

F O R S C H U N G S I N S T I T U T
MITTEILUNGEN
F Ü R W Ä R M E S C H U T Z
E . V . M Ü N C H E N

Reihe I: Allgemeine Fragen des Wärme- und Kälteschutzes

Nummer 20



75 Jahre FIW München

Sonderdruck aus BAUPHYSIK 6/1993

75 Jahre Forschungsinstitut für Wärmeschutz e. V. München (FIW)

Am 27./28. Mai 1993 konnte das FIW München im Rahmen seiner Mitgliederversammlung und des damit verbundenen Wärmeschutztages als ganztägige Vortragsveranstaltung auf eine 75-jährige Geschichte zurückblicken.

Als Gastvortragender konnte der Präsident des Deutschen Instituts für Bautechnik, Herr Prof. Dr.-Ing. H. G. Meyer zu Fragen der europäischen Harmonisierungsarbeit auf dem Gebiete des Bauwesens gewonnen werden. Für den geschichtlichen Abriss der Institutsentwicklung seit 1918 war kein anderer als der langjährige wissenschaftliche Leiter des FIW, Herr Dr. rer. nat. *Walter F. Cammerer* prädestiniert.

Zu den aktuellen Problemen der neuen Wärmeschutzverordnung und der Neuausgabe der VDI 2055 „Wärme- und Kälteschutz für betriebs- und haustechnische Anlagen“ sowie Fachthemen aus der Institutsarbeit referierten die Mitarbeiter des Forschungsinstituts.

Der Vorsitzende des Vereins, Herr *Peter Hefter*, Werkdirektor der Stadtwerke München, eröffnete die Tagung. Er begrüßte die Gäste zur Jubiläumsveranstaltung, ging kurz auf die Gründung des Instituts und seine Entwicklung ein, wies ferner auf die gewachsene nationale und internationale Bedeutung des Instituts hin, insbesondere im Rahmen des sich bildenden gemeinsamen europäischen Marktes.

Als erster Referent hielt der ehemalige wissenschaftliche Leiter des FIW, Dr. rer. nat. *Walter F. Cammerer*, einen Rückblick über die vergangenen 75 Jahre, der mit vielen Lichtbildern die Entwicklung des Instituts schilderte.

Die Gründung erfolgte auf Anregung von Dr. *Max Grünzweig* mit Unterstützung von Geheimrat Prof. Dr. phil. Dr.-Ing. e. h. *Osc. Knoblauch*, dem Leiter des Laboratoriums für Technische Physik der Technischen Hochschule München, unter dem die wichtigsten, im Prinzip auch heute noch verwendeten Meßverfahren zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von Bau- und Wärmedämmstoffen erarbeitet worden waren. Laut Niederschrift „sollte ein auf streng objektiv-wissenschaftlicher Grundlage aufgebautes Unternehmen alle für die Verbesserung der Wärmeausnutzung notwendigen wissenschaftlich-technischen Vorarbeiten durchführen und dabei in stetiger Fühlung mit der Praxis bleiben. In erster Linie sollten die den Gründern besonders am Herzen liegenden und in der Praxis allerorts noch sehr vernachlässigten Fragen des Wärmeschutzes, d. h. der Verhinderung des Wärmeaustausches heißer und kalter Körper mit der Luft der Umgebung, einer durch-

greifenden Bearbeitung zugeführt werden“. Der heute etwas ungewöhnlich klingende Name „Forschungsheim“ wurde gewählt, weil ein zunächst kleines Institut mit wenigen Mitarbeitern als eine besondere „Pflege- und Heimstätte“ für die Aufgaben des Wärmeschutzes geschaffen werden sollte. Anlaß war der Druck der Kohlennot nach dem ersten Weltkrieg, die nach Lösungen für die dringend erforderliche Energieeinsparung drängte, ein Thema, das auch heute ebenso aktuell ist wie damals.

Der Referent zeigte die Entwicklung des Instituts in vier Zeitabschnitten auf, nämlich

- von der Gründung im Jahre 1918 bis zur Zerstörung der Büro- und Versuchsräume im Dezember 1944
- vom Bezug von Behelfsräumen in einer Holzbaracke in der Lothstraße im Jahre 1948 bis zum endgültigen Umzug in einen Institutsneubau in Gräfelfing im Jahre 1966
- von der Einrichtung und dem Ausbau der Laboratoriumsräume und einer zunehmenden Forschungs- und Prüfungstätigkeit zwischen 1966 und 1985
- von der Übernahme der wissenschaftlichen Leitung durch ein Direktorium aus den beiden Abteilungsleitern, den Herren *J. Achtziger* und *H. Zehendner* ab 1985.

Nachdem das Forschungsheim zunächst Gast in den Räumen des Laboratoriums für Technische Physik war, gelang es dem ersten wissenschaftlichen Leiter, Dr.-Ing. *K. Hencky*, eigene Räume in der stillgelegten Mathäserbrauerei in der Bayerstraße in der Nähe des Hauptbahnhofes zu beziehen. Unter *Hencky* begann sofort eine umfangreiche Forschungstätigkeit, beispielsweise die Untersuchung des Einflusses der Korngröße auf das Raumgewicht (heute Rohdichte) und die Wärmeleitfähigkeit von Dämmstoffen, des Einflusses der Feuchtigkeit auf die Wärmeleitfähigkeit poröser Stoffe und der Isolierwirkung von Luftschichten. Ferner waren weitere wichtige Aufgaben in Angriff genommen worden, wie die Entwicklung von Verfahren zur Nachprüfung des Wärmeverlustes von Rohrleitungen im Betrieb und von Verfahren zur Prüfung der Feuchtigkeitsaufnahme bei Wärmeschutzstoffen. Die Forschungsergebnisse wurden in den „Mitteilungen aus dem Forschungsheim für Wärmeschutz (E. V.) München“ veröffentlicht, in denen auch Beiträge des ersten wissenschaftlichen Assistenten, Dr.-Ing. *J. S. Cammerer*, des Autors des bekannten Buches „Der Wärme- und Kälteschutz in der Industrie“ enthalten sind. *Hencky* gab ferner den Anstoß zur Erarbeitung der

„Regeln für die Prüfung sowie der Richtlinien zur Bemessung von Wärme- und Kälteschutzanlagen“, der Vorläufer der heutigen VDI-Richtlinie 2055 „Wärme- und Kälteschutz von betriebs- und haustechnischen Anlagen“, die für die Praxis des Wärmeschutzes bald große Bedeutung erlangten.

Der zweite wissenschaftliche Leiter, Dr.-Ing. *E. Schmidt* (1923–1925) ist vor allem bekannt geworden durch die Entwicklung des Wärmestrommessers zur Ermittlung des Wärmeverlustes von gedämmten Anlagen sowie durch die sogenannte „Alfol-Isolierung“, bei der die Verringerung des Wärmestroms durch die Strahlungsreflexion von geschichteten Aluminiumfolien ausgenutzt wurde.

Nachfolger als dritter wissenschaftlicher Leiter war Dr.-Ing. *E. Raisch*, (1925–1958), der die Forschungs- und Prüfungsmöglichkeiten weiter ausbaute. Im Jahre 1935 wurde das Forschungsheim aufgrund seiner zunehmenden Bedeutung für die wärmeschutztechnische Prüfung von Bau- und Wärmedämmstoffen vom Bayer. Staatsministerium des Innern als Materialprüfungsanstalt für die Zulassung neuer Baustoffe und Bauarten für das gesamte Reichsgebiet anerkannt. Dr. *Raisch* leitete vor allem das Institut unter den erschwerten Verhältnissen während des zweiten Weltkrieges und es gelang ihm mit dem letzten ihm verbliebenen Mitarbeiter, dem Werkmeister *Georg Bayer*, die Unterlagen von etwa 2000 Versuchsergebnissen und die wertvollen elektrischen Meßgeräte aus dem Bombenkrieg zu retten.

