

Gesundheits-Ingenieur

Zeitschrift für Hygiene, Gesundheitstechnik, Bauphysik

mit den Fachgebieten Heizungs- und Klimatechnik, Haustechnik, Wasser, Abwasser, Umweltschutz
 In Verbindung mit dem Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes, Berlin-Dahlem; Bayerischen Landesamt für Umweltschutz, München; Institut für Bauphysik der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V., Stuttgart und Holzkirchen, und der Gesundheitstechnischen Gesellschaft, Berlin
 Herausgegeben von W. LIESE und K. W. USEMANN
 unter Mitwirkung von F. Baum, H. Künzel, W. Niemitz, E. Sprenger

VERLAG R. OLDENBOURG, MÜNCHEN · 98. JAHRGANG 1977 HEFT 11 SEITE 289 – 332

Einfluß von Wärmebrücken auf den Wärmeschutz von Konstruktionen des Wohn- und Industriebaus

Dipl.-Ing. J. ACHTZIGER

Aus dem Forschungsinstitut für Wärmeschutz e. V., München

Im Rahmen eines AIF-Forschungsvorhabens wurde der Einfluß von Wärmebrücken auf den Wärmedurchgang von einigen typischen Konstruktionen des Wärme- und Kälteschutzes untersucht.

Für die experimentelle Ermittlung der Erhöhung des Wärmedurchgangs und der Änderung des Temperaturfeldes in den Bauteilen durch die Wärmebrücken wurde eine schwenkbare Versuchsanlage gebaut. Diese Meßeinrichtung ermöglicht es, sowohl den gesamten Wärmedurchgang, als auch die örtlichen Wärmestromdichten und Temperaturen ohne Störung durch die verwendeten Meßgeräte zu bestimmen.

Problemstellung

Die zunehmende Anwendung von Leichtbauweisen auf dem Gebiet des Wärme- und Kälteschutzes zur Einsparung von Kosten und Materialgewicht führt zwangsläufig zur Trennung von tragenden und wärmedämmenden Teilen der Konstruktion. Die Herstellung hochwertiger Wärmedämmstoffe aus Mineralfasern und Schaumstoffen förderte diese Entwicklung.

Die statisch beanspruchten Rahmenkonstruktionen oder Verbindungen aus Stahl, Aluminium, Stahlbeton, Kunststoffen und dgl. stellen aber Bauteile mit wesentlich höherer Wärmeleitfähigkeit dar als die Ausfachungen aus leichten Dämmstoffen.

Rechnerische Methoden zur Bestimmung des Wärmedurchlaßwiderstandes von derartigen Konstruktionen berücksichtigen im allgemeinen nur den Wärmestrom senkrecht zu den

Wandoberflächen, während der dazu quer laufende Wärmestrom vernachlässigt wird. Diese Annahmen sind unzutreffend bei größeren Unterschieden der Wärmeleitfähigkeiten von Wärmebrücken und Ausfachungen. Genaue Lösungen erhält man, wenn man numerische Rechenverfahren anwendet, wobei die Differentialgleichungen in Differenzgleichungen umzuwandeln sind. Bei komplizierten Bauteilen können diese Methoden durch die Aufstellung des Rechenprogramms sehr zeitraubend und kostspielig werden.

Weitere Lösungsmöglichkeiten bestehen in der Anwendung von Analogieverfahren, die darauf beruhen, daß dieselben Differentialgleichungen nicht nur thermische, sondern auch physikalische, insbesondere elektrische Vorgänge beschreiben. Für die vorliegenden Untersuchungen wurde der Weg der experimentellen Bestimmung des Einflusses von Wärmebrücken gewählt.

Versuchsapparatur

In Anlehnung an DIN 52 611 „Bestimmung des Wärmedurchlaßwiderstandes von Wänden und Decken“ wurde ein Versuchsstand nach dem Heizkastenverfahren gebaut [1]. Dabei mußte von den allgemein üblichen Meßflächen von 0,5 m x 0,5 m abgegangen werden. Die heutige Entwicklung von geschoßhohen Fertigbauteilen und Bauelementen entsprechender Ausmaße im Kühlraumbau fordert größere Versuchseinrichtungen. Da außerdem die Probekörper in der Lage, die ihrer praktischen Anwendung entsprechen, geprüft werden müssen, war es erforderlich, den Versuchsstand drehbar auszuführen. Als Kompromiß zwischen der daraus resultierenden konstruktiven Lösungsmöglichkeit und der Forderung nach großen Probekörpern wurde die Meßfläche mit 1,5 m x 1,5 m festgelegt. Das entspricht etwa der halben Geschoßhöhe von Bauteilen.

Bild 1 zeigt ein Schema des Meßprinzips. Der Probekörper wird als Trennwand oder Trenndecke zwischen zwei Räumen unterschiedlicher Temperaturen eingebaut. Die Lufttemperatur in diesen Räumen wird konstant gehalten, so daß im Beharrungszustand ein gleichbleibender Wärmestrom durch den Probekörper fließt. Der Wärmedurchlaß- oder -durchgangswiderstand des Prüfobjekts ergibt sich aus der Temperaturdifferenz zwischen den Oberflächen des Probekörpers bzw. zwischen den Lufttemperaturen in Heiz- und Kühlkasten sowie der Wärmestromdichte im Probekörper. Beim Einbau des Probekörpers ist darauf zu achten, daß der Wärmestrom im Bereich der Meßfläche senkrecht zur Oberfläche des Probekörpers fließt. Diese Forderung wird durch die Wahl eines im Verhältnis zur Meßfläche genügend großen Probekörpers oder durch eine ausreichende Wärmedämmung der Stirnflächen der Probe erfüllt. Zur Bestimmung der Wärmestromdichte wird auf die Probekörperoberfläche mit der höheren Temperatur der Heizkasten aufgesetzt. Die Temperatur an den Heizkastenwänden muß so geregelt werden, daß eine Wärmeübertragung durch diese Wände im Rahmen der Meßunsicherheit vernachlässigbar klein ist. Das geschieht im allgemeinen durch Abgleich der Luft-

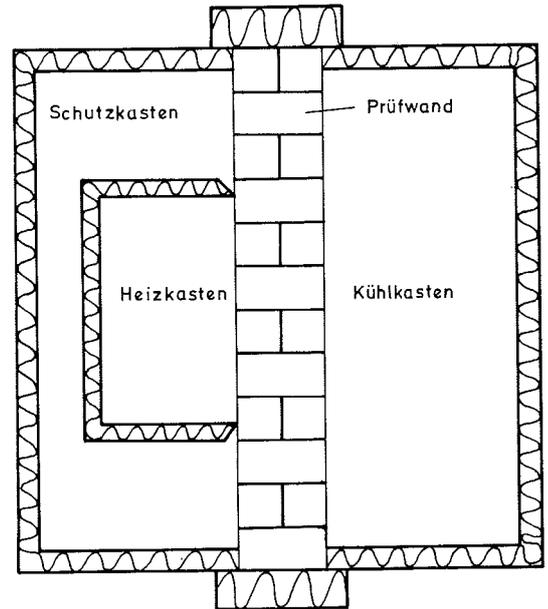


Bild 1. Schematische Darstellung der Heizkastenmethode.

temperaturen in Heiz- und Schutzkasten. Aus Gründen der Raumeinsparung, einer besseren Luftführung im Schutzkasten und zur Vermeidung geringster Wärmeströme durch die Heizkastenwänden wurde eine Apparatur konzipiert, wie sie in Bild 2 dargestellt ist.

