Tarif- und Absatzpolitik bestimmen. Diese Frage wurde jedoch nicht behandelt. Der Präsident betonte in den allgemeinen Schlussfolgerungen sein Interesse, die Studie weiterzuverfolgen.

Im Laufe der Debatte hatte der Präsident einen während des Meinungsaustausches ausgesprochenen Satz in Erinnerung rufen können, der dahin lautete, dass die Aufgabe der elektrischen Unternehmen im *Angebot von Dienstleistungen* und *Komfort* – diesem Angebot muss jedoch eine normale Rentabilität zugrunde liegen – und nicht bloss im Auffüllen der Belastungstäler liegt. Man hat betont, dass die Ausgleichung eines Diagramms nicht ein Optimum an und für sich ist; es kann wohl ein Optimum für die Unternehmen, muss aber nicht unbedingt auch ein solches für die Abnehmer sein.

2.3 Heizungs- und Klimatechnik – integrierte Anlagen

Die *zweite Sektion* befasst sich mit Heizungs- und Klimatechnik. Die voll integrierten all-elektrischen Anlagen bildeten den Inhalt sehr vieler verschiedenartiger Berichte; die Diskussionen über diese dauerten einen ganzen Tag.

Zuerst wurden die *Entwicklungsaussichten* der Heizung und Klimatisierung analysiert. Wenn auch der vorgesehene Verlauf der Entwicklung in den verschiedenen Ländern stark variieren dürfte, so kann man doch eine generelle Übereinstimmung in gewissen unverkennbaren Merkmalen der Entwicklung feststellen. Die elektrische Heizung ist im Begriff, in allen Ländern einen immer bedeutenderen Platz einzunehmen. Das gleiche gilt für die Klimatisierung der öffentlichen Bauten – sowohl in milderen wie auch in rauheren Klimaten –, und in der Tat wird wahrscheinlich auch die Klimatisierung in Wohngebäuden nicht mehr lange auf sich warten lassen.

Wenn die vorauszusehende Entwicklung der Klimatisierung einige anzuregen vermag, sich Gedanken über die Auswirkungen einer eventuellen Sommerlastspitze, die von der Temperatur abhängig ist, zu machen, stellt sich bei der Entwicklung der elektrischen Heizung die Frage des Primärenergieverbrauches. Diese letztere Frage gab den Anlass zu

einer sehr umfassenden Debatte, wobei sich einige Redner auf eine in der Hauptsache durch neutrale Stellen durchgeführte Studie stützten, die zeigt, dass die Beanspruchung von Primärenergie durch die elektrische Heizung im Falle der klassisch thermischen Energieproduktion in der gleichen Grössenordnung liegt wie jene der traditionellen Brennstoffheizung.

Weiter betrachtete man die *jüngsten Entwicklungen der Konstruktionstechnik der Anlagen*. Es wurden einige neuentwickelte Anlagen erwähnt, vor allem auf dem Gebiet der Zentralspeicherung, der Kompaktspeicher und der Teilzeitspeicher mit Unterbrechung der Speisung während zweier Spitzenlaststunden.

Im Laufe des Kolloquiums dürfte das *Regulier- und Kontrollsystem* die Aufmerksamkeit auf sich gezogen haben. Sowohl die Entwicklung der elektronischen Regulierung wie auch die Leistungsfähigkeit der in die Konvektoren eingebauten Thermostaten machten schon lange Zeit von sich reden.

Das Hauptthema in den Diskussionen der Sektion 2 war offenbar der Begriff der *integrierten Anlagen*. Einigen Experten – Architekten und beratende Ingenieuren – bot sich die Gelegenheit, dieses Thema aufzugreifen, um vorab den Begriff der «Integrierung» darzulegen. In der Tat begrenzt sich dieser Begriff weder auf eine Gesamtplanung des Gebäudes und seine technischen Anlagen durch wirksame Zusammenarbeit der Bauführer, Architekten und Ingenieure, noch auf eine vereinigte Konzeption der Heizung, der Beleuchtung und der Klimatisierung. Die wirkliche Integrierung umfasst ausser diesen technischen Aspekten eine eigene Philosophie in der Konzeption der Einheitlichkeit der Einrichtungen. Die Art der Einrichtung – klassisch oder rustikal, z. B. für die Büros –, die Lage, das Flächenverhältnis des Raumes usw. haben einen so vorherrschenden Einfluss auf die Schaffung des Raumklimas, dass es ganz und gar auf die allererste Definition der Einrichtung ankommt, damit die Einheitlichkeit aller Faktoren in Betracht gezogen werden kann.

Ein zweiter wichtiger Punkt in der Konzeption der integrierten Anlagen ist die Wahl der technischen Systeme. In diesen Abschnitt gehören einerseits die Erstellung einer Bilanz für den Vergleich der Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Lösungsmöglichkeiten und andererseits die Abschätzung der Eignung der diversen Systeme und Einrichtungen unter Berücksichtigung der Regulier- und Kontrollnotwendigkeiten, wobei sich aber eine nicht zu starke Einschränkung bezüglich des Unterhaltes und der Bedienung aufdrängt.

Die verschiedenen Systeme der Energierückgewinnung, wie Wärmepumpen, rotierende oder statische Wärmeaustauscher usw., waren die Hauptthemen der lebhaften Diskussionen.

Die Konzeption und die Analysen des Verhaltens einer integrierten Anlage erfordern ausserordentlich genaue Berechnungen, was bedingt, dass man sich sehr genau an die tatsächlichen Verhältnisse hält. Besonders die Resultate im Betriebszustand können oft stark von den vorausberechneten Werten abweichen, da das Verhalten solcher Einrichtungen ausserordentlich dynamisch ist. Es folgt daraus, dass die Errichtung von Wärmebilanzen, wenn nicht im Momentanwert, so wenigstens für die einzelnen Stunden erfolgen muss. Da diese Berechnungen nur mit einem Digitalrechner durchführbar sind, bildete die Errichtung eines Computerprogrammes die logische Schlussfolgerung der Diskussionen über das Thema der integrierten Anlagen.

2.4 Konkurrenzfähigkeit der Elektrizität mit anderen Energieformen

Mehrere Berichte der *dritten Sektion* enthielten zahlenmässige Resultate über die Wirtschaftlichkeitsstudien der Elektrizität verglichen mit anderen Brennstoffen. In einer *dänischen Studie* über eine Gruppe von Einfamilienhäusern wird festgestellt, dass sich das Verteilerwerk auf das Prinzip einer Globallieferung für alle Anwendungen ohne Einzelzähler bei einer Gesamtmessung in der Transformatorenstation festgelegt hat. Zu beachten ist andererseits eine durch das *norwegische Institut für Bauforschung* (unabhängige Organisation) in grossem Stil durchgeführte Studie, welche über fast 2000 all-elektrische und etwas über 4400 mit Ölzentralheizung ausgestattete Wohnungen berichtet, die alle gleich konstruiert wurden und dieselben Charakteristiken, wie z. B. thermische Isolation, Anteil an Glasfläche, elektrische Haushaltgeräte und Wohndichte, aufweisen.

Da es sich in diesen zwei Fällen ausschliesslich um Direktheizungen handelt, kann man im Falle der elektrischen Heizung unter Berücksichtigung der thermischen Isolation auf verminderte Investitionskosten schliessen, die allerdings durch etwas grössere Betriebskosten wieder ausgeglichen werden. Die Bilanz, auf die wir noch zu sprechen kommen, schliesst positiv ab.

Diese Studien zeigten auch, dass der effektive Wirkungsgrad – im Gegensatz zum theoretischen Wirkungsgrad – einer klassischen Brennstoffheizung die Grössenordnung von 50 % erreicht und nicht 75 %, wie einige versicherten; es wurden unter anderem auch Zahlen zwischen 45 und 55 % erwähnt.

Eine andere Feststellung: Die durchschnittlichen Verbrauchszahlen pro Wohnung sind, wenn man die klimatischen Charakteristiken der Länder betrachtet, im allgemeinen nicht sehr verschieden. Dies lässt sich wiederum durch die Tatsache erklären, dass bei der Konstruktion die klimatischen Bedingungen berücksichtigt wurden, z. B. eine stärkere Isolation in den nordischen Ländern. Die individuellen Verbrauchszahlen zeigen, im Gegensatz zu den Durchschnittsverbrauchszahlen, beträchtliche Abweichungen. Es scheint nicht, dass man sie einem Übergang auf eine andere Funktion der Anlagen aus Wirtschaftlichkeitsgründen in Wechselbeziehung mit den Energiekosten oder einem Komfortunterschied zuschreiben kann. Ungeachtet des sehr niedrigen kWh-Preises enthält die norwegische Studie tatsächlich Abweichungen bis zum Zehnfachen, die man dem unterschiedlichen Verhalten der Heizungsbenützer und auch dem Wärmeaustausch unter benachbarten Wohnungen zuschreiben kann. Die Möglichkeit, die Wärmezufuhr jederzeit den individuellen Bedürfnissen anzupassen, ist vor allem ein Trumpf der elektrischen Energie gegenüber Zentralheizanlagen. Ebenso selbstverständlich ist, dass dabei der Sinn für Wirtschaftlichkeit nicht auf Kosten des Komforts gehen darf.