Zunächst konnte in der erwähnten Baracke, die zugleich Lehrlingen als Unterkunft diente, behelfsmäßig unter schwierigen Versuchsbedingungen weitergearbeitet werden, was der Referent, der 1950 als wissenschaftlicher Assistent in das Institut eingetreten war, im Vortrag anschaulich schilderte. Im Jahre 1952 gelang es dann Dr. *Raisch*, bessere Arbeitsräume in einem Mietshaus der Stadt München im Stadtteil Bogenhausen zu erhalten. Mit Hilfe von Mitgliederspenden und Zuschüssen des Bayer. Staatsministeriums für Wirtschaft sowie von ERP-Mitteln aus dem *Marshall-Plan* konnte die Geräteausstattung wesentlich verbessert werden.

Im Jahre 1959 wurde der Referent vom Vorstand mit der wissenschaftlichen Leitung betraut, wobei ihm zunächst 4 Mitarbeiter zur Verfügung standen, darunter Herr *Bayer*, der bis zum Eintritt in den Ruhestand dem Institut angehörte. Da die Räumlichkeiten den wachsenden Aufgaben bald nicht mehr genügten (Nutzfläche von Büro- und Arbeitsräumen einschließlich der Laborräume im

Keller etwa 375 m²), konnte vor allem durch die Initiative des damaligen Vorsitzenden, Herrn *Th. Cronmeyer*, sowie mit Hilfe von Mitgliederspenden ein Grundstück in Gräfelfing, einem Vorort von München, erworben und mit Zuschüssen des Bayer. Staatsministeriums für Wirtschaft und Verkehr sowie der Stiftung Volkswagenwerk ein Neubau errichtet werden. Die Nutzfläche betrug nunmehr 1370 m².

Die heutigen Direktoren Dr.-Ing. *Achtziger* und Dipl.-Ing. *Zehendner* kamen 1959 und 1960 als wissenschaftliche Assistenten ins Institut und waren wesentlich an der Ausweitung der Forschungs- und Prüfungsmöglichkeiten beteiligt. Der Personalbestand mußte entsprechend vergrößert werden, er betrug beim Umzug in das neue Gebäude einschließlich Ingenieuren, Labor-, Werkstatt- und Bürokräften 12 Mitarbeiter. Die Prüfungstätigkeit wurde wesentlich erweitert, als 1961 die Anerkennung als Prüfungsanstalt für die Zulassung neuer Baustoffe und Bauarten (heutige Bezeichnung „Prüfstelle für die Güteüberwachung von Dämmstoffen“) erneuert werden konnte und im gleichen Jahr dem Institut durch Vermittlung von Dipl.-Ing. *Dürhammer*, dem Leiter des technischen Ausschusses der Güteschutzgemeinschaft Hartschaum e. V. Frankfurt, die Güteüberwachung der Erzeugnisse ihrer Mitglieder übertragen wurde. Der Beitritt des Instituts zur Arbeitsgemeinschaft Industrieller Forschungsvereinigungen e. V. (AIF) Köln im Jahr 1960 ermöglichte die Zuteilung von Forschungsmitteln durch das Bundeswirtschaftsministerium, allerdings nur für genau formulierte und kalkulierte Forschungsvorhaben. Das gleiche gilt selbstverständlich auch für die Zuschüsse des Bayer. Staatsministeriums für Wirtschaft und Verkehr sowie des Bundesbauministeriums. Mit diesen Finanzierungshilfen konnten dringend benötigte Versuchseinrichtungen installiert und wichtige Fragen einer Klärung zugeführt werden, wie beispielsweise der Wärmeübertragung in Luftschichten bei tiefen Temperaturen, des Einflusses der Konvektion und von Wärmebrücken in Dämmkonstruktionen, ferner der Auswirkung des Feuchtegehalts sowie der Schichtdicke auf die Wärmeleitfähigkeit von Dämmstoffen und Luftschichten, der Anwendungsgrenztemperatur von Mineralfaserdämmstoffen und vieler anderer für die Wärmeschutztechnik wichtiger Vorgänge.

Der wachsende Umfang der Forschungs- und Prüfungstätigkeit auf den Gebieten des Bauwesens und der Industrie – inzwischen waren weitere Güteüberwachungsverträge abgeschlossen worden, z. B. mit der Überwachungsgemeinschaft Polyurethan-Hartschaum e. V. Stuttgart, – erforderte die Teilung des Arbeitsbereiches in Wärmeschutz im Hochbau und Wärmeschutz in der Industrie unter den beiden Abteilungsleitern *Achtziger* und *Zehendner*. Die Beleg-

schaft hatte sich auf etwa 40 Mitarbeiter erhöht.

Der Name „Forschungsheim“ war nun auch nicht mehr zeitgemäß und stieß vielfach auf Mißverständnisse. So beschloß die Mitgliederversammlung im Jahr 1966 einstimmig die Namensänderung in „Forschungsinstitut für Wärmeschutz e. V. München (FIW)“. Außerdem wurde eine weitere Raumvergrößerung notwendig, so daß 1978/79 das Institutsgebäude aufgestockt werden mußte. Die Nutzfläche war damit auf 1820 m² angestiegen. Obwohl das Institut auf meßtechnischem Gebiet bestens ausgerüstet war, fehlte ein leistungsstarker Rechner, um Wärmeströmungsvorgänge und Temperaturfelder, sowohl unter stationären als auch instationären Temperaturverhältnissen, in geometrisch beliebig geformten und zusammengesetzten Dämmkonstruktionen berechnen zu können. 1982 konnte eine entsprechende Rechenanlage beschafft werden, so daß das FIW nun auch auf diesem Gebiet arbeiten konnte.

Die nationale und internationale Zusammenarbeit auf wärmeschutztechnischem Gebiet machte es notwendig, in den zuständigen Normungs-, Sachverständigen- und technischen Ausschüssen mitzuarbeiten. Die Gründung des Instituts für Bautechnik in Berlin (IfBt)¹ im Jahre 1968, das im Auftrage der deutschen Länder der einheitlichen Bearbeitung bautechnischer Aufgaben auf dem Gebiet der Bauaufsicht dient, insbesondere durch die Erteilung allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassungen für neue Baustoffe, Bauteile und Bauarten, brachte die Mitarbeit in weiteren Sachverständigenausschüssen mit sich. Bis 1985 war die Zahl der Ausschüsse, an denen das FIW teilnahm, auf etwa 40 angewachsen.

Ab 1985 wurde die bisherige wissenschaftliche Leitung durch ein Direktorium aus den beiden Abteilungsleitern, Dr.-Ing. *Achtziger* und Dipl.-Ing. *Zehendner*, abgelöst, die zugleich die Aufgaben des Geschäftsführers und des Stellvertreters ausüben. Eine weitere notwendige Vergrößerung der Arbeitsräume konnte durch einen unterkellerten Anbau mit einer weiteren Nutzfläche von 310 m², der eine Aufstockung bis zu 3 Stockwerken ermöglicht, gelöst werden. Damit wurde einem eventuellen neuen Raumbedarf Rechnung getragen. Außer durch eine Ausweitung der Forschungs- und Prüfungstätigkeit sind die wissenschaftlichen Mitarbeiter des Instituts nun vor allem durch die Tätigkeit in den entsprechenden Normungsausschüssen zur Vorbereitung des gemeinsamen europäischen Marktes stark in Anspruch genommen, so daß sich die Zahl der Ausschüsse, an denen das FIW beteiligt ist, weiter erhöht hat.

Abschließend gab der Referent einen Überblick über die Forschungs- und Prüfmöglichkeiten des Instituts, insbesondere auf dem Gebiet der Wärmeleitfähigkeitsbestimmung von Bau- und Dämmstoffen als ebene oder rohrförmige Probekörper im Temperaturbereich von etwa –180°C bis 1000°C. Auch die Prüfung anderer gegebenenfalls wichtiger Stoffeigenschaften wie beispielsweise der Wasserdampfdurchlässigkeit und der Wasseraufnahme von Dämmstoffen, der dynamischen Steifigkeit von Trittschall-dämmstoffen, der Normalentflammbarkeit und der aufgrund von Stoffnormen verlangten weiteren Anforderungen bei der Güteüberwachung zählt zum Prüfprogramm des FIW. Die wärmeschutztechnische Beurteilung von geschloßhohen Wandelementen oder von Deckenkonstruktionen sowie von Dämmelementen bei betriebstechnischen Anlagen, insbesondere aufgrund des Einflusses von Wärmebrücken, sowohl auf experimentellem als auch auf rechnerischem Wege, ist ein wichtiges Aufgabengebiet des Instituts.