Die Innenflächen des Heizkastens sind mit Wärmestrommeßplatten [2] ausgekleidet. Dahinter befindet sich eine elektrische Flächenheizung, welche nach außen durch Kühlplatten abgedeckt ist. Mit Hilfe dieses Kühlschlängensystems kann die Heizkastentemperatur unter die Raumlufttemperatur abgesenkt werden. Die elektrischen Flächenheizungen werden über die mit einer Thyristorregleinrichtung verbundenen Wärmestrom-Meßplatten derart automatisch gesteuert, daß eine Wärmezu- oder -abfuhr durch die Heizkastenwände verhindert wird. Die Luftumwälzung erfolgt über die gesamte Breite des Heizkastens mit einem stufenlos regelbaren

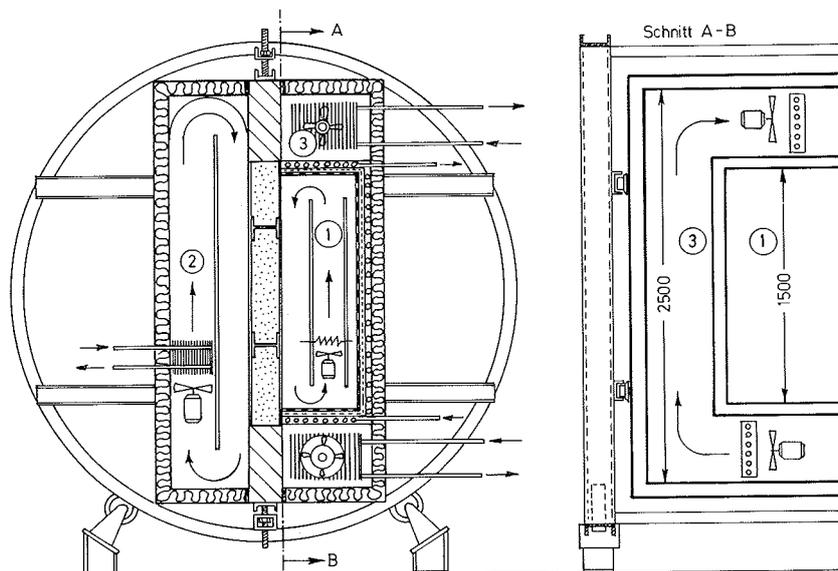


Bild 2. Drehbarer Wand- und Deckenprüfstand.
 1 Heizkasten
 2 Kühlkasten
 3 Schutzring

Querstromgebläse, dessen Antriebsmotor sich ebenfalls im Heizkasten befindet. Der konzentrisch um den Heizkasten angrenzende Luftraum wird zur Vermeidung von Randeinflüssen auf die gleiche Temperatur wie der Heizkasten geregelt. Auf der gegenüberliegenden Seite überdeckt der Kühlkasten die gesamte Fläche von Probekörper und Stirnseitendämmung. Die Temperierung erfolgt über einen Wärmetauscher. Für die Luftumwälzung sorgen Querstromgebläse. Diese sind wie auf der Warmseite stufenlos regelbar, so daß beliebige Wärmeübergangskoeffizienten eingestellt werden können. Heiz- und Kühlkasten sind seitlich verschiebbar in Rollen gelagert und können über einen Drehkranz in jede Lage gebracht werden. *Bild 3* zeigt die Gesamtansicht des Prüfstandes mit auseinandergefahrenem Heiz- und Kühlkasten.

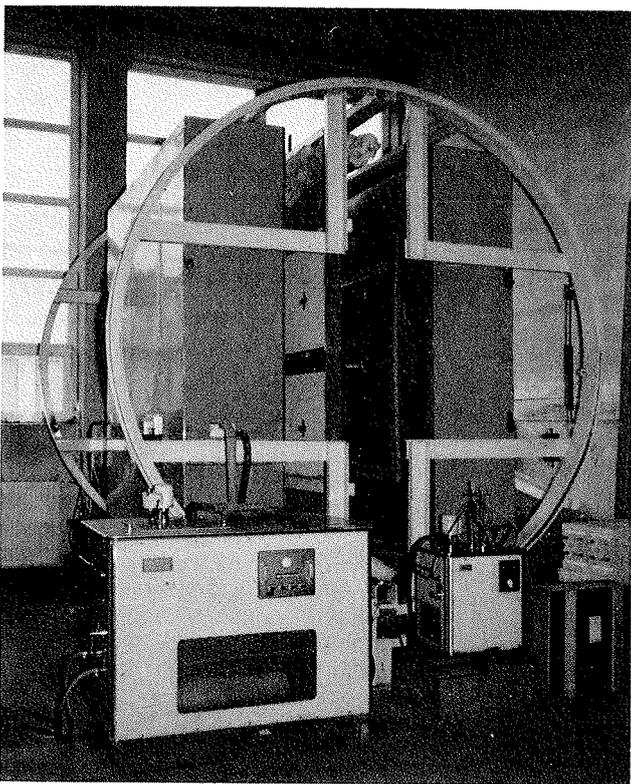


Bild 3. Gesamtansicht des Wand- und Deckenprüfstandes.

Versuchsdurchführung

Probekörper mit gut wärmeleitenden Oberflächen werden zweckmäßigerweise in den Abmessungen des Heizkastens angefertigt. Der Schutzring ist dabei mit einem hochwertigen Dämmstoff auszufüllen.

Probekörper, die kleiner sind als die Heizkastenöffnung, werden in eine Maske bekannten Wärmedurchlaßwiderstandes eingebaut. Lediglich bei Holzfachwerkstrukturen oder ähnlichem scheint es vertretbar, den Aufbau über die Meßzone hinaus in den angrenzenden Schutzring fortzuführen, ohne dadurch das Meßfeld durch Querleitung im Prüfkörper zu beeinflussen.

In Anlehnung an DIN 52611 wurde nach Möglichkeit die Lufttemperatur im Heizkasten auf ca. 20°C und im Kühlkasten auf 0°C gebracht.

Der Beharrungszustand der Wärmeströmung stellte sich dann je nach Wärmebeharrungsvermögen der zu untersuchenden Teile nach 1 bis 3 Tagen ein. Die Lufttemperaturen und die Temperaturen am Probekörper wurden mit Thermoelementen gemessen. Die Wärmestromdichte errechnete sich aus der Gesamtleistungsaufnahme der im Heizkasten installierten elektrischen Widerstandsheizung und des Gleichstromgebläsemotors. In besonderen Fällen ist der Wärmedurchlaßwiderstand an der Wärmebrücke durch eine Messung mit einem 0,4 mm dicken Wärmestrommesser [3] von 30 mm × 30 mm Meßfläche ermittelt worden. Die Wärmeübergangskoeffizienten lagen im Raum mit der höheren Temperatur unter 12 und im anderen Raum unter 23 W/(K m²).

(wird fortgesetzt)

Briefe an die Herausgeber

Klimatisierung

Mit großem Interesse habe ich den Aufsatz von Dipl.-Ing. H. Lenz „Klimatisierung“ im Gesundheits-Ingenieur Heft 4/77 gelesen. Streng systematisch wird hier gezeigt, wo man Klimaanlage oder Lüftungsanlagen braucht und wo man auch ohne sie auskommt. Der Aufsatz besticht durch seine Sachlichkeit.

Schade ist allerdings, daß sich der Autor nicht dazu durchringen kann, auch die Luftschadstoffe in den Komplex Aufgaben der Klimaanlage einzubeziehen. Nach Lenz erfüllen Klimaanlage vorwiegend die Aufgabe, die thermische Behaglichkeit zu beeinflussen. Diese Definierung dürfte nicht mehr zeitgemäß sein.