Erwähnen wir auch noch eine *schwedische Studie*, die sich zugunsten der elektrischen Heizung in den weniger be-

siedelten Regionen ausspricht. In den städtischen Zonen mit genügender Wohndichte sind jedoch die Fernheizung und die elektrische Heizung, selbstverständlich immer unter Berücksichtigung der klimatischen und wirtschaftlichen Gegebenheiten dieses Landes, sozusagen kostenäquivalent. Im Zusammenhang mit der Städteplanung und der Schaffung neuer Quartiere könnten Richtlinien erarbeitet werden, nach denen entschieden werden kann, ob eine Fernheizung oder eine all-elektrische Versorgung in Frage kommt. Dazu wurde allerdings bemerkt, dass eine Politik für die Städtefernheizung mit Rücksicht auf die hohen Wärmetransportkosten mit der Möglichkeit der Erstellung von Kraftwerken – insbesondere Kernkraftwerke – mit grosser Leistungsfähigkeit in Agglomerationen oder in deren unmittelbarer Nähe zusammenhängt und dass andererseits der Vergleich zugunsten der Elektrizität ausfällt, wenn man alle Aspekte des Umweltschutzes, die sich zuungunsten der anderen Energieformen auswirken, berücksichtigt.

Schlussendlich trat ein *französischer Bericht* auf die Probleme der Erstellung eines aktuellen Wirtschaftlichkeitsvergleichs ein, der die im Laufe der Jahre entstehenden Preisschwankungen der Brennmaterialien, der Arbeitslöhne und der elektrischen Energie berücksichtigt. Wenn man annimmt, dass ein Preis mit der Abweichung Null ein solcher ist, dessen zeitliche Abweichung identisch mit dem Mittelwert der Preise sei, oder unter Berücksichtigung der Geldentwertung auch ein Preis, der bei konstantem Geldwert praktisch unveränderlich ist, so wird der Strompreis durch eine negative Abweichung charakterisiert, weil er weniger schnell steigt als der Mittelwert aller Preise im Gegensatz zu den Brennstoffkosten und vor allem auch im Gegensatz zu den Lohnkosten, die rascher als das Mittel ansteigen und durch eine positive Abweichung gekennzeichnet sind.

Da die Elektrizität jetzt schon konkurrenzfähig ist, darf man daraus schliessen, dass sich diese Situation mit der Zeit nur günstig auswirken kann.

Die vorangegangenen, auf dem Begriff der *Wirtschaftlichkeit* basierenden Studien wollten die Frage beantworten, ob der Verbraucher überhaupt für Wirtschaftlichkeitsüberlegungen und besonders für die Globalverrechnung der aus den Investitionen entstandenen Belastung (feste Kosten) und den eigentlichen Energiekosten empfänglich ist.

Die verstärkte *Wärmeisolation* im Zusammenhang mit der all-elektrischen Versorgung hat auch Anlass zu Diskussionen gegeben, und zwar in dem Sinne, dass sie die Installation einer Klimaanlage besonders in grossen Handelsbetrieben fördern kann, da sie im Sommer zugleich die Hitze besser abhält. Des weiteren hat man im Rahmen einer möglichst sparsamen Verwendung der Energie auch von der Möglichkeit gesprochen, die Einführung einer verstärkten Wärmeisolation bei herkömmlichen, mit Brennstoff befeuerten Heizungen vorzusehen. Eine solche Regelung würde sich zum Vorteil der Elektrizität auswirken, da der aus dem verminderten Verbrauch entstehende Gewinn die betreffenden zusätzlichen Investitionskosten bei weitem nicht auszugleichen vermag.

Von den letzten, im Rahmen dieser Sektion behandelten Berichten kann man die *Orientierungsstudien* und die *Erforschung der Wechselbeziehung* zwischen dem Energieverbrauch und einigen klimatischen und anderen Charakteristiken hervorheben. Diese Studien sind Gegenstand des Kapitels 3 dieses Berichtes.

2.5 Gespräch am runden Tisch

Zwei Themen waren für das den Berichtsdiskussionen folgende Gespräch am runden Tisch bestimmt, das sowohl von Vertretern der Elektrizitätswerke wie auch von verschiedenen, auf Grund ihrer Fachkenntnis ausgewählten Persönlichkeiten geführt wurde. Besonders bemerkenswert war die Teilnahme der Delegierten aus den Vereinigten Staaten und aus Kanada.

Diese zwei Themen waren:

– die sich in einigen Ländern der Entwicklung der elektrischen Heizung noch entgegenstellenden Widerstände und die Mittel zu ihrer Bekämpfung;

– die Zukunftsaussichten der Klimatisierung von öffentlichen und privaten Gebäuden.

Vorab sei ein Argument der allgemeinen Energiepolitik erwähnt. Einige Kreise spielen mit dem Gedanken, unter Berücksichtigung der zunehmenden Ausschöpfung der Primärenergiequellen den Verbrauch an elektrischer Energie zu reduzieren oder wenigstens die Steigerung zu bremsen.

Darauf wurde erwidert, dass man auf Grund der Analyse der gegenwärtig bekannten verschiedenen Primärenergiequellen über mittlere oder längere Zeit keine Knappheit befürchten muss. Eine solche kann hingegen bereits in nächster Zukunft eintreten, und zwar bis zum Augenblick, wo die Kernenergie, besonders auf Grund der technischen Reife von schnellen Brutreaktoren, imstande sein wird, die Ergänzung zur klassischen Energieerzeugung herzustellen. Zudem zeichnen sich neue Entwicklungen ab, die auf eine Energiegewinnung durch Kernverschmelzung abzielen.

Es wurde betont, dass die elektrische Energie die einzige Energieform ist, die es erlaubt, in Zukunft alle Möglichkeiten der Kernenergie zu verwerten, wenn die wohlbekannten Primärenergiequellen wie Kohle, Heizöl und Gas erschöpft sein werden. Die Entwicklung der elektrischen Heizung gestattet deshalb, eine Energiepolitik auf lange Sicht zu betreiben.

Man trat auch auf die Umweltschutzprobleme ein, die sich gegenwärtig den Produzenten von elektrischer Energie in bezug auf die Wahl von Standorten neuer Kraftwerke und der Benützung der verschiedenen, die Umwelt mehr oder minder verschmutzenden Primärenergiequellen stellen. Es wurde jedoch darauf hingewiesen, dass diese Probleme nur vorübergehenden Charakter haben oder dass sie auch technisch gelöst werden können. Es wurde dann noch bestätigt, dass die elektrische Heizung, die bekanntlich in ihrer Anwendung keine Verschmutzung der Umwelt zur Folge hat, praktisch nicht mehr Primärenergiekalorien beansprucht – bei gleicher Anwendung und auf die nutzbare Kalorie bezogen – als die herkömmlichen Brennstoffe.

Während den Debatten kam ein weiterer Punkt der Umweltprobleme zur Sprache.

Es zeigt sich, dass die in den Zentren gelegenen grossen Geschäfts- und Bürogebäude immer stärker dem Lärm ausgesetzt sind, was nur durch die Verbesserung der akustischen Isolation der Gebäulichkeiten und der Schliessung der Fenster bekämpft werden kann. Wenn man hier noch die verbesserte Beleuchtung und die Zunahme der Mechanisierung mit-

einbezieht, sieht man, dass die ganze Entwicklung in Richtung «all-elektrisch» geht, wobei sich selbstverständlich auch die Klimatisierung dieser Komplexe als wünschenswert, wenn nicht als unerlässlich erweist.

Eine stark forcierte und überstürzte Entwicklung der elektrischen Heizung dürfte die Elektrizitätsunternehmen bestimmt vor grosse Investitionsprobleme in bezug auf den Ausbau der Produktionswerke wie auch der Verteilnetze stellen, und zwar vor allem wenn der Sättigungsfaktor der elektrischen Heizung 10 % überschreitet und sogar 20 % oder mehr erreicht. Wenn in *Norwegen*, um nur dieses Land zu erwähnen, der Sättigungsfaktor der elektrischen Heizung 50 % erreicht, so ist diese Entwicklung in mehr als einem halben Jahrhundert erfolgt. Norwegen wäre offenbar vor das gleiche Problem gestellt worden wie andere Länder, wenn diese Entwicklung in wenigen Jahren erfolgt wäre. Daraus kann man die Folgerung ziehen, dass sich die Politik der Unternehmen auf eine progressive Entwicklung der elektrischen Heizung festlegen muss, d. h. auf eine Evolution und nicht auf eine Revolution.