Der Referent schloß mit den besten Wünschen an Vorstand und Mitglieder sowie an seine beiden Nachfolger und die Mitarbeiter des Instituts für ein weiteres erfolgreiches Wirken und Gedeihen des FIW.

Prof. Dr.-Ing. *H.-G. Meyer* gab einen Überblick über den heutigen Stand der Harmonisierung im Bauwesen in Europa. Er befaßte sich überwiegend mit der Harmonisierung im Bauproduktbereich, machte aber darauf aufmerksam, daß auch die Harmonisierung auf anderen Gebieten, wie z. B. die Harmonisierung im Berufsrecht mit Architektenrichtlinie und Diplomrichtlinie oder die Harmonisierung bei der Vergabe öffentlicher Aufträge durch Baukoordinierungsrichtlinie, Lieferrichtlinie und Dienstleistungsrichtlinie von erheblichem Einfluß auf das Baugeschehen in Europa sei.

Die Bauproduktenrichtlinie ist zwar im Dezember 1988 schon vom EG-Ministerrat verabschiedet worden, und als Termin für die Umsetzung war der Juni 1991 vereinbart, aber erst jetzt ist die Richtlinie in den meisten Mitgliedstaaten der EG in nationales Recht umgesetzt worden. In Deutschland erfolgte dies vorwiegend durch ein Bundesgesetz, das Bauproduktengesetz vom 10.8.1992, das das In-den-Verkehr-bringen und den freien Warenverkehr mit Bauprodukten regelt. Ergänzt wird dieses Bundesgesetz wegen der Verfassungslage in der Bundesrepublik Deutschland durch die Landesbauordnungen, die die Verwendbarkeit der durch Bundesgesetz in den Verkehr gebrachten Bauprodukte regelt. Die Arbeitsgemeinschaft der für das Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister der Länder (ARGEBAU) hat hierzu eine neue Fassung der Musterbauordnung erarbeitet, die von der ARGEBAU-Ministerkonferenz im Dezember 1992 verabschiedet wurde und die sich derzeit in den einzel-

¹ heute „Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt)“

nen Ländern als Novellierungen der Landesbauordnungen in der parlamentarischen Beratung befindet. Zusammengefaßt bestimmen die Landesbauordnungen, daß solche Bauprodukte verwendbar sind, die nach den Vorschriften des Bauproduktengesetzes und entsprechenden Gesetzen anderer Mitgliedstaaten der EG in den Verkehr gebracht werden dürfen und die das CE-Zeichen tragen. In einer vom Deutschen Institut für Bautechnik herauszugebenden Bauregelliste B wird dann bekanntgemacht, welche Klassen oder Leistungsstufen der Bauprodukte für welchen Zweck in den Ländern zu verwenden sind.

Die Bauproduktenrichtlinie muß jedoch auch noch auf EG-Ebene umgesetzt werden. Im Gegensatz zu anderen Richtlinien des „new approach“ ist die Bauproduktenrichtlinie nur eine Rahmenrichtlinie. Es sind noch weitere Detailregelungen von der Kommission der Europäischen Gemeinschaften (KEG) nach Abstimmung mit dem Ständigen Ausschuss für das Bauwesen, in dem die Mitgliedstaaten vertreten sind, zu veröffentlichen. Solche Detailregelungen sind z. B. die Grundlagendokumente, die Mandate für die Normung, die Entscheidung, welche Baustoffe über den Weg der Europäischen Technischen Zulassung in den Verkehr gebracht werden sollen, die Entscheidung darüber, welche Konformitätsnachweisverfahren für die einzelnen Bauprodukte gefordert werden. Prof. Meyer ging dann im folgenden auf den derzeitigen Beratungsstand dieser Regelungen ein und zeigte die noch bestehenden Schwierigkeiten auf und brachte Hintergrundinformationen zum besseren Verständnis der Situation.

Die Grundlagendokumente schienen Mitte 1991 hinsichtlich der technischen Diskussion abgeschlossen zu sein, Mitte 1992 wurde dann jedoch von der KEG die Diskussion wieder aufgenommen mit dem Ziel, die wesentlichen Anforderungen nach Anhang I zur Bauproduktenrichtlinie möglichst restriktiv in den Grundlagendokumenten auszuliegen, was bei einzelnen Grundlagendokumenten z. B. hinsichtlich des Gesundheitsschutzes „Hygiene und Umwelt“ (GD 3) und „Energieeinsparung und Wärmeschutz“ (GD 6) zu massiven Widersprüchen bei den Mitgliedstaaten führte. Beim Grundlagendokument 2 „Brandschutz“ sind zwar die Regelungen hinsichtlich der Feuerwiderstandsdauer von Baustoffen im wesentlichen für alle Mitgliedstaaten akzeptierbar, hinsichtlich des Brandverhaltens der Baustoffe jedoch liegen die Auffassungen derzeit noch weit auseinander. Hier soll im Laufe des Jahres 1993 ein neuer Ansatz gemacht werden.

Die Aussichten, die Grundlagendokumente noch im Jahr 1993 annehmen zu können, wurden dadurch erleichtert, daß in einer gemeinsamen Einführung zu den Grundlagendokumenten klargestellt wurde, daß die Grundlagendokumente einen evolvierenden Charakter haben und fort-

geschrieben werden können, insbesondere dadurch, daß zwar die wesentlichen Anforderungen an bauliche Anlagen nicht geändert werden, daß aber die Auffassung zur Auslegung der wesentlichen Anforderungen sich mit der Zeit entwickeln könnten.

Weiter war ein wesentlicher Fortschritt dadurch zu erzielen, daß eine Einigung erreicht werden konnte hinsichtlich der Aufnahme von Regelungen zu Leistungsstufen und Klassen, die in technische Spezifikationen aufgenommen werden müssen, so daß die Mitgliedstaaten ihr Schutzniveau für Bauwerke bei Verwendung von harmonisierten Produkten nicht ändern müssen.

Die KEG strebt die Verabschiedung der Grundlagendokumente im Sommer '93 an.

In den Mandaten der KEG an CEN sollen die Eckpunkte aufgeführt werden, die in den von CEN zu erstellenden Normen enthalten sein müssen. In den Mandaten können die Mitgliedstaaten auch die von ihnen für erforderlich gehaltenen Klassen und Leistungsstufen einbringen. Die Mandate sind auch die Basis für die Finanzierungsunterstützung der KEG an CEN für die Normung. Derzeit sind bei CEN über 1000 Arbeitsthemen unter einem vorläufigen Mandat, die etwas über 100 Produkte oder Produktfamilien betreffen. Die „vorläufigen“ Mandate beinhalten noch nicht die Festlegung über die von den Mitgliedstaaten geforderten Klassen und Leistungsstufen und noch nicht die Festlegung, welches Konformitätsnachweisverfahren gewählt werden muß. Für ein endgültiges Mandat sind diese Festlegungen jedoch erforderlich. Nur die mit einem endgültigen Mandat erstellten europäischen Normen haben den Status von harmonisierten Normen im Sinne der Bauproduktenrichtlinie und nur die nach diesen Normen hergestellten Produkte dürfen mit dem CE-Zeichen gekennzeichnet werden und können die Vorteile des freien Warenverkehrs in allen Mitgliedstaaten der EG in Anspruch nehmen.