Auch in normalen Aufenthaltsräumen wird man sich künftighin mit den Luftschadstoffen beschäftigen müssen, insbesondere auch mit dem CO₂-Gehalt. Lenz vertritt hier die konservative Auffassung, daß die Klimatisierung praktisch nur für die thermische Behaglichkeit zuständig ist.

Ing. (grad.) G. Keller
Postfach 210148, 7500 Karlsruhe 21.

Hinsichtlich Ihrer Fragestellung ist, glaube ich, erst einmal ein kleines Begriffs-Mißverständnis auszuräumen.

Die Hauptaufgabe aller Lüftungstechnischen, oder wie wir jetzt sagen wollen, raumluftechnischen Anlagen, ist die Lufterneuerung und damit die Schadstoffentfernung. Die Klimaanlage als Untergruppe hat als besondere Aufgabe in Aufenthaltsräumen die thermische Behaglichkeit zu schaffen und ist deshalb mit der entsprechenden thermodynamischen Luftaufbereitung ausgestattet. Zu dieser speziellen Aufgabe ist von mir Stellung genommen worden. Die Lüftungsaufgabe ist als selbstverständliche Voraussetzung von mir nur gestreift worden (siehe G.I. Heft 4/1977, S. 89, 5. Absatz).

Nach wie vor bin ich allerdings der Ansicht, daß der CO₂-Gehalt lediglich ein indirekter Maßstab für die Verschlechterung der Luftqualität, bezogen auf Gerüche und ähnliche Beimengungen, ist.

Der minimale CO₂-Gehalt von 0,1 bis 0,15%, der als Grenzwert für die Luftverschlechterung angesehen wird, liegt weit ab vom zulässigen MAK-Wert. Zu weiteren Aussagen fühle ich mich eigentlich nicht berufen und darf auf die zuständigen Hygiene-Fachleute verweisen.

Sicher ist es notwendig, die Ansaugöffnung für eine Lüftungs- oder Klimaanlage dorthin zu legen, wo die Vorbelastung mit Schadstoffen so gering wie möglich ist, trotzdem man sich bei der Fensterlüftung hierüber relativ wenig Gedanken macht. Die Umweltbelastung durch Lärm ist doch ein viel häufigerer Anlaß, zur mechanischen Lüftung oder zur Klimatisierung als eine Schadstoffvorbelastung.

Ich kann mich also der Auffassung von der allgemein zu stark mit Kohlendioxyd belasteten Luft nicht anschließen.

*Dipl.-Ing. H. Lenz
Berliner Str. 13, 5000 Köln 40.*

Zeitschriften-Umschau

Haberer, K. u. Normann, S.: Über die Bedeutung des pH-Wertes bei der Flockung organisch belasteter Wässer. *gwf-wasser/abwasser* 118 (1977), S. 234.

Verff. haben experimentell geklärt, daß der auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten optimale Flockungs-pH-Wert stark von der Wasserbeschaffenheit abhängt. Beispielsweise beim Rheinwasser zeigte sich, daß durch die Flockung im sauren und alkalischen Bereich wesentlich bessere Ergebnisse erzielt wurden als im üblicherweise angewandten neutralen Bereich. Art des Flockungsmittels spricht mit; Rührbedingungen und Temperatur haben keinen Einfluß auf die Entnahme gelöster organischer Stoffe, wohl aber auf Trübstoffentfernung, Sedimentier- und Filtrierbarkeit der Flocken. Um die optimale Arbeitsweise festzulegen, müssen für jeden Einsatz und jede Rohwasserart zunächst eingehende Untersuchungen über die pH-Abhängigkeit, möglichst unter Anwendung verschiedener Flockungsmittel, vorgenommen werden. *L.*

Schrader, G. u. G. Völksch: Untersuchungen über den Staubgehalt in Wohnräumen und seine Beeinflussung durch Trockenreinigungsmethoden. *Z. ges. Hyg.* Bd. 22 (1976) S. 649.

Über die Staubbelastung von Wohnräumen liegen nur sehr wenige Untersuchungen vor. Eine Beurteilung des Staubgehaltes in Wohnräumen setzt Kenntnisse über die Lungengängigkeit der Staubpartikel voraus. Es wird ein kurzer Überblick über die Retention der Teilchen im Bronchialsystem und über die im Wohnraum anfallenden Stäube hinsichtlich Art, Teilchengröße und Teilchendichte gegeben.

Die Untersuchungen zum Staubgehalt in Wohnungen mit einem Staubmeßgerät in einer Neubauwohnung zeigen, daß die vier ausgewählten Arbeitsgänge fegen mit dem Besen, bettenmachen, kehren mit einem mechanischen Teppichreiniger, staubsaugen, den Staubgehalt im Wohnraum beeinflusst. Während leistungsfähige Staubsauger den Staubgehalt nur gering und kurzfristig beeinflussen, führen fegen und bettenmachen zu einer starken Belastung mit größeren Partikeln. Das Benutzen mechanischer Teppichkehrmaschinen führt zum Konzentrationsanstieg auch lungengängiger Staubpartikel in der Raumluft. Es wird außerdem deutlich, daß der Konzentrationsanstieg der großen Teilchen im

Wohnraum im wesentlichen durch menschliche Aktivitäten hervorgerufen wird, während Veränderungen in der Konzentration kleiner Teilchen im Wohnraum auf Konzentrationsschwankungen dieser Teilchen in der Außenluft zurückzuführen sind. *S.*

Cluzel, D.: Comportement d' un reseau de ventilation mecanique controlee en cas d' incendie. *Promoclim E* Bd. 7 (1976), S. 165.

In dem Aufsatz „Verhalten eines Kanalnetzes im Brandfalle bei gesteuerter mechanischer Lüftung“ untersucht der Autor die in Frankreich künftige gesetzliche Regelung, bei der der Druckverlust einer Abluftöffnung und dem Verbindungskanal größer sein muß als 50 Pa und vergleicht diesen Wert mit der Rohrnetzrechnung. Der 1. Teil der Arbeit enthält die theoretische Untersuchung, ein 2. Teil berichtet von einer experimentellen Prüfung eines 15 geschossigen Gebäudes. Nach den Ergebnissen besteht kein Risiko, daß sich unter der geforderten Prämisse ein Brand durch das Luftkanalnetz aus irgendeinem Raum bis zu den oberen Geschossen verbreiten kann. — 18 Abb., 8 Tab., 5 Lit. *—mm.*

Buchbesprechungen

Firmenhandbuch der Klima- und Kältewirtschaft

Warenkatalog der Klima-, Kälte- und Zubehörindustrie — Bundesrepublik — Österreich — Schweiz. Karlsruhe: Verlag C.F. Müller 1976. 16., völlig Neubearb. u. erw. Aufl. Preis 30,— DM.

Das neue „Firmenhandbuch“ ist eine unerschöpfliche Informationsquelle für die Einkaufsabteilung, für das Konstruktionsbüro, für den Vertrieb, für die Werbeabteilung, für die Marktforschung, für die Produktion, für das Sekretariat, für die Telefonzentrale, kurz für alle, die im Bereich der Klima- und Kältewirtschaft tätig sind und auf aktuelle Informationen nicht verzichten können. *S.*

Höbel, P.: HOAI-Praxis. Anleitung zur Anwendung der neuen Honorarordnung für Architekten.

Berlin, Wiesbaden: Bauverlag GmbH 1977. 114 S., Preis 24,— DM.

Das vorliegende Buch ist bestimmt für Architekten, Landschaftsarchitekten, Bausachverständige, Grundstücksschätzer, Bauträger, private und öffentliche Auftraggeber.