Neben diesen Faktoren allgemeiner Bedeutung bestehen noch andere Hindernisse psychologischer Natur, und zwar im Hinblick auf den Verbraucher selbst.

Vorab die Tatsache, dass sich der Verbraucher vor ein neues Heizverfahren gestellt sieht und zögern könnte, sich darauf einzulassen, weil er das herkömmliche aufgeben müsste. Es scheint jedoch, dass diese Befürchtungen im Abnehmen begriffen sind, und man kann hoffen, dass es den Elektrizitätswerken im Zusammenhang mit ihrer Informations- und Absatzpolitik gelingen wird, das Publikum zu überzeugen, dass im Heizsektor die Elektrotechnik den Ton angibt.

Ein anderes Problem psychologischer Natur sind offenbar die Energiekosten für die elektrische Heizung. Dieses Problem hat zwei Seiten: einerseits will man die Kosten selbst und andererseits die Meinung des Publikums darüber kennen.

Dieses zweite Element ist Aufgabe einer objektiven Information des Publikums. Man kann darauf hinweisen, dass die Kostenerhöhung für elektrische Energie besonders unter Berücksichtigung der Geldentwertung geringer ist als jene des Lebenskostenindexes ganz allgemein und dass die Entwicklung im Zusammenhang mit der vermehrten Erzeugung von Kernenergie mehr und mehr in Richtung Elektrizität tendiert.

Die Kosten selbst sind in zwei Kategorien zu unterteilen, nämlich in die Anlagekosten, an denen der Verbraucher beteiligt oder auch nicht beteiligt ist, und in die Verbrauchskosten, die ganz zu seinen Lasten gehen.

Da die Unternehmen im allgemeinen integrale Wirtschaftlichkeitsrechnungen aufstellen, könnte man annehmen, dass das Publikum den Verbrauchskosten, denen es anlässlich des Einzuges der Rechnungsbeträge regelmässig gegenübergestellt wird, mehr Beachtung schenkt, während es gegenüber der vollständigen Wirtschaftlichkeitsrechnung, die ihm das Stromverteilerwerk vorlegt, ziemlich gleichgültig ist; mit anderen Worten: Es ist anzunehmen, dass der Stromverteiler durch die Erstellung einer vollständigen Wirtschaftlichkeitsrechnung wohl sich selbst, nicht aber seinen Kunden von der Berechtigung seiner Absatzförderungstätigkeit überzeugt.

Unter Hinweis auf die Erfahrungen der Elektrizitätswerke der *Bundesrepublik Deutschland* wurde erwähnt, dass weder die Erhöhung des Preises für elektrische Energie noch die Pflicht zur Einholung einer Anschlussgenehmigung beim zuständigen Werk, noch die Aufstellung von Vorschriften über eine minimale thermische Isolation für die mit elektrischer Heizung ausgestatteten Gebäude Hindernisse für die Entwicklung dieser Anwendung darstellen. Es mag sein, dass dies zutrifft, wenn eine intensive Propaganda zum Resultat hat, dass sich die elektrische Heizung, auf Grund des allgemeinen Wunsches der Bevölkerung jenes Gebietes als Frucht der psychologischen Bearbeitung, von nun an selbst entwikkelt. Es ist aber zu befürchten, dass dies nicht zutrifft, wenn die Verbreitung der elektrischen Heizung erst im Anfangsstadium steht und die verstärkten Gegenangriffe ihrer direkten Konkurrenten, der Gas- und Ölbranche, überwinden muss; in diesem Falle können die Energieverbrauchskosten eine entscheidende Rolle spielen.

Das *zweite* für das Gespräch am runden Tisch ausgewählte *Thema* beinhaltete die Zukunftsaussichten der Klimatisierung. Aus den Debatten ging hervor, dass sich die Klimatisierung, wenn sie von jetzt an zur Ausstattung der grossen Kaufhäuser und Verwaltungsgebäude gehört, auf Grund der vermehrt auftretenden «freien Wärme» im Innern dieser Gebäude und auf Grund der Vergrösserung der thermischen und akustischen Isolation sowohl in rauhen und gemässigten Klimas wie auch in den südlichen Regionen immer mehr aufdrängt. Man kann sich fragen, ob die Klimatisierung ebenfalls im Wohnungsbausektor Einzug halten wird. In dieser Hinsicht haben gewisse Verteilwerke hervorgehoben, dass die Entwicklung der Klimatisierung im Privatsektor das Entstehen von hohen Sommer-Spitzenbelastungen zur Folge haben könnte, was sich nachteilig auf die im Sommer periodisch durchzuführenden Revisionsarbeiten an den thermischen Einheiten in den Kraftwerkzentralen auswirkt; sie seien deshalb keine Anhänger einer Absatzförderung für Klimageräte in Wohnhäusern.

Der Markt für Klimaanlagen in den grossen Verwaltungsgebäuden scheint gesichert, vor allem wenn man ihn nach seiner Entwicklung in den grossen Städten beurteilt; eine Entwicklung, die nicht an das Klima gebunden ist.

Einige neigen dazu, diese Klimatisierung als Luxus zu betrachten. Es scheint aber, dass sie ihr Urteil auf Grund der alten, im allgemeinen sehr schwer gebauten Gebäude mit ihren sehr dicken Mauern und kleinen Fenstern abgeben, bei denen sehr wohl auf die moderne Technik mit künstlichem Klima verzichtet werden konnte.

Bei der heute üblichen leichten Bauweise scheint die Klimatisierung unerlässlich. Vor allem sind die Kosten eines modernen, relativ leicht gebauten Gebäudes inkl. Klimatisierung weniger hoch als jene des gleichen, aber nach alter Technik konstruierten Gebäudes.

Diese Entwicklung der Bautechnik im öffentlichen Sektor könnte Rückwirkungen auf den Privatsektor haben, und zwar in dem Sinne, dass man sich auch hier einer immer leichteren Bauweise zuwendet. Wenn sich die Klimatisierung unter jener Bevölkerung zu entwickeln beginnt, deren Wohngebiete höheren Temperaturen unterworfen sind, wie z. B. im Mittelmeerraum, darf man annehmen, dass diese Entwicklung auch auf Regionen mit gemässigterem Klima über-

greifen wird. Dies erklärt, weshalb vielerorts in zahlreichen Kreisen bereits Interesse für die Installation von Klimaanlagen besteht.

Ein anderer geeigneter Punkt zur Förderung dieser Installation ist, dass der Verbraucher, gewohnt an die Klimatisierung seiner Arbeitsräume, dazu neigen wird, diesen Komfort auch bei sich zu Hause zu beanspruchen.

2.6 Allgemeine Schlussfolgerungen, die aus dem Gedankenaustausch entnommen werden können

Was die *Wirtschaftlichkeitsstudie über die Entwicklung der elektrischen Direktheizung und der elektrischen Speicherheizung* anbelangt, scheinen die Ansichten noch sehr auseinanderzugehen. Vielleicht steuern wir einer gleichlaufenden und harmonischen Entwicklung dieser beiden Systeme entgegen, die unter Umständen im Rahmen von gemischten Lösungen verbunden werden könnten. Dies ist eine Folgerung, auf die man durch die leidenschaftlich geführten Diskussionen, zu denen diese Frage Anlass gab, schliessen könnte.

An zweiter Stelle erwähnen wir, dass *integrierte Anlagen* schon bei der Konzeptplanung eine *enge Zusammenarbeit* zwischen den Bauherren, den Architekten, den beratenden Ingenieuren, den Heizungsspezialisten und den Elektrizitätswerken erfordert.

An dritter Stelle wurde zum erstenmal auf die *Konkurrenzfähigkeit der elektrischen Heizung aus der Sicht des Verbrauchers* eingetreten. Hier wurde unterstrichen, dass unsere Aufgabe nicht im Ausfüllen von Belastungstälern der Belastungskurven liegt, sondern vielmehr im Anbieten von Dienstleistungen. Wir müssen uns aber bemühen, diese Dienstleistungen zum grössten Teil den Verbrauchern zugänglich zu machen, und zwar unter wirtschaftlichen Bedingungen, die sowohl für sie, wie auch für uns annehmbar sind.

Zum Schluss verweisen wir noch auf den *Beitrag der elektrischen Heizung im Kampf gegen die Verschmutzung und für den Umweltschutz*. Die elektrische Energie ist die einzige Energieform, die erlaubt, in Zukunft die Kernenergie zu verwerten. Dies wurde in Erinnerung gerufen, um die Verbindung zwischen der konventionell thermischen Energieerzeugung zur Kernenergieerzeugung herzustellen.