Als zweiter Weg für den Brauchbarkeitsnachweis von Bauprodukten ist in der Bauproduktenrichtlinie die europäische technische Zulassung vorgesehen. Die europäischen technischen Zulassungen werden von nationalen Zulassungsinstituten erteilt, die in der europäischen Organisation für die technische Zulassung (EOTA) zusammenarbeiten. Als einzige deutsche Zulassungsstelle ist das Deutsche Institut für Bautechnik in Berlin benannt. EOTA hat zunächst die gemeinsamen Verfahrensregelungen für die Beantragung und Erteilung von Zulassungen erarbeitet und dem Ständigen Ausschuss zur Genehmigung vorgelegt. Diese Verfahrensregelungen müssen noch von der KEG im Amtsblatt veröffentlicht werden, bevor sie formell Gültigkeit haben. Die technische Arbeit der EOTA wird dadurch behindert, daß die KEG über die Frage, ob ein Produkt über eine

europäische technische Zulassung in den Verkehr gebracht werden soll (Zulassungsbedürftigkeit), entscheiden muß und hier seit über einem Jahr die Entscheidung über etwa 80 Anträge auf Zulassung durch europäische Bauproduktenhersteller offen ist. Lediglich für fünf Themen ist von der KEG Grünes Licht gegeben worden, und für diese Themen wurden von der EOTA entsprechende Arbeitsgruppen eingesetzt. Die Arbeiten in den EOTA-Arbeitsgruppen werden im DIBt in (Spiegel)-Sachverständigen-Ausschüssen behandelt, in denen, wie bei den bisherigen Sachverständigenausschüssen, Sachverständige aus Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung mitwirken. Die abschließende Entscheidung über die Annahme von Zulassungsleitlinien wird schließlich durch einen der Grundsatzausschüsse des DIBt erfolgen, in denen alle Länder und verschiedene Ressorts des Bundes vertreten sind.

Um Normen und Zulassungen abschließend bearbeiten zu können, muß das Konformitätsnachweisssystem durch die KEG festgelegt werden und in die Norm bzw. Zulassung entsprechend aufgenommen werden. Zur Auswahl des Systems hatte eine Arbeitsgruppe des Ständigen Ausschusses ein Verfahren vorgeschlagen, das jedoch so, insbesondere von der KEG, nicht akzeptiert wurde. Derzeit beginnt man damit, ein neues „Denkpapier“ zu diesem Thema von der KEG zu entwickeln. Entscheidungen über die Konformitätssysteme für einzelne Produkte sind somit noch nicht festgelegt worden. Es können aber Tendenzen erkannt werden, wonach in vielen Fällen, in denen in Deutschland eine Eigen- und Fremdüberwachung gefordert wird, in Europa zukünftig eine Herstellerbescheinigung genügen soll. Grundlage der Herstellerbescheinigung ist in jedem Fall eine werkseigene Produktionskontrolle, wobei auch hier Tendenzen erkennbar sind, in vielen Fällen die Zertifizierung dieser werkseigenen Produktionskontrolle durch eine anerkannte Stelle zu fordern. Genaueres hierzu wird man im Herbst des Jahres wissen.

Da so viele Detailregelungen der Umsetzung durch die KEG noch ausstehen, ist es derzeit nicht möglich, eine Voraussage zu treffen, wann und welches Bauprodukt zu welchem frühesten Zeitpunkt mit einem CE-Zeichen auf dem europäischen Markt in den Verkehr gebracht werden wird.

Dr.-Ing. J. Achtziger zeigte in seinem Referat am Beispiel eines Wohn- und Verwaltungsgebäudes die Anwendung der neuen Wärmeschutzverordnung. Grundlage war die Entwurfsvorlage, der das Bundeskabinett am 19. Mai 1993 zugestimmt hatte. Nach Billigung durch den Bundesrat soll schließlich die Verordnung nach einer Übergangsfrist zur Lösung von Anpassungsproblemen in der Bau- und Wohnungswirtschaft am 1. Januar 1995 in Kraft treten.

Während der Heizwärmebedarf nach den noch gültigen Vorschriften in Abhängigkeit vom Gebäudetyp zwischen 120 und 180 kWh/(m² · a) liegt, lassen sich mit dem jetzt gewählten Anforderungsniveau Heizwärmebedarfswerte von rd. 54 bis 100 kWh je m² Gebäudenutzfläche und Jahr verwirklichen. Zum Nachweis der Anforderungen für Gebäude mit normalen Innentemperaturen wird ein Energiebilanzverfahren in enger Anlehnung an die internationalen und nationalen Regeln der Technik eingeführt. Das Berechnungsverfahren bezieht sich bezüglich Heizgradtagzahl und Gesamtstrahlungsdichte auf einen angenommenen mittleren Standort in der Bundesrepublik Deutschland. Die Jahres-Heizwärmebedarfswerte erlauben damit auch standortunabhängig einen Vergleich der energetischen Qualität einzelner Gebäudepläne und ausgeführter Gebäude. Ohne Berücksichtigung als Nachweisverfahren kann der Planer eine genauere Anpassung der Jahres-Heizwärmebedarfswerte an örtliche Bedingungen durch Anwendung des Beiblatts zu DIN 4108 „Berechnung des Heizwärmebedarfs von Gebäuden“ vornehmen. Dieses im Entwurfsstadium abgeschlossene Beiblatt basiert wiederum auf dem europäischen Normenentwurf DIN EN 832 „Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden; Berechnung des Heizenergiebedarfs Wohngebäude“.

Der maximale jährliche, auf das beheizte Bauwerksvolumen oder die Gebäudenutzfläche bezogene Heizwärmebedarf wird in Abhängigkeit von der Gebäudeform angegeben. Dabei handelt es sich um den bisher bekannten Formfaktor A/V aus Umfassungsfläche A und beheiztem Bauwerksvolumen V. Während der Transmissionswärmebedarf im wesentlichen durch den variabel zu wählenden Wärmeschutz der einzelnen Außenbauteile bestimmt wird, hängt der Lüftungswärmebedarf bei konstant angenommenem Luftwechsel von 0,8 h⁻¹ ausschließlich vom anrechenbaren Luftvolumen ab. Abschläge sind für den Einbau mechanisch betriebener Lüftungsanlagen möglich. Die nutzbaren solaren Wärmegewinne können entweder über äquivalente Wärmedurchgangskoeffizienten der Fenster und damit verringerte Transmissionswärmeverluste oder als direkte Wärmegewinne über die Fenster angesetzt werden. Die nutzbaren Gewinne durch interne Wärmequellen sind auf einfache Art mit einem konstanten Faktor nur vom Bauwerksvolumen oder der Gebäudenutzfläche abhängig. Der gegenüber der bisherigen Wärmeschutzverordnung erhöhte Rechenaufwand hält sich somit in geringen Grenzen.

Für kleine Wohngebäude kann alternativ ein vereinfachtes Nachweisverfahren mit maximalen Wärmedurchgangskoeffizienten für einzelne Bauteile angewendet werden. Bei zu errichtenden Gebäuden mit niedrigeren Innentemperaturen sind nur Anforderungen an den Jahrestransmissionswärmebedarf in Ab-

hängigkeit vom Verhältnis A/V der wärmeübertragenden Umfassungsfläche A eines Gebäudes zum Bauwerksvolumen einzuhalten.

Schließlich werden zur Begrenzung des Wärmedurchgangs bei erstmaligem Einbau, Ersatz und bei Erneuerung von Bauteilen maximale Wärmedurchgangskoeffizienten für diese Bauteile angegeben. Die Anforderungen an die Dichtheit der Gebäude bleiben gegenüber den derzeitigen Vorschriften unverändert. Allerdings wird auf die Möglichkeit der Überprüfung der Dichtheit des gesamten Gebäudes hingewiesen.

Als Beispiel für die Berechnung des jährlichen Heizwärmebedarfs eines Einfamilienhauses dient ein Wohnhaus in der Umgebung von Landsberg in Bayern. Architekt ist *Wolf-Eckart Lüps*, Utting. Die basilikale Bauform erlaubt zwei voneinander unabhängige Wohn-Schlafbereiche, die von einer gemeinsamen Diele erschlossen werden. Das Volumen der Dächer wurde mit in die Räume einbezogen. Der auf der Südseite des Hauses angeordnete Wintergarten erweitert den Wohnraum in den Garten hinein. Zur Freihaltung des Grundstücks von Nebengebäuden ist die Garage Teil des Gebäudes mit rückwärtiger Erschließung.