Behandelt werden die folgenden Teile der HOAI: Teil I (Allgemeine Vorschriften). Teil II (Leistungen bei Gebäuden, Freianlagen und Innenräumen). Teil III (Zusätzliche Leistungen). Teil IV (Gutachten und Wertermittlungen). Teil VI (Landschaftsplanerische Leistungen). Von insbesondere Interesse sind die verschiedenen Honorar-Berechnungsbeispiele und die Hinweise auf die eingetretenen Veränderungen in der Zusammenarbeit zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer, z. B. auch bei Sonderleistungen. Der neue Architektenvertrag ist ebenso abgedruckt wie die Allgemeinen Vertragsbestimmungen zum Architektenvertrag (AVA) vom November 1976. *K.W.U.*

(Fortsetzung auf Seite 329)

Einfluß von Wärmebrücken auf den Wärmeschutz von Konstruktionen des Wohn- und Industriebaus

Dipl.-Ing. J. ACHTZIGER

Aus dem Forschungsinstitut für Wärmeschutz e. V., München

(Fortsetzung von Heft 11/1977)

Der zweite Teil berichtet über Versuchsergebnisse der Vergleichsversuche. Fensterkonstruktion mit Aluminiumrahmen, Holz-Fertigteildecke, Beton-Sandwichelemente, Element aus dem Schiffbau und Kühlraumtüren.

V Versuchsergebnisse

Vergleichsversuche

Zur Kontrolle des Prüfstandes wurden Stoffe mit bekanntem Wärmedurchlaßwiderstand gemessen. Da dieser Wert nur mit Geräten kleiner Meßfläche, i. a. 0,5 m × 0,5 m, vorher ermittelt werden konnte, mußten die Stoffe ein möglichst gleichmäßiges Gefüge aufweisen, welches praktisch keine Unterschiede in der Wärmeleitfähigkeit erwarten ließ. Die Wahl fiel zunächst auf Gasbeton-Wandbauplatten, die fugendicht zu einem 200 mm dicken Probekörper von 1,6 m × 1,6 m zusammengesetzt wurden. Die Abweichung der ermittelten Wärmeleitfähigkeit bei 10°C Mitteltemperatur betrug gegenüber der Messung im Plattengerät nach DIN 52612 [4] und im Wandprüfstand nach DIN 52611 unter Verwendung von Wärmestrommessern nur 2%. Für eine weitere Untersuchung dienten Platten aus extrudiertem Polystyrol-Hartschaum mit 60 mm Dicke.

Bei gleichen Mitteltemperaturen betrug die im Plattengerät ermittelte Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 0,0300 \text{ W/(K m)}$ und im Wandprüfstand $\lambda = 0,0306$. Die Abweichung beider Meßwerte war mit ebenfalls 2% sehr gering und lag innerhalb der Meßunsicherheit. Nach Umbau der Versuchsanordnung von der halbautomatischen, teilweise von Hand eingeregelter Schutzheizung auf eine automatische Thyristorsteuerung wurde nochmals ein Vergleichsversuch durchgeführt. Diesmal wurde die im Heizkasten durch Widerstandsheizung und Gebläsemotor erzeugte Wärmemenge mit Hilfe von Wärmestrommessern kontrolliert, welche auf einer Holzspanplatte montiert in die Meßflächenöffnung des Heizkastens eingebracht werden konnten. Neun genau kalibrierte Wärmestrommesser mit 0,5 m × 0,5 m Kantenlänge deckten dabei die gesamte Meßfläche von 1,5 m × 1,5 m ab. Die Werte für die im Heizkasten erzeugte und die gemessene Wärmestromdichte lagen wiederum innerhalb der Meßunsicherheit. Durch die hohe Empfindlichkeit der Wärmestrommesser zeigte es sich, daß die Kompensierung des Wärmestroms durch die Begrenzungsflächen des Heizkastens größte Genauigkeit erfordert. Kleinste Abweichungen kön-

nen bereits erhebliche Meßfehler zur Folge haben, welche verstärkt mit geringer werdenden Wärmestromdichten durch den Probekörper auftreten.

Im Rahmen der Vergleichsversuche soll auch die Kalibrierung der Maske für Messungen an Probekörpern mit kleineren Abmessungen als die Öffnung des Heizkastens beschrieben werden. Die Maske besteht aus 50 mm dicken Polystyrol-Hartschaumplatten mit einer beidseitigen Beschichtung aus Asbestzementtafeln. Die Außenabmessungen betragen 2,5 m × 2,5 m. In der Mitte befindet sich eine variable Öffnung zur Aufnahme des Probekörpers, welcher bei der Kalibrierung aus einer Polystyrol-Hartschaumplatte bekannter Wärmeleitfähigkeit bestand. Damit konnte der Wärmedurchlaßwiderstand der Maske bestimmt werden. Bei der Messung selbst wurde durch Ermittlung der Temperaturdifferenz an der Maske die durch sie hindurchfließende Wärmemenge gemessen und von der im Heizkasten erzeugten Wärmemenge abgezogen. Die Differenz ist der Wärmestrom durch den Probekörper.

Fensterkonstruktion mit Aluminiumrahmen

Zur Zeit werden von der Fensterindustrie verschiedene Verbesserungen vorgeschlagen, die die Wärmedämmung des Rahmens durch Unterbrechung der metallischen Wärmebrücken durch Kunststoffeinsätze oder -ummantelungen erhöhen sollen. Es wurden daher vom gleichen Hersteller angefertigte Fenster mit reinem Aluminiumrahmen und Aluminiumrahmen mit vorgesetzten Kunststoffprofilen untersucht (s. Bild 4).

Die Fensterfläche einschließlich Stockrahmen betrug 1 m², wobei der Rahmenanteil 36% ausmachte. Die Verglasung bestand aus Isolierglas mit 12 mm Luftzwischenraum. Die Versuchsergebnisse sind in Bild 4 schematisch dargestellt. Der mittlere Wärmedurchgangskoeffizient des Fensters mit Kunststoff-Auflage des Rahmens ist unter vergleichbaren Anteilen von Rahmen und Scheibe etwa 17% geringer als der des Fensters mit reinen Aluminiumprofilen. Die Oberflächentemperaturen am Rahmen nähern sich denjenigen an der Scheibe an.

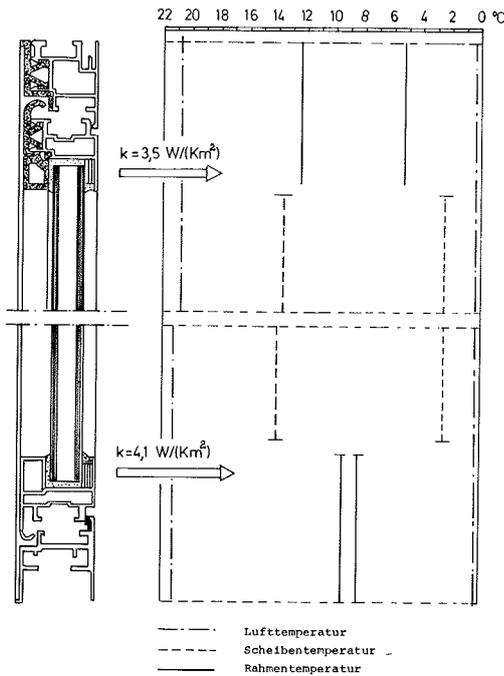


Bild 4. Schnitt durch Fensterprofile und Darstellung der Oberflächentemperaturen.