3. Orientierungsstudien

3.1 Einleitung

Schon seit mehr als zehn Jahren bemüht sich das *UNIPEDE-Studienkomitee für die Entwicklung der Anwendungen der elektrischen Energie* intensiv, Auskünfte bezüglich der Installationen von elektrischen Heizungen, die in den verschiedenen Ländern eine immer bedeutendere Zahl annehmen, zusammenzustellen. Diese Informationen, die sowohl beschreibende Elemente wie auch Betriebsergebnisse beinhalten, waren Gegenstand von mehreren Berichten für die Kongresse und Kolloquien der UNIPEDE.

Bei der Gegenüberstellung der sehr zahlreichen verfügbaren Angaben ist sofort die Schwierigkeit, von der Zusammenstellung der verschiedenen Angaben auf die Analysen und den Vergleich überzugehen, sichtbar geworden. Dies wurde einerseits durch die Kompliziertheit des Themas selbst und andererseits durch die quantitativen und qualitativen Abweichungen der gelieferten Auskünfte verursacht.

Dies ist der Grund, weshalb die *Arbeitsgruppe für die elektrische Raumheizung und Klimatisierung* im Jahre 1966 beschloss, ihre Mitglieder zu bitten, in ihren Ländern bezüglich der Erhebungen der Zahlen nach einem gemeinschaftlich erarbeiteten, gleichlautenden Schema vorzugehen. Seit dem Beginn dieser erwähnten Orientierungsstudien im Jahre 1967/68 wurden die Angaben über Bauetappen und Betriebserfahrungen von ungefähr 500 Anlagen elektrischer Heizungen in Wohnbauten[3]) in den folgenden Ländern analysiert: *Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Grossbritannien, Niederlande, Norwegen, Portugal, Schweden, Schweiz.*

Die erhaltenen Auskünfte wurden je nach Interesse an den vorliegenden Unterlagen vor allem am *Kongress von Cannes* und am *Kolloquium in Göteborg* sowie in mehreren internen Berichten der Arbeitsgruppe im Detail ausgewertet. Die allgemeine Synthese der Schlussfolgerungen, zu denen diese Studien führten, lässt sich wie folgt zusammenfassen:

3.2 Thermische Charakteristiken der Gebäude

Aus den Untersuchungen geht hervor, dass die Tendenz besteht, eine verstärkte Isolation einzuführen, je tiefer die Bemessungs-Aussentemperaturen sind.

– Doppelverglasung und normal isolierte Mauern in den gemässigteren Zonen;

– Doppelverglasung, teilweise Dreifachverglasung, und stark isolierte Aussenwände in den Zonen mit rauhem Klima.

In Ländern, wo sich sowohl Systeme mit Direkt- als auch mit Speicherheizung im Bau befinden, sind die Anforderungen Zweniger streng. Andererseits werden die Kriterien des Wärmeschutzes für die Mehrfamilienhäuser strenger sein als für die Einfamilienhäuser.

Diese Tendenzen sind aus der Tabelle I ersichtlich, die als Beispiel für Frankreich die empfohlenen Werte, für Deutschland und Schweden die gebräuchlichen Werte des Wärmeabgabekoeffizienten G, ausgedrückt in W/m³ °C, aufzeigt.

Werte des Wärmeabgabekoeffizienten G

Tabelle I

Länder klimatische Zone	Min. Aussentemperatur °C	G (W/m³ °C)			
		Direktheizung		Speicherheizung	
		Einfamilienhaus	Mehrfamilienhaus	Einfamilienhaus	Mehrfamilienhaus
Frankreich					
Zone IV	−2 bis − 5	1,52	1,12	1,80	1,20
Zone III	−4 bis − 6	1,20	0,90	1,75	1,19
Zone II	−6 bis − 9	1,20	0,89	1,51	1,14
Zone I	−8 bis −15	1,18	0,88	1,49	1,12
Deutschland					
Zone I	−12	—	—	1,21 bis 1,35	1,14
Schweden					
Süden	−18	0,81	—	—	—
Norden	−34	0,75	—	—	—

[3]) Wir möchten in Erinnerung rufen, dass seit 1970/71 ähnliche Studien von Anlagen elektrischer Heizungen von Gebäuden der Dienstleistungsbetriebe im Gange sind.

3.3 Installierte Leistung

Bei der Direktheizung liegt das Verhältnis zwischen der installierten Leistung und dem berechneten Wärmeleistungsbedarf gewöhnlicherweise zwischen 1,05 und 1,25. Gewisse Installationen weisen jedoch Werte bis zu 1,50 auf.

Die spezifische installierte Leistung, welche sich auf den Kubikinhalt und die Abweichung der maximalen Aussentemperatur bezieht, folgt im allgemeinen der Veränderung des Bedarfs im Zusammenhang mit der Annahme der Auslegungs-Aussentemperatur:

0,50 bis 0,70 W/m³ °C für Temp. von –30 bis –25 °C
0,80 bis 1,50 W/m³ °C für Temp. von –15 bis – 5 °C

Es folgt daraus, dass die einzig auf das beheizte Volumen bezogenen installierten Leistungen, sowohl bei ausserordentlich rauhem *(Skandinavien)* wie auch bei mildem Klima (Mittelmeerraum), ähnlich sind.

25 bis 50 W/m³ bei Direktheizung
40 bis 110 W/m³ bei Speicherheizung

3.4 Beanspruchte Leistung und Gleichzeitigkeit

Im Laufe der Orientierungsstudien gaben mehrere Installationen Anlass zur Erhebung eines Belastungsdiagramms.

Betrachten wir nun das ausserordentlich unterschiedliche Verhalten, welches das Belastungsdiagramm einer Direktheizinstallation aufweisen kann, indem es nur der Einstellung der Thermostaten folgt und konstant ist oder im Laufe des Tages im Zusammenhang mit der Belegung der Räume oder der Wünsche der anwesenden Personen ändert. Im ersten Fall wird das Diagramm während 24 h relativ flach sein, währenddem es im zweiten Fall die von Hand vorgenommenen Thermostatänderungen ziemlich getreu wiedergibt.

Daraus folgt, dass die Gleichzeitigkeitsfaktoren der beanspruchten Leistung, auf der Basis eines Anschlusses eines Gebäudes mit einigen Wohnungen, ausserordentlich verschieden sein können und dass viel mehr Messungen notwendig wären, um über repräsentative Durchschnittswerte verfügen zu können.

Andererseits ist die aufgetretene Leistungsspitze einer einzelnen elektrischen Heizungsanlage während der kalten Jahreszeit der installierten Leistung häufig sehr nahe. Sie kann vor allem zu irgendeinem Tageszeitpunkt auftreten, wobei sie aber nicht unbedingt direkt mit der täglichen Veränderung der Aussentemperatur verknüpft ist.

3.5 Wechselbeziehung zwischen dem Verbrauch und den Grad-Tagen

Im Wärmebeharrungszustand ist der Energieverbrauch der elektrischen Heizung proportional zur Differenz zwischen der Aussen- und Innentemperatur. Es sind jedoch noch eine Vielzahl zusätzlicher Faktoren massgebend. Dies sind:

– der Einfluss des Windes und der Niederschläge auf den Wärmeübergang an den äusseren Wänden;

– der Einfluss der äusseren Wechselbedingungen auf die Bestrahlung der Aussenwände (Erwärmung am Tag, Abkühlung während der Nacht);

– der Einfluss des Windes und der tatsächlichen Abdichtung auf die Transitverluste;

– der Anteil der gespeicherten und der freien Wärme zur Schaffung eines angenehmen Raumklimas;

– der Moment, den die in einem Raum befindlichen Personen wählen, um ihre Heizungsanlagen in oder ausser Betrieb zu setzen.

Die Vielzahl dieser Faktoren, die oft sehr schwierig in Zahlen auszudrücken sind, sowie auch die Schwierigkeit zur dauernden Registrierung der Innenraum- und Aussentemperaturen machen es nötig, bei der Verwendung des Begriffes «Grad-Tage» auf folgende Angaben zurückzugreifen:

a) mittlere Aussentemperaturen;

b) Temperaturdifferenzen zwischen effektiver Innenraumtemperatur und dem eingestellten Thermostatwert;

c) Zeitpunkt der Inbetriebnahme und der Ausserbetriebnahme der konventionellen Heizung.

Die Zahlenwerte und die getroffenen Vereinbarungen gehen, was die Länder und die Verfasser anbetrifft, sehr stark auseinander: Auslegungs-Aussentemperaturen variieren zwischen –12 bis –20 °C, Innentemperaturen zwischen 15 und 20 °C.