Die Wohnfläche beträgt im Erdgeschoß 121 m² und im Obergeschoß 63 m². Die Außenwände im Erdgeschoß sind als Mauerwerksbau (k_w = 0,6 W/(m² · K)) und im Obergeschoß als Holzskelett mit Wärmedämmung (k_w = 0,3 W/(m² · K)) ausgeführt. Das Dach besteht aus Holzdachstuhl, Eindeckung mit Falzziegeln und wärmegeämmter Dachschräge (k_D = 0,2 W/(m² · K)). Die Stahlbetondecken sind derart wärmegeämmt, daß k-Werte von 0,3 bis 0,4 W/(m² · K) erreicht werden. Die Fenster mit Holzrahmen erhalten eine Sonderverglasung (k_F = 1,8 W/(m² · K)), der Wintergarten hat eine Isolierverglasung mit Klarglas.

Bei einem Verhältnis A/V = 0,84 m⁻¹ beträgt der maximal zulässige Jahres-Heizwärmebedarf 15218 kWh/a. Dieser wird bei der gewählten Gebäudeausführung um 84 kWh/a unterschritten und damit erfüllt.

Wird das Gebäude um 90° gedreht, so daß der Wintergarten und die großzügig verglasten Giebelflächen nach Westen ausgerichtet sind, ist durch die geringeren solaren Wärmegewinne ein um 984 kWh/a höherer Heizwärmebedarf vorhanden. Dieser kann bereits durch die alleinige Verbesserung des Wärmeschutzes der Wohnungstrennwände zur Garage kompensiert werden.

Beim Beispiel eines Bürogebäudes handelt es sich ebenfalls um ein ausgeführtes Gebäude, das in Hohenbrunn bei München errichtet wurde.

Das Verwaltungsgebäude hat 4 Geschosse, eine Umfassungsfläche von 5452 m² und ein Bauwerksvolumen von 17699 m³. Die Fassade besteht aus Fenstern und Brüstungselementen (k_F = 1,7; k_w = 0,75 W/(m² · K)). Der Fensterflä-

chenanteil in der Fassade beträgt 45%. Das Flachdach weist einen Wärmedurchgangskoeffizienten von k_D = 0,3 W/(m² · K) auf. Mit dieser konstruktiven Ausführung wird der geforderte Grenzwert des jährlichen Heizwärmebedarfs von 338936 kWh/a knapp unterschritten.

An den ausgewählten Beispielen wird gezeigt, daß die Anforderungen der neuen Wärmeschutzverordnung mit den heute auf dem Markt befindlichen Bau- und Dämmstoffen sowie üblichen konstruktiven Bauausführungen erfüllt werden können.

In unmittelbarem Zusammenhang mit der neuen Wärmeschutzverordnung referierte Dipl.-Ing. *H. Anton* über das wärmeschutztechnische Leistungsverhalten der Außenwand mit Blick auf kommende Anforderungen.

Bei den sogenannten „umhüllenden“ Bauteilen eines Wohnhauses ist die Außenwand neben dem Dach, der Kellerdecke und den Fenstern eine wichtige Komponente. Nach Untersuchungen im Wohnungsbau entfallen auf die Wandflächen je nach Art des Hauses (freistehendes Einfamilienhaus, mehrgeschossiges Wohnhaus) ca. 25 bis 40% der Transmissionswärmeverluste. Höhere Anforderungen der neuen Wärmeschutzverordnung gehen dabei bis an die Grenzen des wärmeschutztechnischen Leistungsverhaltens der einschaligen Außenwand.

Bei Konstruktionen mit zusätzlichen Dämmstoffschichten sind die Dämmansforderungen relativ leicht zu erfüllen.

Die Anforderungen an den baulichen Mindestwärmeschutz nach DIN 4108 sind praktisch nur noch für Bereiche mit Wärmebrücken interessant. Der Einfluß der Wärmespeicherfähigkeit von Außenbauteilen auf den Heizenergieverbrauch ist von vernachlässigbarer Größe.

Das wärmeschutztechnische Leistungsverhalten eines Bauteils wird durch den Wärmedurchgangskoeffizient k beschrieben und durch die Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit der Baustoffe bestimmt.

Diese sind für übliche Bau- und Dämmstoffe in DIN 4108 Teil 4 angegeben. Für Baustoffe, Bauteile und Bauarten, die einer Zulassung bedürfen oder Stoffe, die genormt sind, für die aber bessere Rechenwerte infolge Spezialausbildung oder engere Produktionsgrenzen o. ä. beantragt werden, müssen Rechenwerte gesondert festgelegt und im Bundesanzeiger bekanntgegeben werden.

Einfluß auf die Wärmeleitfähigkeit von Mauersteinen haben die Feststoffe, die Produktstreuung, die Anordnung von Lochungen, die Rohdichte und der praktische Feuchtegehalt. Für das unverputzte, wärmeämmende Mauerwerk stehen Mauersteine mit Rechenwerten für die Wärmeleitfähigkeit je nach Stoff und Rohdichte von λ_R bis 0,12 W/(m · K) zur Verfügung. Die Wärmedämmung von Außenmauerwerk kann desweiteren durch den Einsatz von Leichtmörteln und Dünnbettmörteln sowie durch geschickte

Stoßfugenausführung verbessert werden. Auch der Einsatz von Dämmputzen mit Wärmeleitfähigkeitswerten von 0,12 bis 0,07 W/(m · K) bringt eine zusätzliche Verbesserung der Wärmedämmung.

Bei zusätzlicher Anwendung von Wärmedämmstoffen ist darauf zu achten, daß diese genormt oder bauaufsichtlich zugelassen sind, güteüberwacht werden und für spezielle Anwendungen, wie z. B. Fassadendämmung und Kerndämmung in zweischaligem Mauerwerk, wasserabweisende Eigenschaften aufweisen. Gebräuchliche Dämmstoffe stehen für Einbaudicken bis 150 mm mit Wärmeleitfähigkeitswerten von 0,035 und 0,040 W/(m · K) zur Verfügung.

Je nach Wahl der Konstruktion der Bau- und Dämmstoffe sowie der Wanddicken sind folgende Werte unter üblichen Bedingungen (z. B. $s = 36,5$ cm) zu erreichen:

- einschaliges Mauerwerk:
mit Leichtmörtel k etwa 0,8 bis 0,4 W/(m² · K),
mit Dämmputz k bis ca. 0,3 W/(m² · K);
- einschaliges Mauerwerk mit zusätzlicher Wärmedämmung:
 k bis ca. 0,3 W/(m² · K);
- zweischaliges Mauerwerk mit Kerndämmung:
 $k < 0,25$ W/(m² · K);
- einschaliges Mauerwerk mit zusätzlicher Wärmedämmung und Fassadenverkleidung:
 k ca. 0,25 W/(m² · K).

Die Berechnung des k -Wertes von mehrschaligen Konstruktionen erfolgt allerdings heute noch ohne Berücksichtigung von Wärmebrücken wie Stahlanker bei zweischaligem Mauerwerk, Dübel bei Wärmedämmverbundsystemen, Anker für vorgehängte Fassaden, Abfang- und Haltekonsolen für Verblendschalen oder Anker für Beton-Sandwichwände.

Bei zweischaligem Mauerwerk mit Kerndämmung beträgt die Zunahme des k -Wertes gegenüber dem ungestörten Bereich bei 3 mm dicken Drähten 2% und für Schalenabstände ab 80 mm bis 120 mm mit 4 mm dicken Drähten bis 4%. Durch die Erhöhung der zulässigen Schalenabstände auf 150 mm ist mit einer Verschlechterung des Wärmeschutzes von etwa 5% zu rechnen.