Eine flächenanteilige Mittelung der Wärmedurchgangskoeffizienten der Isolierverglasung und des ungedämmten Rahmens ergibt einen k -Wert für das Fenster, welcher exakt mit dem Meßwert übereinstimmt. Dabei wurde für die Verglasung der aus Luftschicht und Scheibe berechnete Wert $k = 3,0 \text{ W/(K m}^2\text{)}$ und für den Rahmen $k = 5,9$ bis $6,0 \text{ W/(K m}^2\text{)}$ eingesetzt, wobei in den letzten Wert nur die Wärmeübergangswiderstände eingehen und der geringe Wärmedurchlaßwiderstand des Rahmens praktisch vernachlässigt wird.

Überträgt man auf die wärmegeämmte Konstruktion die Annahme, daß sich der Rahmen nur flächenanteilig auf den Gesamtwärmedurchgangskoeffizienten auswirkt, so errechnet sich unter Zugrundelegung von $k = 3,0$ für die Verglasung und $k_F = 3,5$ als Meßwert für das Fenster ein Wärmedurchgangskoeffizient von $k = 4,2$ für den wärmegeämmten Rahmen.

Ein weiterer Versuch an einem Fenster mit durch Kunststoffprofilen und hartem Schaumkunststoff thermisch getrennten Alu-Rahmenprofilen zeigte bei der Messung der k -Werte für das gesamte Fenster, der Verglasung und des Rahmens, daß auch hier ein flächenanteiliger Vergleich möglich ist. Es wäre daher in eingehenderen Untersuchungen zu klären, ob der Wärmedurchgangskoeffizient auf einfache Art und für beliebige Rahmenanteile durch die alleinige Messung des Rahmens und die Kombination mit Verglasungsarten bekannten Wärmedurchgangs bestimmt werden kann. Darüber hinaus ist zur Entwicklung wärmetechnisch hochwertiger Rahmenkonstruktionen ein Meßverfahren anzustreben, das schnell und ohne den verhältnismäßig hohen Aufwand einer Fenstermessung den Wärmedurchgangskoeffizienten des Rahmens liefert. Zu diesem Zweck wurde ein 50 cm langer Ausschnitt des Profilrahmens der

letzten besprochenen Konstruktion entsprechend der Wärme­stromrichtung beim praktischen Einbau zwischen zwei Temperierplatten eingebracht und an den Seiten- und Stirnflächen mit einem Dämmstoff eingehüllt (Bild 5).

Die Oberflächentemperaturen wurden mit Thermoelementen gemessen, die Bestimmung der Wärmestromdichte erfolgte mit Hilfe von zwei ca. 0,5 mm dicken Wärmestrom-Meßplatten, welche an den gegenüberliegenden Oberflächen des Profils angebracht waren. Aus der Temperaturdifferenz der Oberflächen und der Wärmestromdichte konnte dann der Wärmedurchlaßwiderstand ermittelt werden, welcher unter rechnerischer Einbeziehung der Wärmeübergangskoeffizienten nach DIN 4108 [5] den Wärmedurchgangskoeffizienten ergab. Dieser stimmte mit $k = 3,44$ sehr gut mit dem Ergebnis des Wandprüfstandes mit $k = 3,45$ überein.

Bei vorspringenden kastenförmigen Profilen ist der Einbau zwischen Temperierplatten nicht möglich. Entsprechend der praktischen Verwendung wird das Profil mit einer Trennwand aus Dämmstoffplatten zwischen zwei Räume unterschiedlicher Lufttemperatur eingebracht. Auch hier kann der Wärmedurchlaßwiderstand bestimmt werden, da die gutleitenden Aluminiumprofile an der Oberfläche ein genügend ausgedehntes, gleichmäßiges Isothermenfeld garantieren.

Holz-Fertigteildecke

Die Holzdecke, welche als Fertigteildach beim Bau vorfabrizierter Häuser verwendet wird, bestand aus Holzbindern mit dazwischenliegenden Mineralfasermatten und einer Belankung aus Holzspanplatten. Die Mattendicke betrug etwa die Hälfte der Binderhöhe, so daß sich über der Matte ein Luftraum befand, der unterschiedlich belüftet werden konnte. Der Einbau erfolgte mit Wärmestromrichtung von unten nach oben. Dabei haben Wärmestrom und natürlicher Auftrieb die gleiche Richtung, was zu den ungünstigsten Wärmeübertragungsverhältnissen führt, die allerdings auch

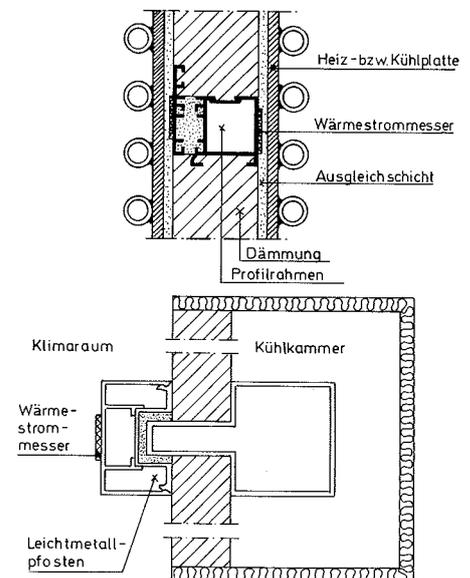


Bild 5. Bestimmung des Wärmedurchlaßwiderstandes von Metallprofilen.

in der Praxis bei Beheizung des Innenraumes im Winter auftreten. Im Deckenelement mit den Abmessungen $2,55 \text{ m} \times 2,55 \text{ m} \times 0,23 \text{ m}$ waren 45 Thermoelemente zur Bestimmung der Temperaturverteilung in den einzelnen Schichten und des Temperaturgefälles in Wärmestromrichtung eingebaut. Der Luftraum über der Mineralfasermatte wurde durch verschieden große Öffnungen unterschiedlich belüftet. Zuerst erfolgte eine Messung ohne Hinterlüftung der Dachschale. Da sich die Oberflächentemperaturen im Bereich der Sparren und des Gefachs kaum unterschieden, kann für derartige Untersuchungen der Wärmedurchlaßwiderstand ohne Einbeziehung der Wärmeübergangsverhältnisse bestimmt werden. Der ermittelte Wärmedurchlaßwiderstand $1/\Lambda = 2,53 \text{ Km}^2/\text{W}$ lag nur 6 % über dem Wert, welcher unter Zugrundelegung der Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit nach DIN 4108 für die einzelnen Baustoffe erhalten wird. Der Vergleich zeigt, daß für Mehrschichtkonstruktionen mit parallel zum Wärmestrom liegenden Teilen die Berechnung unter Berücksichtigung der flächenanteiligen Wirkung der Einzelschichten keine falschen Werte ergibt, solange die Wärmeleitfähigkeiten der verwendeten Teile nicht zu sehr voneinander abweichen. Das Verhältnis betrug im vorliegenden Fall etwa 1:4. Bei den weiteren Versuchen wurden am Rande der Meßfläche zwei parallel verlaufende Lüftungsschlitze in die Dachhaut eingefräst. Bei einem auf die Meßfläche bezogenen Gesamtlüftungsquerschnitt von 0,5 % erhöhte sich der Wärmeverlust gegenüber der nicht hinterlüfteten Konstruktion um 1 %, bei einem Lüftungsquerschnitt von 10 % um 26 %. Die vollkommene Hinterlüftung durch Entfernen der oberen Dachschale ergab wieder vergleichbare Meßwerte, die mit $1/\Lambda = 1,65$ etwa 6 % über dem rechnerischen ermittelten Wärmedurchlaßwiderstand nach DIN 4108 liegen, und durch Einsetzen von niedrigeren Wärmeleitfähigkeitswerten, wie sie den Versuchsbedingungen im praktisch trockenen Zustand eher entsprechen, genau mit dem Meßergebnis übereinstimmen.