Diese verschiedenen Verfahrensarten erklären sich durch die Vielzahl der Einflussfaktoren – unabhängig vom Temperaturverlauf – die man mit dem Ziel, eine bessere Wechselbeziehung zwischen Grad-Tagen und effektivem Energieverbrauch aufzustellen, gesamthaft zu berücksichtigen versucht. Sie lassen die Notwendigkeit einer internationalen Berechnungsnorm klar hervortreten, was erlaubt, Vergleiche von Land zu Land anzustellen. Eines der Ziele dieser Orientierungsstudien war folglich zu versuchen, eine solche allgemeine Norm zu entwickeln.

Zu diesem Zweck wurde der *Zusammenhang zwischen dem Energieverbrauch und den Grad-Tagen* (auf Grund verschiedener Definitionen) untersucht. Es lassen sich daraus folgende Schlussfolgerungen ziehen:

a) Für all-elektrische Anlagen ist die Wechselbeziehung Totalverbrauch-Gradtage ebenso gut wie jene zwischen dem reinen Heizenergieverbrauch und den Gradtagen.

b) Die Temperaturen ohne Heizenergieverbrauch sind oft höher als die der herkömmlich eingeführten Richtlinien.

c) Für genügend lange Verbrauchsperioden (länger als ein Monat) ist die Übereinstimmung gut, wie auch immer die Definition der Grad-Tage lautet.

d) Für den Verbrauchsvergleich von verschiedenen Wohnungen sind die klimatischen Elemente bedeutend weniger bestimmend als die Lebensgewohnheiten der Bewohner.

e) Es ist möglich, für genügend lange Perioden ein Gesetz von linearer Übereinstimmung zwischen den numerischen Werten, die aus den verschiedenen Definitionen von Grad-Tagen resultieren, aufzustellen.

Die Einführung einer allgemeinen Berechnungsbasis von Grad-Tagen, die den Bedürfnissen der elektrischen Heizung besser angepasst ist, wäre folglich möglich und in jedem Fall wünschenswert.

3.6 Verbrauch der all-elektrischen Wohnungen

Der *spezifische Totalverbrauch*, der sich auf das beheizte Volumen und auf die Grad-Tage bezieht, bewegt sich in relativ engen Grenzen: 0,010 bis 0,035 kWh/m³ und Grad-Tag, wenn man die Betriebsresultate von Anlagen in klimatisch so unterschiedlichen Regionen wie *Portugal* und *Nord-*

Streuung des jährlichen individuellen Verbrauchs

Tabelle II

Ort	Anzahl und Typ der Wohnungen	beheizte Fläche	Jahr	Verbrauch kWh/Jahr			Extremwerte bezogen auf Mittelwert in %	
		m^2		min.	durchschn.	max.	min.	max.
Heizung allein								
Essen (D)	28 Bungalows	128	1967/68	12 360	23 270	36 900	53	158
	22 Einfamilienhäuser	131	1967/68	9 100	15 950	24 300	57	152
Gentoffe (DK)	9 Studios	35	1968	2 100	5 180	8 100	41	156
Utrecht (NL)	24 Appartements	70	1967	3 100	7 660	13 880	40	181
			1968	3 750	8 560	12 940	40	151
Bordeaux (F)	7 Gartenhäuser (Pavillon)	100	1969/70	11 000	13 000	15 270	84	117
Gesamtverbrauch								
Falsterbo (S)	35 Villen	167	1966	18 160	25 070	34 860	72	139
			1967	17 670	22 720	29 420	78	130
			1968	17 020	23 710	30 610	75	129
Utrecht (NL)	24 Appartements	70	1967	3 820	10 680	16 890	36	158
			1968	6 460	12 070	16 750	54	139
Lewisham (GB)	3 Einfamilienhäuser	56	1965/70 (5 Jahre)	13 180	15 940	20 100	82	126
Tuusala (SF)	28 Einfamilienhäuser	107	1971	21 000	28 400	32 000	74	113
Mons (B)	25 Appartements	170	1971	4 540	15 760	30 990	29	197
Gilly (B)	32 Appartements	120	1971	3 560	12 970	23 060	27	182
Anvers (B)	78 Appartements	95	1971	4 270	12 940	22 850	33	176
Gand (B)	93 Einfamilienhäuser	100	1971	7 420	13 650	22 070	54	162

schweden in diese Zahlen einschliesst. Dies ergibt eine Proportionalität des Gesamtverbrauches:

- nach der Grösse der Wohnung (Volumen);
- nach der Härte des Klimas (Grad-Tage)[4]).

Wenn man andererseits die *Streuung des jährlichen individuellen Verbrauches* in Wohngebieten mit sehr ähnlichen Wohnungen analysiert, kann man Abweichungen vom Durchschnittswert in der Grössenordnung von 30 bis 40 % feststellen, und oft erreichen sie sogar 80 % oder mehr, was aus der Tabelle II ersichtlich ist.

Diese Unterschiede, die im wesentlichen auf die Konstruktionsmerkmale der Anlagen und der Lebensgewohnheiten der Bewohner zurückzuführen sind, übersteigen bei weitem die klimatischen Einflüsse.

4. Prospektivstudie 1975 bis 1985

4.1 Einleitung

Ein erster Schritt zu einer Prospektivstudie über die Entwicklung der elektrischen Raumheizung wurde durch eine *Untersuchung des möglichen Marktes für die integrierte elektrische Heizung* unternommen.

Die internationale Untersuchung wurde auf Basis einer *belgischen Musterstudie* durchgeführt. Von der Situation im Jahre 1970 ausgehend, zielte sie darauf ab, die Zahl der Heizungsanlagen in Wohnungen, deren installierte Leistung wie auch den entsprechenden Energieverbrauch für die Jahre 1975 und 1985 zu schätzen. An zweiter Stelle wurde auch die wahrscheinliche Entwicklung der Energieverfügbarkeit während den Schwachlastzeiten untersucht.

4) Es resultiert vor allem daraus, dass die installierte Leistung pro Wohnung in jedem Land ähnlich war; die Benützungsdauer der verbrauchten Leistung pro allelektrische Wohnung ist im grossen und ganzen proportional zu den Grad-Tagen des Ortes.

4.2 Die Situation im Jahre 1970

Die Tabelle III zeigt die Situation im Jahre 1970. Die Anzahl der Personen pro Wohnung variiert zwischen 2,5 *(Schweden)* und 3 *(Grossbritannien)*.

In der *Schweiz, Schweden* und *Finnland* findet man die all-elektrischen Installationen im wesentlichen in Einfamilienhäusern. In *Belgien* teilen sie sich sozusagen gleichermassen auf Einfamilienhäuser und Wohnungen auf. Die Situation in den anderen Ländern ist nicht genau bekannt.

Das Verhältnis der Verbreitung der elektrischen Heizung variiert, unter Ausschluss von *Norwegen*, wo 54 % aller Wohnungen elektrisch beheizt sind, zwischen 0,06 % in der *Schweiz* und 7,7 % in *Grossbritannien*.

Es ist zu beachten, dass die hohe Anzahl der all-elektrischen Anlagen, die in Frankreich mit 263 000 angegeben wurde, nicht direkt mit den Zahlen anderer Länder verglichen werden darf. Es handelt sich in der Tat um eine Schätzung, die sich im grossen und ganzen nicht auf vollständige, nach allen Regeln der Kunst gebaute Anlagen, sondern auf eine grosse Anzahl in kleine Lokale (Dienstpersonalunterkünfte) oder in ein oder zwei Räume eines Appartements gestellte Heizgeräte bezieht, die nur als Basisheizung verwendet werden. Viele dieser Anlagen sind allerdings inzwischen zu all-elektrisch versorgten Wohnungen erweitert worden.

4.3 Situation im Jahre 1975

Die Tabelle IV zeigt die Situation, wie sie für das Jahr 1975 vorausgesehen wird.

Deutschland

Die deutsche Schätzung wurde für das Jahr 1980 aufgestellt. Die in der Tabelle IV wiedergegebenen Zahlen für 1975 haben eine gleichmässige Entwicklung während dieser Periode zur Voraussetzung.

Deutschland schätzt, dass 10 % der Neubauten während dieser Periode all-elektrisch ausgeführt werden, währenddem bei 50 % der Modernisierungen von bestehenden Altbauten die elektrische Heizung bevorzugt wird (maximale Entwicklung).

England und Wales

England sieht die grösste Entwicklung in Neubauten, wo 20 bis 27 % der Wohnungen all-elektrisch sein dürften (Bodenheizung und zentrale Warmluftheizung). Beim Umbau von bestehenden Wohnungen werden die Einzelspeicherheizungen einen speziellen Anziehungspunkt ausüben.

Es ist zu beachten, dass mangels Angaben die mögliche Entwicklung der Direktheizung in diesem Land nicht untersucht werden konnte.