Der Einfluß der Wärmeleitfähigkeit der Innenschale ist bei Mauerwerkskonstruktionen vernachlässigbar. Bei Normalbetonwänden mit Wärmedämmung und Vormauerung kann ein weiterer Zuschlagswert von 2% für den k -Wert angenommen werden.

Bei mehrschaligen hinterlüfteten Außenwänden wirken sich Halteanker aus Flachstahl für Natursteinfassaden und Bekleidungen aus Metall-, Kunststoff- oder Faserzementplatten abhängig von der Anzahl der Dämmstoffdurchdringungen und untergeordnet nach ihrem Querschnitt aus.

Die Erhöhung des Wärmedurchgangs ist bei konstanter Ankerzahl pro Flächen-

einheit unabhängig von der Dämmstoffdicke.

Die Werkstoffart der Bekleidung wirkt sich nicht auf den Wärmedurchgang aus.

Bei durchschnittlich erforderlicher Ankerzahl in der Wandfläche kann bei Wänden mit hinterlüfteten Bekleidungen eine Erhöhung des Wärmedurchgangs um 25% im Vergleich zur ungestörten Wand auftreten. Bei Einhaltung eines zukünftigen Wärmeschutzniveaus kann sich der Ankereinfluß auf 40% erhöhen.

Für Beton-Sandwichwände und Wärmedämmverbundsysteme mit Metalldübeln und mineralischem Putz ist die Erhöhung des Wärmedurchgangskoeffizienten durch Verbindungsanker wiederum abhängig von der Anzahl der Anker pro m².

Bei heute üblichen Konstruktionen liegt der Einfluß bei etwa 10% und wird sich bei größeren Dämmschichtdicken deutlich erhöhen.

In der vorliegenden, vom Bundeskabinett beschlossenen novellierten Wärmeschutzverordnung wird ein Mindest-Jahres-Heizwärmebedarf in Abhängigkeit vom Gebäudetyp gefordert. Das bedeutet für die Außenwand je nach gewähltem Dämmniveau der am Haus beteiligten Bauteile die Forderung einer k -Zahl von ca. 0,6 bis 0,3 W/(m² · K). Monolithisches Mauerwerk mit Dämmwerten λ bis 0,12 W/(m · K), zweischalige Konstruktionen sowie Außenwände mit zusätzlich aufgetragenen Dämmstoffschichten erfüllen diese Anforderungen. Einige Baustoffe für einschaliges Mauerwerk mit Rechenwerten von $\lambda > 0,21$ W/(m · K) werden die Grenzen des zukünftig geforderten wärmeschutztechnischen Leistungsverhaltens allerdings nicht mehr erreichen.

Mit dem Referat „Geneigte Dächer, richtig gedämmt und vor Feuchtigkeit geschützt“ stellte sich Dipl.-Phys. *Johannes Cammerer* einem in den letzten Jahren heiß diskutierten Thema. Auslöser dafür waren Feuchteschäden, die an gedämmten Dächern aufgetreten waren. Als Schadensursache wurden zunächst fehlende Belüftungsschichten oder verschlossene Belüftungsöffnungen angesehen. Eingehende Untersuchungen haben dann jedoch zu einem besseren Verständnis der bauphysikalischen Zusammenhänge im geneigten Dach geführt.

Die Wasserdampfdiffusion wird in den Regelwerken, DIN 4108 Teil 3 und den „Regeln für Dachdeckungen mit Dachziegeln und Dachsteinen“ ausführlich behandelt. Im Dezember 1991 wurde vom ZVDH, dem Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks, ein „Merkblatt für die Wärmedämmung zwischen den Sparren“ herausgegeben. Es befaßt sich mit Konstruktionsarten, bei denen die Wärmedämmung zwischen bzw. unter den Sparren liegt. Damit verfügt der Anwender über eine klare Regelauslegung.

Feuchtigkeitsausfall in einem Bauteil ist unschädlich, wenn die eingedrungene Feuchtigkeit wieder austrocknen kann.

Dies ist bei der Beachtung folgender Maßnahmen der Fall:

- „Wärmedämmtes Dach mit Lüftung über der Wärmedämmung“ bei Beachtung der bekannten Werte für Lüftungsquerschnitte usw. nach DIN 4108 Teil 3 sowie den Fachregeln des Dachdeckerhandwerks.
- „Wärmedämmtes Dach mit diffusionsoffener Schicht über der Wärmedämmung“, ohne Lüftungsschicht über der Wärmedämmung. Dabei darf die diffusionsoffene Schicht einen Diffusionswiderstand von höchstens 0,3 m aufweisen, und es muß auf der Innenseite ein Diffusionswiderstand von mindestens 2,0 m erreicht werden.
- „Wärmedämmtes Dach mit innen-seitiger Dampfsperre $s_d \geq 100$ m“. Es wird darauf verwiesen, daß sich unter Unterdächern, einlagigen Bahnenabdeckungen auf Schalung, Metalldachern o.ä. die Anordnung einer Belüftungsebene bewährt hat.

Bei Konstruktionen, die diese Maßnahmen nicht zulassen, muß ein rechnerischer Nachweis geführt werden.

Als zusätzliche und bedeutend wichtigere Anforderung an das wärmedämmte Dach wird die Luftundurchlässigkeit angegeben, da durch Luftströmung erheblich mehr Feuchtigkeit in ein Bauteil transportiert werden kann als durch Wasserdampfdiffusion. Diese Luftströmung infolge von Druckdifferenzen zwischen Innenräumen und Außenluft wird neuerdings auch als Wasserdampfkonzektion bezeichnet. Die Ursache für diese Druckdifferenzen kann thermischer Auftrieb sein (Kamineffekt) oder Windanströmung von außen. Eine Luftströmung kann nur entstehen, wenn Undichtigkeiten durch offene Fugen vorhanden sind.

Die Wasserdampfkonzektion im Steildach ist im FIW in einem Forschungsauftrag untersucht worden, der mit Mitteln des Bayerischen Wirtschaftsministeriums gefördert wurde. Die Aufgabe war, den Einfluß der Belüftungsebenen auf den Tauwasserausfall im Dachaufbau zu untersuchen. In einem Deckenprüfstand wurde eine Dachschräge im geneigten Zustand zwischen einer Wärme- und einer Kältekammer eingebaut. In diesen Kammern konnten die winterlichen Bedingungen für Innen- und Außenklima simuliert werden. Durch Aufbringen verschiedener Druckdifferenzen zwischen innen und außen und den Einbau definierter Undichtigkeiten entstand eine Luftströmung durch die Dachkonstruktion. Die warme, wasserdampfbeladene Luft gibt auf dem Weg in die kalten Bereiche des Daches Feuchtigkeit ab. Der örtliche Ausfall von Feuchtigkeit in Form von Wasser oder Eis wurde beobachtet. Die Dachneigung betrug 40°. Die Dämmung zwischen den Sparren bestand aus Mineralfaserplatten.

Zur Raumseite wurde eine Dampfsperre fugenlos verlegt und an den Sparren befestigt. Die Unterspannbahn (USB) war in üblicher Weise zwischen Sparren und Konterlattung angebracht. Auf halber Höhe des Sparrenfeldes war die Unterspannbahn mit 100 mm Überlappung gestoßen. Die Dacheindeckung bestand aus Betondachsteinen. Im Zentrum des Sparrenfeldes wurde die Dampfsperre zur Simulierung von Ausführungsungenauigkeiten in der Praxis durch ein Loch von $1,4 \text{ cm}^2$ Querschnitt bzw. mit 9 Löchern perforiert. Bezogen auf das Sparrenfeld entspricht dies einem Flächenanteil von 0,1‰ bzw. 1,3‰.

Die Lufträume beiderseits der Unterspannbahn stehen im belüfteten Gefach mit dem Außenklima in Verbindung. Die Luftgeschwindigkeit in den belüfteten Feldern betrug ca. 0,2 m/s. Im unbelüfteten Gefach sind entweder beide Lufträume gegen das Außenklima abgeschottet oder bei der Sparrenvoldämmung (Dämmschichtdicke = Sparrenhöhe) ist nur der Luftraum zwischen Unterspannbahn und Dachdeckung belüftet.