Bei der Berechnung des Wärmeschutzes hinterlüfteter Fachwerkkonstruktionen wird derart vorgegangen, daß für den Bereich des Holzrahmens nur der Wärmedurchlaßwiderstand für eine Rahmendicke berechnet wird, welche der Dicke der danebenliegenden Dämmschicht im Gefach entspricht. Der über die Dämmschicht in den Luftraum hinausragende Teil des Rahmens bleibt unberücksichtigt. Diese Annahme findet in den Versuchsergebnissen ihre Bestätigung. Wird für den Holzrahmen eine größere Dicke als 70 mm eingesetzt, errechnet sich ein mittlerer Wärmedurchlaßwiderstand für die Konstruktion, welcher günstiger ist als der Meßwert. Der Temperaturverlauf in der Decke entsprechend Bild 6 zeigt ebenfalls, daß im Rahmen ab Oberkante Dämmschicht kein konstantes Temperaturgefälle mehr gegeben ist und etwa in der Mitte des belüfteten Rahmenteils praktisch die äußere Oberflächentemperatur erreicht wird.

Beton-Sandwichelemente

Für vorgefertigte Außenwandtafeln im Hochbau kommen Konstruktionen zum Einsatz, welche aus zwei Betonschichten und einer dazwischenliegenden Dämmschicht bestehen.

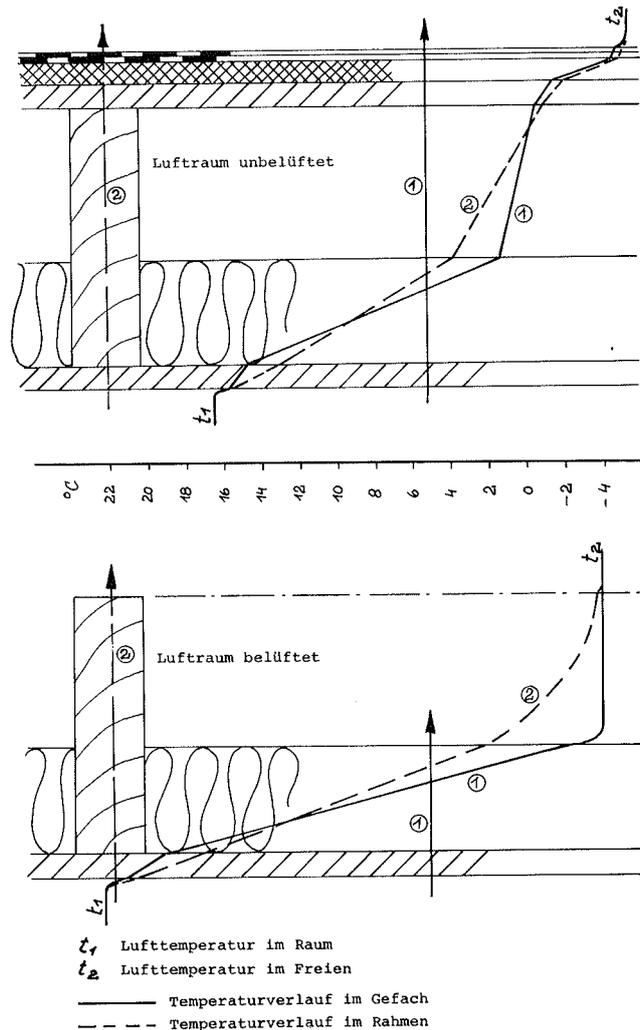


Bild 6. Temperaturverlauf im Dachelement.

Aus statischen Gründen müssen die beiden Betontafeln miteinander verbunden werden, was meist mit Hilfe von Stahlankern geschieht (Bild 7). Diese werden durch die Wärmedämmschicht hindurchgeführt und stellen Wärmebrücken dar.

Untersucht wurden drei unterschiedliche Ankersysteme. Der Kronenanker ist in Bild 7 dargestellt, die Form des „deha“-Verbundankers ist dem Bild 8 zu entnehmen und der sog. Manschettenanker besteht aus einer gelochten Stahlbüchse von 80 mm bzw. 180 mm Durchmesser und 1 mm Wandstärke. Während die Traganker im Schwerpunkt der Sandwichplatten befestigt sind, werden an den Plattenrändern speziell geformte Verbundnägel angeordnet, welche das Auseinanderklaffen der Betonscheiben verhindern. Die Drahtstärke der Nägel beträgt in der Regel 2 mm. Bezüglich eines Wärmebrückeneinflusses können sie aufgrund der Untersuchungen vernachlässigt werden.

In der Tab. 1 sind die Meßergebnisse zusammengestellt. Für 2 Wandaufbauten in Verbindung mit unterschiedlichen Verbindungssystemen der Betonschalen werden die Meßwerte für den Wärmedurchlaßwiderstand unter praktischen Bedingungen angegeben und mit Wärmedurchlaßwiderständen verglichen, welche ohne Berücksichtigung der Anker

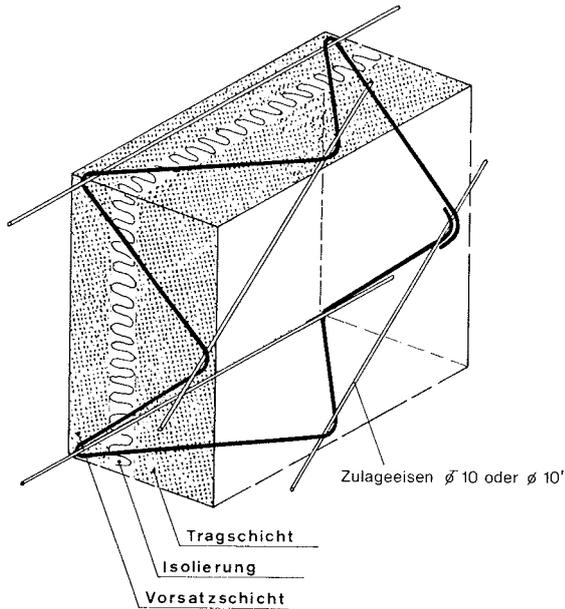


Bild 7. Eingebauter KM-Verbundanker ohne Plattenbewehrung dargestellt.

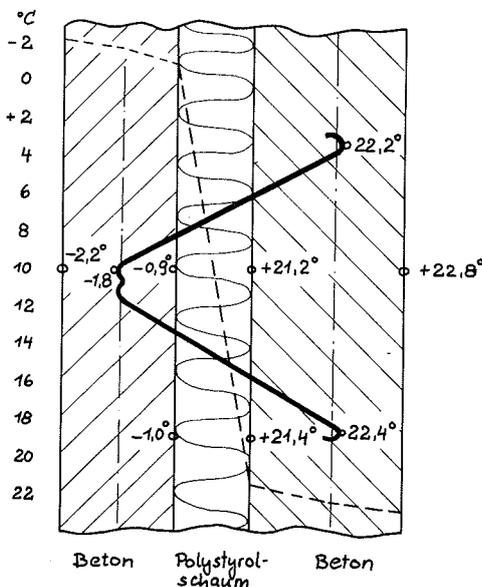


Bild 8. Dreischichtenplatte.