Belgien

Dieses Land schätzt die Zahl der durch Umbauten in Altwohnungen neu hinzukommenden Anlagen als vernachlässigbar. Wenn man eine ähnliche Zuwachsrate wie in den letzten Jahren annimmt, werden bei den Neubauten 2 % der Einfamilienhäuser und 3 % der neuen Wohnungen all-elektrisch sein, was 2,4 % der gesamten neuen Wohnungen ausmacht. Die Entwicklung geht eher in Richtung der Speicherheizung oder der Gemischtheizung (30 % direkt, 30 % Speicher, 40 % gemischt).

Dänemark

Rechnet mit 10 000 neuen all-elektrischen Anlagen während der Periode von 1971 bis 1975, was nahezu 5 % der Neubauten betrifft. Alle diese Anlagen werden als Direktheizung ausgeführt.

Finnland

Sieht eine starke Entwicklung der Direktheizung mit Abschaltung in den Spitzenstunden voraus. Diese Entwicklung wird vor allem im Bereiche der Mehrfamilienhäuser eine wichtige Rolle spielen.

Eine besondere Förderung dürfte die Umwandlung von Wohnungen, die bisher eine elektrische Zusatzheizung benützten, in all-elektrische Anlagen erfahren.

Frankreich

Schätzt, dass der Anteil an all-elektrischen Neubauten von 2 % im Jahre 1971 auf 15 % im Jahre 1975 ansteigen

Situation im Jahre 1970

Tabelle III

	Deutschland	England	Belgien	Dänemark	Finnland	Frankreich	Norwegen	Schweden	Schweiz
1. *Anzahl Wohnungen*	20 000 000	16 857 400	3 380 000	1 785 000	1 463 800	17 933 000	1 500 000	3 180 600	2 052 190
Bevölkerung	56 000 000	48 000 000	9 700 000	4 913 000	4 600 000	50 000 000	4 000 000	8 000 000	6 300 000
Anzahl der Mieter pro Wohnung	2,8	3,0	2,9	2,75	3,1	2,8	2,7	2,5	3,1
2. *All-elektrische Anlagen*									
absoluter Wert	600 000	1 288 000	7 447	8 900	42 300	263 000	810 000	173 000	1 235
in % der existierenden Wohnungen	3	7,7	0,2	0,5	2,9	1,5	54	5,4	0,06
3. *Installierte Leistung* (MW)									
Direkt	—	—	49,3	95	131	1 120	2 500	—	4,8
Speicher	7 800	9 738	23,2	—	426	960	—	—	9,9
gemischt:									
Anteil direkt	—	—	16	—	—	25	—	—	1,2
Speicher	—	—	17,5	—	—	40	—	—	3,1
Total	7 800	9 738	106	95	557	2 145	2 500	—	19
Anteil direkt	—	—	65,3	95	131	1 145	2 500	—	6
Speicher	7 800	9 738	40,7	—	426	1 000	—	—	13
4. *Jahresverbrauch (GWh)*									
Direkt		—	55,4	133	168,4	1 680	9 000	—	4,9
Speicher		9 426	24,5	—	473,6	770	—	—	6,7
gemischt:						70			
Anteil direkt		—	7,4	—	—	26	—	—	0,7
Speicher		—	14,1	—	—	44	—	—	2,2
Total		9 426	101,4	133	642	2 520	9 000	2 486	14,5
Anteil direkt		—	62,8	133	168,4	1 706	9 000	—	5,6
Speicher		9 426	38,6	—	473,6	814	—	—	8,9

Voraussage für 1975

Tabelle IV

	Deutschland	England	Belgien	Dänemark	Finnland	Frankreich	Norwegen	Schweden	Schweiz
1. Entwicklung der Wohnungen (1971/75)									
neue Wohnungen	2 000 000	1 708 000	240 000	217 000	225 000	2 500 000	—	550 000	300 000
abgerissene Wohnungen	1 000 000	350 000	40 000	24 000	75 000	750 000	—	225 000	20 000
Netto-Zuwachs	1 000 000	1 358 000	200 000	193 000	150 000	1 750 000	200 000	325 000	280 000
Anzahl neuer all-elektrischer Anlagen	1 750 000	744 000	5 800	10 000	88 000	372 000	190 000	313 000	10 400
2. Anzahl Wohnungen (1975)	20 500 000	18 215 000	3 580 000	1 978 000	1 616 000	19 680 000	1 700 000	3 506 000	2 330 000
3. All-elektrische Anlagen (1975)									
absoluter Wert	2 150 000	2 032 000	13 300	18 900	129 000	635 000	1 000 000	486 000	11 600
in % der Anzahl Wohnungen	10,5	11,2	0,3	0,95	8	3,2	59	13,9	0,5
4. Installierte Leistung (MW 1975)									
direkt	—		70	200	775	2 135	3 200	—	26
Speicher	28 000	14 615	51,4	—	620	2 580	—	—	61
gemischt:									
Anteil direkt	—	—	36,3	—	—	230	—	—	36
Speicher	—	—	39,7	—	—	420	—	—	80
Total	28 000	14 615	197,4	200	1 395	5 365	3 200	—	203
Anteil direkt	—	—	106,3	200	775	2 365	3 200	—	62
Speicher	28 000	14 615	91,1	—	620	3 000	—	—	141
5. Jahres-verbrauch (GWh 1975)									
direkt	—	—	78,5	283	1 000	3 200	12 000	—	29
Speicher	20 200	14 165	53,8	—	690	2 080	—	—	42
gemischt:									
Anteil direkt	—	—	16,9	—	—	250	—	—	21
Speicher	—	—	32,1	—	—	470	—	—	52
Total	20 200	14 165	181,3	283	1 690	6 000	12 000	8 800	144
Anteil direkt	—	—	95,4	283	1 000	3 450	12 000	—	51
Speicher	20 200	14 165	85,9	—	690	2 550	—	—	93

wird, was für diese Periode im Total 220 000 Neuanlagen, hauptsächlich Direktheizungen, ergibt.

Dieser Zahl sind noch etwa 152 000 Umstellungen zuzufügen. Diese Ziffer basiert auf den Voraussagen über den Verkauf von Speichergeräten (auf Grund von drei Speichern pro Installation)[5]).

Schweden

Nimmt an, dass das Verhältnis von all-elektrischen Anlagen bei neu konstruierten Einfamilienhäusern von 45 % (1971) auf 65 % (1975), für neue Appartements in Mehrfamilienhäusern von 4 % (1971) auf 10 % (1975) steigen wird. Für alle Wohnungen zusammen liegen diese Anteile bei 16 bzw. 29 %.

Alle Installationen sind als Direktheizungen vorgesehen.

Schweiz

Sie schätzt den Anteil der mit elektrischer Heizung ausgestatteten Wohnungen in Neubauten auf 3,6 %, wovon 10 % Direkt-, 20 % Speicher- und 70 % Gemischtheizungen.

Norwegen

Die Prognose lautet dahin, dass 70 % der Neubauten all-elektrisch sein werden. Dazu werden jährlich 2 % der Altwohnungen auf Elektroheizung umgebaut. Hieraus resultiert ein jährlicher Wachstumsanteil von 6 % bezüglich der Anzahl all-elektrischer Anlagen.

[5]) Es muss vor allem bemerkt werden, dass kürzliche Erhebungen gezeigt haben, dass diese Zahl von Umstellungen bei weitem überschritten und 230 000 erreichen wird.

4.4 Situation im Jahre 1985

Die Tabelle V gibt die Prognose der verschiedenen Länder für das Jahr 1985 wieder.

Deutschland sieht folgende jährliche Entwicklung im Wohnungsbau voraus:

200 000 Wohnungen als Altbausanierungen;

200 000 neue zusätzliche Wohnungen

und schätzt den Anteil an Neukonstruktionen für 1970/80 auf 10 %. Nach diesem Zeitpunkt wird der Anteil auf 15 % steigen.

Während der Periode von 1970 bis 1980 ist eine grosse Anzahl von Umstellungen (3 100 000) vorgesehen, die für 1981 bis 1985 nicht mehr berücksichtigt werden.

Was die Schätzung des Verbrauches anbetrifft, wird eine leichte Erhöhung der Benützungsdauer vorausgesagt.

In *Belgien* wurden zwei Hypothesen aufgestellt; die erste beruht auf einem gleichbleibenden Entwicklungsverhältnis sowohl in der Zeit von 1970 bis 1975 wie auch von 1975 bis 1985, und eine zweite sagt eine raschere Entwicklung während der letzteren Periode voraus: 5 bis 6 % neue Wohnungen.

Frankreich sieht ebenfalls eine beschleunigte Entwicklung von all-elektrischen Anlagen voraus, wobei diese im Jahre 1985 30 % der neuen Wohnungen umfassen werden und der Verkauf an Speicherheizgeräten bei Umbauten von bestehenden Wohnungen in der Zeit von 1976 bis 1985 ein Dreifaches erreichen wird.