Zwischen Innen- und Außenklima wurde eine Luftdruckdifferenz von 5 bzw. 20 Pa angelegt, entsprechend den praktischen Bedingungen bei der Anströmung eines geeigneten Daches mit üblichen Windgeschwindigkeiten. Das Raumklima betrug konstant $20^\circ\text{C}/50\%$ rel. Luftfeuchte, das Außenklima wurde mit $-10^\circ\text{C}/80\%$ rel. Luftfeuchte bzw. $0^\circ\text{C}/80\%$ rel. Luftfeuchte eingestellt. Der Überdruck war auf der Raumseite, so daß die feuchte Luft aus dem Raumklima in die Sparrenfelder strömte. Die Versuchszeit betrug jeweils 7 Tage.

Neben der visuellen Beobachtung der Dachsteinunterseite und der Unterspannbahn wurden jeweils die an der Unterspannbahn-Innenseite und in der Wärmedämmung anfallende Feuchtigkeitsmenge gemessen. Während des Versuchs erfolgte die Beobachtung von Tauwasser und Taufbildung durch Einführung eines Endoskops in die Dachhohlräume.

Die Ergebnisse zeigten, daß der Feuchtegehalt der Wärmedämmung unter allen Randbedingungen zwischen 0,1% und 12% massebezogen zunahm. Diese Feuchtemengen beeinflussen den Wärmeschutz unwesentlich und können unter Praxisbedingungen sicher schnell wieder austrocknen. Der Feuchteanfall an der Unterspannbahn bei fehlender Hinterlüftung war teils erheblich und kann zum Abtropfen auf die Wärmedämmung führen.

Bei den vorliegenden winterlichen Außenbedingungen mit trockener Außenluft hat eine Belüftung über der Wärmedämmung und zwischen Unterspannbahn und Dachdeckung den Feuchteausfall reduziert. Eine fehlende Hinterlüftung der Dachsteine führt zu einer raschen Vereisung der Dachsteinunterseite. Eine Feuchteabfuhr durch die Fugen der schuppenförmigen Dachdeckung ist bei tiefen Außentemperaturen nicht gegeben.

Die Untersuchung zeigt, daß die Belüftung des Daches, bei fehlerhafter Ausführung der inneren Bekleidung, Feuchte-schäden zu vermeiden hilft.

Die fehlerhafte Ausführung der inneren Bekleidung verursacht darüberhinaus eine deutliche Erhöhung des Heizenergieverbrauchs. Nicht sachgemäß abgedichtete Fugen und Anschlüsse stellen allein aus diesem Grund einen Verstoß gegen DIN 4108 und die Wärmeschutzverordnung dar.

Die Konterlattung soll eine Belüftung des Raumes unterhalb der Dacheindeckung sicherstellen. Zur Frage, in welchem Umfang eine Entfeuchtung des Bereiches unterhalb der Dacheindeckungen – auch ohne Konterlattung – möglich ist, wurde im FIW eine Forschungsarbeit durchgeführt. Es wurde die Luft- und Wasserdampfdurchlässigkeit kleinformatiger Dacheindeckungen untersucht. Es stellte sich heraus, daß eine Dacheindeckung aus kleinformatigen Dachziegeln und Dachsteinen so strömungsdurchlässig ist, daß sie im Vergleich zum gesamten Dachaufbau keinen nennenswerten Strömungswiderstand darstellt.

Für das Beibehalten der Konterlattung sprechen jedoch folgende Gründe:

- Die Konterlattung stellt eine wasserführende Ebene sicher, die bei Voldämmung und an den Latzen anliegender Wärmedämmung unterbrochen wäre.
- Sie ermöglicht die Entfeuchtung der Ebene unter der Dachdeckung auch wenn die Luftdurchlässigkeit der Fugen zwischen den Dachsteinen durch Staub, Schnee oder Eis verringert ist.

Durch die neue Wärmeschutzverordnung sollen der Energieverbrauch und damit die CO_2 -Emissionen deutlich verringert werden. Für das Dach zu errichtender Wohngebäude ergibt sich daraus die Forderung eines Wärmedurchgangskoeffizienten um $k = 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Das bedeutet je nach Konstruktionsart und Wärmedämmstoff Dämmstoffdicken von 140 mm bis 220 mm. Damit wird in Zukunft die Zwischensparrendämmung ohne Luftschicht mit einer zusätzlichen durchgehenden Dämmstoffschicht oberhalb oder unterhalb des Sparrens die Regelausführung darstellen. Als besonderer Vorteil der zweiten Dämmschichtlage ist die Erhöhung der Luftdichtheit des Daches und die damit verbundene Sicherheit gegen Durchfeuchtung zu sehen. Die Zwischensparrendämmung mit einer Zusatzdämmung unterhalb der Sparren stellt dabei eine optimale Lösung dar, wenn die Dampf- bzw. Windsperre zwischen den beiden Dämmstofflagen verlegt wird und die innere Dämmstoffschicht gleichzeitig als Installationsebene genutzt wird und damit unkontrollierte Durchbrechungen der Windsperre vermieden werden können. Heute läßt sich schon voraussagen, daß die höheren Wärmeschutzanforderungen zwar zu etwas aufwendigeren, dafür aber sicheren Konstruktionen führen werden.

Im letzten Vortrag berichtete Dipl.-Ing. H. Zehendner über die Neubearbeitung der Richtlinie VDI 2055 „Wärme- und Kälteschutz für betriebs- und haustechnische Anlagen“. Im September 1992 erschien nach etwa 6 Jahren Bearbeitungszeit unter der Obmannschaft von Dr. W. F. Cammerer und später H. Zehendner der neue Richtlinienentwurf als Gründruck mit einer Einspruchsfrist bis zum 31. März 1993.

Die VDI 2055 hat seit mehr als 60 Jahren weite Verbreitung und große Bedeutung als Standardwerk bei der Planung und Lieferung von Wärme- und Kälteschutzanlagen in der Industrie erlangt.

Die Arbeiten für dieses Regelwerk gehen auf das Jahr 1928 zurück, als unter der Obmannschaft von Prof. K. Hencky ein VDI-Ausschuß gegründet wurde zur Erarbeitung von „Anweisungen für die Bemessung und Prüfung von Wärme- und Kälte-dämmungen“. Im Jahre 1930 erschienen im VDI-Verlag Berlin die „Regeln für die Prüfung von Wärme- und Kälteschutzanlagen“ und im Jahre 1931 die „Richtlinien zur Bemessung von Wärme- und Kälteschutzanlagen – Regelangebote“.

Entsprechend der Entwicklung der Wärmeschutztechnik wurde im Jahr 1958 eine Neubearbeitung herausgegeben als Zusammenfassung beider Werke mit dem Titel „VDI-Richtlinie 2055 Wärme- und Kälteschutz“ – Berechnungen, Garantien, Meßverfahren und Lieferbedingungen für Wärme- und Kälteisolationen.

Im Jahre 1982 erschien die überarbeitete Richtlinie unter Beteiligung interessierter Fachkreise, nämlich Hersteller, Verarbeiter und Verbraucher von Dämmstoffen, Abnehmer von Wärme- und Kälteschutzanlagen sowie neutraler Sachverständiger und Wissenschaftler. Neue Erkenntnisse und in der Praxis gemachte Erfahrungen machten die Neubearbeitung der Richtlinie erforderlich, über deren Stand zusammenfassend nun berichtet werden kann. Die VDI-Richtlinie mit einem Umfang von 95 Seiten behandelt die Themen „Berechnungen, Gewährleistungen, Meß- und Prüfverfahren, Gütesicherung und Lieferbedingungen“ und gliedert sich in folgende Abschnitte:

1. Allgemeines
2. Grundlagen des Wärmeschutzes
3. Berechnung von Wärme- und Kälteverlusten, Temperaturen und Wasserdampfdiffusionsvorgängen
4. Bemessung, Gewährleistung, Gütesicherung
5. Meß- und Prüfverfahren für Dämmstoffe und ausgeführte Wärmedämmungen, Meßunsicherheit, Umrechnung auf Abnahmebedingungen
6. Bedingungen für die Lieferung von Stoffen und die Leistung von Arbeiten
7. Anforderungen an Stoffwerte

Im Anhang sind eine Auflistung des Schrifttums sowie 16 Tafeln und 8 Diagramme als wesentliche Hilfe für den Anwender enthalten.