berechnet wurden. Während das Sandwichelement mit der 50 mm dicken Polystyrol-Hartschaum-Wärmedämmung vom Betonwerk fertig angeliefert wurde, handelt es sich bei der zweiten Wand um zwei im Forschungsinstitut hergestellte Betontafeln, welche mit der 40 mm dicken Wärmedämmung zu einem 3-Schichten-Element an den Plattenrändern verklammert werden konnte. Auf diese Weise war es möglich, als Bezugsgröße den Wärmedurchlaßwiderstand ohne Anker zu bestimmen. Dieser stimmt mit $1/\Lambda = 1,18 \text{ Km}^2/\text{W}$ sehr gut mit dem berechneten Wert überein, wenn man für die Wärmeleitfähigkeit des Betons $\lambda = 1,50 \text{ W}/(\text{Km})$ und des Polystyrol-Hartschaums $\lambda = 0,037$ einsetzt. Durch nachträgliches Einsetzen von Ankern in die beiden Betontafeln mit den entsprechenden Durchdringungen der Dämmschicht können dann die verschiedensten Verbindungssysteme untersucht werden. Anhand der Meßergebnisse ist zunächst festzustellen, daß die Wärmedämmwerte durch die Anbringung von Ankern unterschiedlich vermindert werden. Die geringe Differenz zwischen dem berechneten und gemessenen Wert beim Manschettenanker mit 7,7 cm Durchmesser ist durch die Meßunsicherheit von $\pm 3,5 \%$ unter den gewählten Versuchsbedingungen und der Tatsache zu begründen, daß durch den Einbau der Anker die Wärmedämmung und die Betonschalen gegenüber der ursprünglichen Ausführung ohne Anker in einer Fläche von ca. $0,25 \text{ m}^2$ erneuert werden müssen. Bei den Drahtkonstruktionen wird die Feststellung von *W. Schüle* [6] bestätigt, daß bei Stahlankern als Wärmebrücken der gesamte Stahlquerschnitt gegenüber der Anzahl der Anker im Hinblick auf die mittlere Wärmedämmung der Wände weitgehend zurücktritt. Interessant ist ein Vergleich der Meßwerte mit theoretischen Untersuchungen von *K. Johannsen* [7].

Bild 9 zeigt die berechnete Änderung der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten als Funktion der Wärmebrückenanzahl pro m^2 Wandfläche. Die experimentell gefundenen Werte bestätigen den für eine punktförmige Wärmebrücke theoretisch ermittelten Kurvenverlauf.

Am Beispiel des W-förmig gebogenen Verbundankers sind in *Bild 8* die Temperaturen für den Querschnitt des Wandelementes angegeben. Ähnliche Verhältnisse wurden auch für die anderen Systeme festgestellt. Die Oberflächentemperaturen im Bereich der Anker unterscheiden sich praktisch

Tabelle 1. Zusammenstellung von Meßergebnissen für Beton-Sandwichelemente.

Anker				Wandaufbau			Wärmedurchlaßwiderstand	
Art und Anzahl	Draht bzw. Blechstärke mm	Anzahl und Art der Wärmebrücken	Tragkraft Mp	Innenschale mm	Dämmschicht mm	Außenschale mm	Rechenwert*) Meßwert**)	
							$\text{K m}^2/\text{W}$	$\text{K m}^2/\text{W}$
1 Kronenanker	8	8 Drähte	1,99	140	50	50	1,48	1,31
1 „deha“-Verbundanker	6	2 Drähte	0,5	80	40	60	1,17	1,09
1 Manschettenanker	1	1 Hohlzylinder	1,5	80	40	60	1,18	1,17
1 Manschettenanker	1	1 Hohlzylinder	3,5	80	40	60	1,18	1,07

*) Berechnet ohne Berücksichtigung der Anker, Beton $\lambda = 1,5 \text{ W}/(\text{K m})$, Polystyrol-Hartschaum $\lambda = 0,037 \text{ W}/(\text{K m})$.

**) Gemessen beim praktischen volumenbezogenen Feuchtigkeitsgehalt des Betons mit 5%.

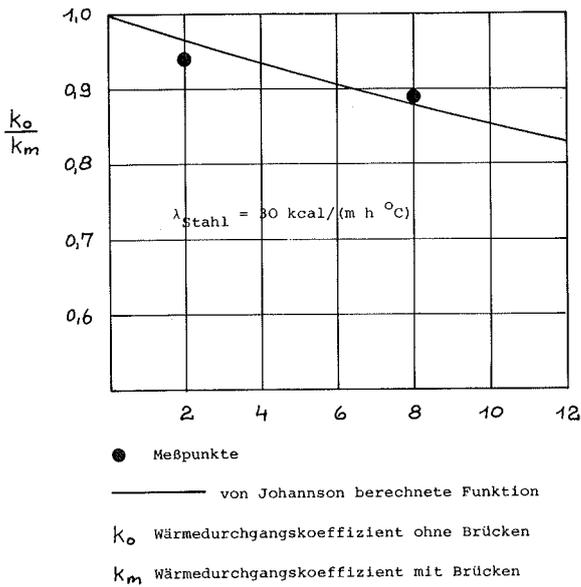


Bild 9. Änderung des mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten als Funktion der Wärmebrückenzahl je m^2 .

nicht von den Mittelwerten über die gesamte Wand. Die Auswirkung von Wärmebrücken auf die Oberflächentemperatur eines Bauteils ist nämlich umso geringer, je kleiner die Ausdehnung der Wärmebrücke und je größer deren Überdeckung durch gut wärmeleitende Stoffe ist. Diese Voraussetzungen sind bei Wänden aus Schwerbetonschalen gegeben. Dadurch besteht auch keine Tauwassergefahr auf den Innenflächen der Wände durch örtliche Temperaturabsenkung im Bereich der Wärmebrücken während tiefer Außentemperaturen im Winter.

Element aus dem Schiffbau

Im Schiffsbau werden Aufenthaltsräume, Vorratsräume und im besonderen Kühlräume zur Schiffsaußenhaut mit einer Wärmedämmung versehen. Die raumseitige Abdeckung der Wärmedämmung wird üblicherweise aus Festigkeitsgründen an Stahlspanten befestigt, welche mit der Schiffsaußenhaut verschweißt sind. Dadurch entstehen Wärmebrücken, deren Wirkung an einem $1,6\text{ m} \times 1,6\text{ m}$ großen Ausschnitt aus einer Schiffswand entsprechend Bild 10 untersucht wurde. Die Wärmedämmung bestand aus einer 280 mm dicken Mineralfaserschicht. Diese wurde im Abstand von 700 mm von senkrecht verlaufenden Stahlspanten unterbrochen, auf welche zur Befestigung der raumseitigen Blechverkleidung ein Holzfachwerk angeschraubt war.

Der experimentell bestimmte mittlere Wärmedurchgangskoeffizient mit $k = 0,30\text{ W}/(\text{Km}^2)$ beträgt etwa das Doppelte des Wertes ohne Wärmebrücken und läßt sich gut mit Ergebnissen vergleichen, welche F. Bruckmayer [8] und Stephan [9] durch elektrische Analogieverfahren an fast identischen Konstruktionen ermittelten. Die praktischen Messungen bestätigen die Feststellung von Bruckmayer, daß die üblichen Verfahren für die Berechnung der Dämmwirkung von Schiffsisolierungen mit Zerlegung in Schichten parallel zum Wärmestrom oder normal zum Wärmestrom unbrauchbar sind. Lediglich eine Rechenmethode nach Joelson [10] unter Zu-