England, Finnland, Norwegen, Schweden und die *Schweiz* nehmen für die Periode von 1975 bis 1985 die gleiche Entwicklung an wie für die Periode 1970 bis 1975. Dies ist auch der Fall bei *Dänemark*, das annimmt, dass eine beschleunigte Entwicklung eintreten könnte, welche die vorausgesagte Zahl der all-elektrischen Wohnungen vervierfacht.

Die Tabelle VI fasst die vorausgesagten Entwicklungen in den verschiedenen Ländern zusammen.

4.5 Energieverfügbarkeit in Schwachlast-Zeiten

Die Tabelle VII zeigt für jene Länder, die auf die Umfrage geantwortet haben, die Lastspitze des nationalen Dia-

Voraussage für 1985

Tabelle V

	Deutschland	England	Belgien		Dänemark	Finnland	Frankreich	Norwegen	Schweden	Schweiz
			Var. I	Var. II						
1. geschätzte all-elektrische Anlagen von 1976 bis 1985	2 250 000	1 255 000	11 600	27 000	31 000	215 000	2 305 000	400 000	809 000	188 400
2. Anzahl Wohnungen	22 000 000	20 930 000	3 980 000		2 364 000	1 916 000	23 180 000	2 000 000	4 008 000	2 885 000
3. All-elektr. Anlagen (Anzahl)										
absoluter Wert	4 400 000	3 287 000	24 900	40 300	50 000	344 000	2 940 000	1 400 000	1 295 000	200 000
in % der Anzahl Wohnungen	20	15	0,6	1,0	2,1	18	12,2	70	32	7
4. Installierte Leistung (MW)										
Direkt	—	—	111,7	125,6	525	2 450	8 500	5 500	—	370
Speicher	57 000	22 933	107,8	215,9	—	880	13 160	—	—	830
gemischt										
Anteil direkt	—	—	76,9	142,4	—	—	1 600	—	—	700
Speicher	—	—	84,1	155,6	—	—	2 200	—	—	1 450
Total	57 000	22 933	380,4	639,5	525	3 330	25 460	5 500	—	3 350
Anteil direkt	—	—	188,5	268,0	525	2 450	10 100	5 500	—	1 070
Speicher	57 000	22 933	191,9	371,5	—	880	15 360	—	—	2 280
5. Jahresverbrauch (GWh)										
Direkt	—	—	124,7	140,2	750	3 140	12 700	22 000	—	380
Speicher	45 500	22 450	112,4	226,8	—	980	10 500	—	—	600
gemischt										
Anteil direkt	—	—	35,9	67,1	—	—	1 700	—	—	450
Speicher	—	—	68,1	127,1	—	—	2 500	—	—	1 050
Total	45 500	22 450	341,1	561,2	750	4 120	27 400	22 000	22 300	2 480
Anteil direkt	—	—	160,6	207,3	750	3 140	14 400	22 300	—	830
Speicher	45 500	22 450	180,5	353,9	—	980	13 000	—	—	1 650

Anzahl, Leistung und Jahresverbrauch der allelektrischen Anlagen in den Jahren 1970, 1975 und 1985

Tabelle VI

Länder	Jahr	Anzahl allelektrische Anlagen	Inst. Leistung (MW)			Jahresverbrauch (GWh)		
			Direkt	Speicher	Total	Direkt	Speicher	Total
Deutschland	1970	600 000		7 800	7 800			
	1980	4 100 000		53 300	53 300			
England	1970	1 288 000		9 738	9 738		9 426	9 426
	1975	2 032 000		14 615	14 615		14 165	14 165
	1985	3 287 000		22 933	22 933		22 450	22 450
Belgien	1970	7 447	65	41	106	63	38	101
	1975	13 300	106	91	197	95	86	181
	1985 Var. I	24 900	188	192	380	161	180	341
	1985 Var. II	40 300	268	372	640	207	354	561
Dänemark	1970	8 900	95	—	95	133		133
	1975	18 900	200	—	200	283		283
	1985	50 000	525	—	525	750		750
Finnland	1970	42 300	131	426	557	168	474	642
	1975	129 000	775	620	1 395	1 000	690	1 690
	1985	344 000	2 450	880	3 330	3 140	980	4 120
Frankreich	1970	263 000	1 145	1 000	2 145	1 706	814	2 520
	1975	635 000	2 365	3 000	5 365	3 450	2 550	6 000
	1985	2 940 000	10 100	15 360	25 460	14 400	13 000	27 400
Norwegen	1970	810 000	2 500	—	2 500	9 000	—	9 000
	1975	1 000 000	3 200	—	3 200	12 000	—	12 000
	1985	1 400 000	5 500	—	5 500	22 000	—	22 000
Schweden	1970	173 000	—	—	—	—	—	2 486
	1975	486 000	—	—	—	—	—	8 800
	1985	1 295 000	—	—	—	—	—	22 300
Schweiz	1970	1 235	6	13	19	6	9	15
	1975	11 600	62	141	203	51	93	144
	1985	200 000	1 070	2 280	3 350	830	1 650	2 480

gramms des höchstbelasteten Tages des Jahres, das entsprechende Schwachlasttal in der Nacht sowie die Abweichung Tag/Nacht im absoluten Wert und im Verhältnis zueinander für die Jahre 1960, 1965 und 1970.

Diese Ziffern lassen für alle Länder[6]) eine Verbesserung des Lastverlaufes (Verhältnis Nacht/Tag) sowie eine Erhöhung der verfügbaren Energiemenge während der betriebsschwachen Zeit von 2 bis 3 Uhr erkennen.

Die Verbesserung der Belastungskurve ist auf die Entwicklung der exklusiven Nachtbelastungen (Warmwasser- und Speicherraumheizung) und/oder auf neu hinzukommende Bandenergieverbraucher (Industrien mit 3-Schicht-Betrieb, Direktheizung) zurückzuführen.

Die Tabelle VIII gibt die vorausgesagte Entwicklung für die Periode 1975–1980–1985 an, wobei während dieser Zeit vor allem die Schätzungen der Entwicklung der elektrischen Heizung berücksichtigt wurden. Die Ziffern lassen, was die künftige Tendenz, ein verbessertes Belastungsdiagramm zu erlangen, anbetrifft, einen allgemeinen Optimismus erkennen. Dies setzt für einige Länder, die eine sehr starke Entwicklung der Raumheizung voraussehen, vom Jahre 1980 an einen Rückgang der frei verfügbaren Nachtenergiemengen voraus, was vor allem für *Frankreich, Grossbritannien, Deutschland, Dänemark* der Fall ist. Eine solche Sättigung ist indessen in anderen Ländern *(Belgien, Finnland)*, in denen eine weniger schnelle Entfaltung der Elektroheizung erfolgt, noch nicht in Sicht.

5. Weitere Arbeiten

Trotz der während der letzten Jahre sehr regen Aktivität der Arbeitsgruppe warten noch viele Aufgaben.

Die Weiterführung der Studien in den bereits behandelten Bereichen wurde allseits begrüsst, und das *Kolloquium von Göteborg im Jahre 1972* wird gewiss nicht das letzte der in *Brüssel im Jahre 1964* ins Auge gefassten Treffen von Heizungsfachleuten sein.

Schon jetzt befasst sich die Arbeitsgruppe intensiv mit einer gewissen Anzahl Fragen:

Die *Wirtschaftlichkeitsstudien* unter Berücksichtigung des speziellen Interesses, das die Verteilwerke der Entwicklung

[6]) Ausgenommen die *Schweiz*, wo das Verhältnis eher konstant bleibt. Das gleiche gilt für *Italien*, wo das Verhältnis in der Zeit von 1960 bis 1970 bei 54 % lag. Dieses Land ist in der Tabelle nicht aufgeführt, da es bis heute keine bedeutende Anwendungen der integrierten elektrischen Raumheizung aufweist.