Nachfolgend werden die wichtigsten Änderungen und Neuerungen in den einzelnen Abschnitten kurz vorgestellt:

Abschnitt 2.2.1: Begriffe der Wärmeleitfähigkeit

Da man bisher nur zwischen der Laboratoriums-Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs und der Betriebswärmeleitfähigkeit der ausgeführten Wärmedämmung unterschieden hat, war es zum besseren Verständnis erforderlich, die einzelnen Begriffe der Wärmeleitfähigkeit und deren Beziehungen zueinander deutlicher aufzuzeigen.

Für einen Dämmstoff ist vom Hersteller der Nennwert der Wärmeleitfähigkeit λ_N anzugeben, entweder bei einer bestimmten Mitteltemperatur, wie z.B. $+10^\circ\text{C}$ oder aber für einen Temperaturbereich in Form einer Kurve oder Tabelle in Abhängigkeit von der Temperatur.

Der Nennwert λ_N basiert auf den Meßwerten der Wärmeleitfähigkeit im Labor; für ebene Stoffe auf der Laboratoriums-Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{\text{Lab,P}}$ nach DIN 52612 oder 52616 und für Rohrdämmstoffe auf dem Meßwert $\lambda_{\text{Lab,R}}$ nach DIN 52613. Der Nennwert λ_N berücksichtigt fertigungsbedingte Qualitätsschwankungen des Herstellers und ist entsprechend abzusichern und zu überwachen.

Die weiteren Einflußgrößen auf die Wärmeleitfähigkeit des eingebauten Dämmstoffes wie Lagenanzahl, Fugen, Struktur- oder Rohdichteänderungen und wirksame Temperaturdifferenz sowie Alterung oder Feuchtigkeit werden mittels Faktoren berücksichtigt und ergeben dann die praktische Wärmeleitfähigkeit λ_{pr} .

Die Betriebswärmeleitfähigkeit λ_B berücksichtigt die Auswirkungen von dämmtechnisch bedingten Wärmebrücken, soweit sie regelmäßig vorkommen, durch additive Zuschlagswerte und ggf. einen baustellen- oder objektbedingten Sicherheitszuschlag des Dämmunternehmens. Die Beziehungen zwischen den einzelnen Begriffen der Wärmeleitfähigkeit werden durch ein Flußdiagramm verdeutlicht, was auch die Basis für die rechnerische Abschätzung von λ_B mit Hilfe der Formeln und Faktoren bildet.

Abschnitt 2.2.2: Wärmeübergang

In dem Abschnitt wurden die Gesetzmäßigkeiten für den Wärmeübergang

ausführlicher behandelt und übersichtlicher dargestellt.

Insbesondere die Gleichungen zur Berechnung des Wärmeübergangskoeffizienten α_k bei freier oder erzwungener Konvektion wurden erweitert und auf verschiedene Flächen und Geometrien von Körpern ausgedehnt. Damit kann der Gesamtübergangskoeffizient $\alpha_a = \alpha_k + \alpha_s$ entsprechend den Randbedingungen und praktischen Gegebenheiten genauer berechnet werden. Für den Praktiker stehen zur Abschätzung des Gesamtübergangskoeffizienten α_a bei freier Konvektion nun Näherungsgleichungen für Rohre und senkrechte Wände zur Verfügung, die den unterschiedlichen Emissionsgrad von Materialoberflächen, von Ummantelungen oder Verkleidungen durch entsprechende Anhaltswerte entsprechend berücksichtigen.

Waagerechte Rohre

$$\alpha_a = A + 0,05 \cdot \Delta\Theta \text{ in } \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Senkrechte Rohre und Wände

$$\alpha_a = B + 0,09 \cdot \Delta\Theta \text{ in } \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

In die Gleichungen sind für A und B die entsprechenden Werte aus nachfolgender Tabelle je nach Materialoberfläche und Ummantelung einzusetzen.

Materialoberfläche	A	B
Aluminium, walzblank	2,5	2,7
Aluminium, oxidiert	3,1	3,3
verzinktes Blech, blank	4,0	4,2
verzinktes Blech, angestaubt	5,3	5,5
austenitischer Stahl	3,2	3,4
Alu-Zink-Blech	3,4	3,6
nichtmetallische Oberfläche	8,5	8,7

$\Delta\Theta$ ist der Wert der Temperaturdifferenz zwischen Materialoberfläche und der Lufttemperatur in K.

Abschnitt 3.1.2: Wärmebrücken

Wegen der zunehmenden Bedeutung für den Wärmeverlust und die Oberflächentemperatur der Dämmung wurde der Abschnitt „Wärmebrücken“ überarbeitet und ausführlicher dargestellt. Für die Praxis wird unterschieden zwischen

- anlagebedingten Wärmebrücken wie Flansche, Armaturen, Rohraufhängungen, auskragende Halterungen und
- dämmtechnisch bedingten Wärmebrücken wie Trag- und Stützkonstruktionen, Befestigungselementen, Abschottungen, Stirnscheiben, Mattenhalter.

Zur rechnerischen Abschätzung des zusätzlichen Wärmeverlusts wird unterschieden, ob die konstruktiven Wärmebrücken in regelmäßigen Abständen oder nur örtlich vereinzelt vorkommen und im Hinblick auf die Gewährleistung, zu wesen Lieferumfang, Zuständigkeit und Verantwortung diese gehören.

Die in Tabellen aufgelisteten Zuschlagswerte sind das Ergebnis umfangreicher FIW-Forschungsarbeiten, die zeigen, daß die bisherigen Zuschlagswerte für metallische Wärmebrücken in vielen Fällen oft unzureichend angesetzt worden sind.

Abschnitt 3.3: Wasserdampfdiffusion

Die Definitionen und Gleichungen in diesem Abschnitt wurden überarbeitet und für Rohrdämmungen ergänzt. Die Näherungsgleichungen mit den vereinfachten Randbedingungen für das *Glaser*-Verfahren wurden neu aufgenommen.

Die Tabelle mit den Anhaltswerten für die Diffusionswiderstandszahl μ von Stoffen und die diffusionsäquivalente Luftschichtdicke s_d von Dampfsperren wurde erweitert.

Abschnitt 4.1.2.3: Wirtschaftliche Dämmschichtdicke

Bei der Bestimmung der Dämmschichtdicke unterscheidet man heute zwischen statischem und dynamischem Kostenminimum, was eine ausführlichere Darstellung der Berechnungsgrundlagen und Einflußgrößen notwendig machte, ergänzt durch entsprechende Rechenbeispiele. Die Richtwerte für wirtschaftliche Dämmschichtdicken von Kühlräumen wurden aufgrund vorliegender Kältepreise neu berechnet und in Tabelle 14 aufgelistet.

Neben diesen wesentlichen Änderungen in der Neuausgabe wurden natürlich weitere Abschnitte überarbeitet und den heutigen technischen Stand angepaßt, insbesondere die Abschnitte „Gewährleistung – Betriebsmessungen und Gewährleistungsvergleich – Gütesicherung nach VDI 2055“.

Es bleibt anzumerken, daß in der Einspruchssitzung zur Neuausgabe am 6./7.7.93 die eingegangenen Einsprüche und Kommentare behandelt wurden und daß die ergänzte Fassung der VDI 2055 vom Richtlinienausschuß einstimmig zum Weißdruck verabschiedet wurde; damit kann die Neuausgabe der Richtlinie noch in diesem Jahr erscheinen.