Entwicklung des nationalen Belastungsdiagrammes von 1960 bis 1970

Tabelle VII

Land	Jahr	Tagesspitze MW	schwächste Nachtbelastung MW	Differenz Tag/Nacht MW	Verhältnis Nacht/Tag (%)
England	1960	25 699	9 212	16 487	35,8
	1965	33 385	14 246	19 139	42,7
	1970	38 310	21 223	17 087	55,4
Belgien	1960	2 470	1 430	1 040	58,0
	1965	3 550	2 130	1 420	60,0
	1970	4 870	3 075	1 790	63,2
Dänemark	1960	1 260	330	930	26,2
	1965	1 970	670	1 300	34,0
	1970	2 880	1 170	1 710	40,6
Finnland	1960	1 340	780	560	58,2
	1965	2 310	1 590	720	68,8
	1970	3 530	2 600	930	73,7
Frankreich	1960	12 900	7 100	5 800	55,0
	1965	17 500	10 800	6 700	61,7
	1970	23 300	15 400	7 900	66,1
Norwegen	1960	7 000	5 000	2 000	71
	1965	9 000	7 000	2 000	78
	1970	12 000	9 500	2 500	79
Schweiz	1960	3 050	1 770	1 280	58
	1965	3 810	2 180	1 630	57
	1970	4 880	2 790	2 090	57

Entwicklungsvorhersagen der nationalen Belastungsdiagramme (1975 – 1980 – 1985)

Tabelle VIII

Land	Jahr	Tagesspitze MW	schwächste Nachtbelastung MW	Differenz Tag/Nacht MW	Verhältnis Nacht/Tag (%)
England	1975	50 000	31 500	18 500	63
	1980	60 500	40 535	19 965	67
	1985	66 000	46 200	19 800	70
Belgien	1975	7 000	4 600	2 400	65,7
	1980	9 600	6 600	3 000	68,8
	1985	13 800	9 700	4 100	70,4
Dänemark	1975	4 650	2 380	2 270	51,2
	1980	7 650	4 500	3 150	58,8
	1985	11 600	8 400	3 200	72,4
Finnland	1975	5 550	4 160	1 390	75,0
	1980	8 400	6 500	1 900	77,5
	1985	12 000	9 600	2 400	80,0
Frankreich	1975	35 700	24 900	10 800	69,7
	1980	53 300	40 700	12 600	76,4
	1985	77 600	63 700	13 900	82,1
Schweiz	1975	6 300	3 680	2 620	58
	1980	8 100	5 000	3 100	62
	1985	10 500	7 400	3 100	71

der elektrischen Heizung und Klimatisierung entgegenbringen, einerseits in bezug auf die Auswirkungen einer solchen Entwicklung auf die Belastungskurven wie auf die Rentabilität der Stromverteilung, sollen weitergeführt werden.

Das Bewusstsein der *Konkurrenzfähigkeit der elektrischen Heizung gegenüber anderen Energieformen* dürfte unter Berücksichtigung der ungleichen Voraussetzungen bezüglich der wirtschaftlichen Bedingungen, der Installationskosten, der Isolationskosten und der Verbrauchskosten in den verschiedenen Ländern ebenfalls vertieft werden.

Es zeigte sich auch, dass diese Wirtschaftlichkeitsstudien durch *Überprüfung der Geräte- und Materialfragen* ergänzt werden müssen. Da der Benützer bereit ist, für den elektrischen Komfort etwas mehr zu bezahlen, sollte man seine diesbezüglichen Wünsche kennen.

Auf die Studie der *technischen und wirtschaftlichen Aspekte der Klimatisierung* wird man näher eintreten müssen. Die Arbeitsgruppe wird auch weiterhin ihre ganze Aufmerksamkeit den Problemen zuwenden, die durch den Bau von voll integrierten Gebäuden entstehen.

Einige Mitglieder der Arbeitsgruppe zeigten Interesse für die laufenden Studien über die *Wärmerückgewinnungsmöglichkeiten*, vor allem im Rahmen von kombinierten Anlagen, die sich sowohl auf die elektrische Energie als Basis wie auch auf die Konkurrenzenergieträger zur Deckung der Spitzen abstützen; dieses Problem wird deshalb näher untersucht.

Mitteilungen

Landesverbrauch an elektrischer Energie 1972/73

Im hydrologischen Jahr 1972/73 (1. Oktober 1972 bis 30. September 1973) betrug der gesamte Landesverbrauch elektrischer Energie ohne Berücksichtigung der Elektrokessel und Speicherpumpen 31 442 GWh (im Vorjahr 29 782 GWh), was einer Zunahme von 5,8 % entspricht.

Die Zunahme gegenüber dem Vorjahr betrug im Winterhalbjahr 1972/73 1039 GWh (+6,7 %) und im Sommerhalbjahr 1973 675 GWh (+4,7 %).

Die detaillierten Zahlenwerte für Produktion und Verbrauch im Jahre 1972/73 werden in der nächsten Nummer der «Seiten des VSE» publiziert.

Die Rundsteueranlagen der schweizerischen Elektrizitätswerke

Alle drei Jahre wird das Verzeichnis der Rundsteueranlagen der schweizerischen Elektrizitätswerke revidiert und in neuer Fassung herausgegeben. Das Verzeichnis leistet den Werken sowie den Herstellern von Rundsteueranlagen wertvolle Dienste. Es enthält von jeder Rundsteueranlage der schweizerischen Elektrizitätswerke, die Energie an Dritte abgeben, folgende Angaben:

- Werk
- Herstellerfirma
- Steuerfrequenz
- Art der Einspeisung (Serie oder Parallel)
- Rotierender oder statischer Frequenzumformer
- Netzspannung am Einspeiseort
- Leistung des gesteuerten Netzes
- Jahr der Inbetriebnahme

Aus dem Verzeichnis geht hervor, dass Ende 1972 in der Schweiz 628 Sendeanlagen mit rotierenden Umformern und 88 Sendeanlagen mit statischen Umformern in Betrieb waren.

Im Geschäftsbericht 1972 des VSE ist die Anzahl der installierten Rundsteueranlagen der schweizerischen Elektrizitätswerke graphisch dargestellt (s. Bulletin SEV «Seiten des VSE» Nr. 18).

Das Verzeichnis kann im Sekretariat des VSE bezogen werden. Der Bezugspreis beträgt für VSE-Mitglieder Fr. 12.–, für Nichtmitglieder Fr. 18.–. *Rd*

VDEW-Kabeltagung 1973 in Hamburg

Am 12./13. September 1973 fand im Kongresszentrum in Hamburg die Kabeltagung der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke statt, an der etwa 600 Teilnehmer, hauptsächlich aus Deutschland, dann weitgehend auch aus andern Ländern, vertreten waren. Verschiedene Referenten aus Deutschland äusserten sich zum Stand der Entwicklung der Starkstromkabeltechnik aus der Sicht der Elektrizitätswerke, zu technisch-wirtschaftlichen Aspekten betreffend Starkstromkabelgarnituren, zum wirtschaftlichen Bau und Betrieb von Kabelnetzen und zur Erstellung von Planunterlagen für städtische Versorgungsgebiete.

Die an die Vorträge anschliessende Diskussion wurde rege benützt, wobei sich auch verschiedene Herren aus anderen Ländern daran beteiligten. Während der Tagung ergaben sich weitere Gelegenheiten zur gegenseitigen fachlichen Aussprache.

Unter dem Thema «Stand der Entwicklung der Starkstromkabeltechnik» trat im besondern die Frage der Kabelisolation auf. Es wurde auf die starke Zunahme des Kunststoffkabels, im besondern in Niederspannungsnetzen, hingewiesen. Im Niederspannungsbereich findet in Deutschland das Papierbleikabel kaum noch Anwendung. Besonders kam zum Ausdruck, dass das höher belastbare vernetzte Polyäthylen, bei dem die maximale Dauertemperatur des Leiters 90 °C und die kurzzeitige Übertemperatur 130 °C beträgt, allgemein nicht voll ausgenutzt wird. Die zulässige Mehrtemperatur gegenüber dem Tdc-Kabel und dem normalen Polyäthylen dient als Reserve für unerwartete Überlastungen.

Im Mittelspannungsbereich hat sich das Papierbleikabel weiterhin bewährt, jedoch ist auch hier eine Tendenz Richtung Kunststoffkabel festzustellen. Hier wurde auf den Einfluss der Verwendung von Einleiter- statt Dreileiterkabel hingewiesen. Dabei wurde erwähnt, dass das Einleiterkabel grössere Fabrikationslängen ermöglicht, somit weniger Muffen notwendig sind und sich die Anzahl der störanfälligen Stellen vermindert. Hier stellt sich jedoch die Frage, in welchen Fällen eine solche Konzeption gesamthaft gesehen vorteilhaft ist.

Auf der 110-kV-Spannungsebene liegen bereits Erfahrungen mit Kunststoffkabeln vor. Die Ergebnisse der letzten CIGRE-Tagung wurden kurz erläutert. Vor allem in Ballungsgebieten ist diese Spannung für die Stromversorgung heute bereits vielerorts notwendig (in der Schweiz mit 150-kV-Ölkabeln). Bereits liegen auch Konstruktionen von Kunststoffkabeln für 220 kV vor.

Die zunehmende Verdichtung der Nieder- und Mittelspannungsnetze führt zu einem grösseren Umfang Kabelgarnituren im Verhältnis zur Kabelnetzlänge als dies früher der Fall war. Gleichzeitig ist eine Zunahme der Anzahl Netzstationen zu verzeichnen. Den Kabelgarnituren kommt damit immer eine grössere Bedeutung zu. Die Rationalisierung bei der Montage und Wartung wird bei dem heutigen Personalmangel, im besondern an geschultem Personal, immer wichtiger. Die Beeinflussung der Konstruktion der Netztrafostationen durch die Art der Endver-