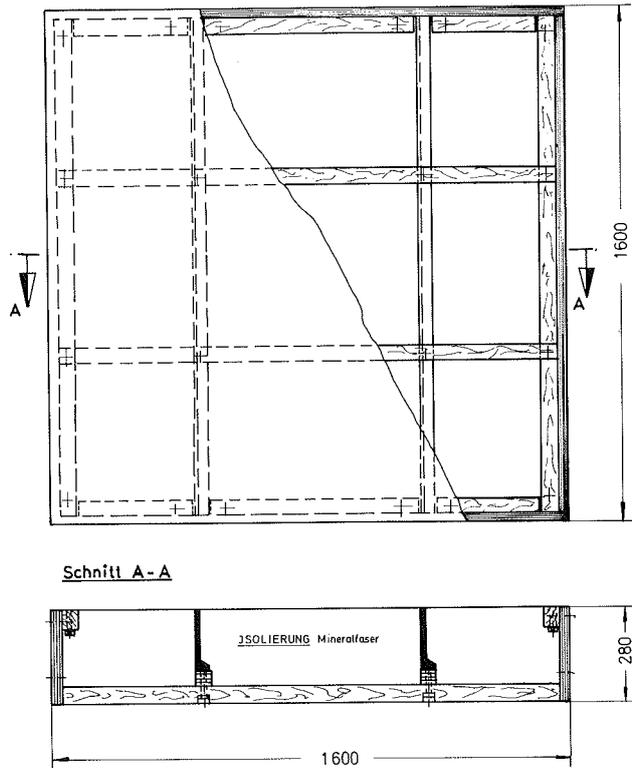


Bild 10. Schiffswand.

grundelegung eines zum Teil normal zur Oberfläche, zum Teil kreisförmig aus dem Spanteisen verlaufenden Wärmestroms gibt eine brauchbare Näherung. Diese läßt sich anhand des Temperaturfeldes in Bild 11 erklären. Die Verdichtung der Linien gleicher Temperatur um den Wulst des Spanteisens zeigt den hohen Wärmeaustritt aus dem Eisen an dieser Stelle. Der Wärmestrom verläuft normal zu den Isothermen, so daß die Richtung der Wärmestromlinien in etwa den Kreisbögen nach Joelson im Bereich der Spanten entspricht. Werden die Temperaturen für eine Ebene in Höhe der Stirnseite des Spants parallel zu den Oberflächen des Elementes aufgetragen, so ist deutlich zu erkennen, daß ab einem Abstand von 200 mm beiderseits der Wärmebrücke keine Temperaturerhöhung mehr festzustellen ist. Aufgrund der guten Querleitung in den metallischen Oberflächen sind deren Temperaturen konstant. Das Spanteisen wirkt sich dadurch bezüglich einer lokalen Temperaturabsenkung bzw. -erhöhung nicht als Wärmebrücke aus.

Kühlraumtüren

Kühl- und Gefrierraumwände bestehen meist aus Massivbauteilen mit innenliegender Wärmedämmung oder leichten Skelettbauweisen mit einer von den Stützen getrennten Wärmedämmschicht, welche gleichzeitig die Funktion der Außenhaut übernimmt. Wärmebrücken treten bei derartigen Konstruktionen praktisch nicht auf. Einen erheblichen Teil der Gesamtwärmebelastung von isolierten Räumen machen aber die Kälteverluste durch die Türen aus. Dabei entstehen Lüftungsverluste durch das Öffnen und Schließen der Türen und Transmissionsverluste. Letztere sollten für eine einflügelige eingefälzte und eine einflügelige

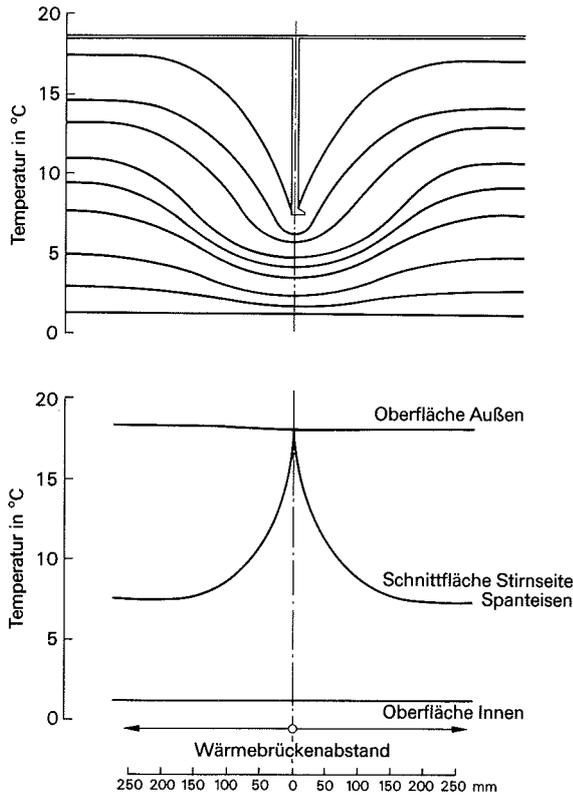


Bild 11. Temperaturverteilung in einer wärmedämmten Schiffswand.

ge aufliegende Drehtür untersucht werden. Dabei spielt es keine Rolle, ob die Tür drehbar oder verschiebbar ausgebildet ist.

Die Türflügel waren bei der aufliegenden Konstruktion allseitig mit glasfaserverstärktem Polyester ummantelt und mit Polyurethan-Hartschaum ausgeschäumt. Die Kanten wiesen besondere Verstärkungen auf. Zur Befestigung der Beschläge dienten eingeschäumte Einlagen. Der Türstockrahmen bestand ebenfalls aus einem Hartschaumkern mit Polyester-mantel. Die Abdichtung des Türflügels erfolgte durch eine ringsumlaufende Profilabdichtung. Zur Vermeidung des Festfrierens befand sich im Stockrahmen eine Dichtungsbeheizung. Bei der eingefälzten Tür bestanden die tragenden Teile des Stock- und Türrahmens aus Holz und die zwischen die Türblätter eingebrachte Wärmedämmung aus Polystyrol-Hartschaumplatten.

Die Bestimmung der Wärmedurchgangskoeffizienten für die beiden Konstruktionsarten ergab folgende Werte:

- aufliegende Kühlraumtür $k = 0,56 \text{ W}/(\text{Km}^2)$
- gefälzte Kühlraumtür $k = 0,74 \text{ W}/(\text{Km}^2)$

Der geringere Wärmeverlust bei der aufliegenden Tür ist durch die Verwendung von Polyurethan-Hartschaum als Wärmedämmung zu erklären.

Dieser Stoff weist aufgrund seiner Zellgaszusammensetzung eine niedrigere Wärmeleitfähigkeit auf als vergleichbare Dämmstoffe. Außerdem hat diese Konstruktion durch die selbsttragende Sandwichbauweise kaum Wärmebrücken im Bereich der Rahmen. Bei der gefälzten Tür dagegen beträgt der Anteil von Stock- und Türrahmen ca. 40 % der Gesamt-

meßfläche. Diese aussteifenden Teile bestehen aus Vollholz und vermindern entsprechend den Wärmedämmwert.

Berechnet man überschlägig die Wärmedurchgangskoeffizienten k für die beiden Türen als homogene Wand ohne Berücksichtigung der Fugen und Dichtungen, so liegt bei der aufliegenden Tür der gemessene k -Wert um 50 %, bei der gefälzten Tür um 36 % über dem berechneten Wert. Das heißt, daß im ersten Fall 50 % der gesamten Transmissionswärme durch die Fugen und Dichtungen verloren gehen, im zweiten Fall nur 36 %. Die Fugenverluste bei der gefälzten Tür sind also geringer.

Bild 12 zeigt für die Türen die Temperaturverteilung während der Messung. Wird die thermostatisch gesteuerte Stockrahmenheizung zusätzlich in Betrieb genommen, so erhöht sich bei konstanter Heizleistung im Heizkasten die Lufttemperatur. Die durch die Stockrahmenheizung zusätzlich in den Heizkasten eingebrachte Energie kann allerdings nicht für die Berechnung eines Wärmedurchgangskoeffizienten zum Ansatz gebracht werden, da undefinierbare Randverluste durch den Schutzring auftreten. Im Verhältnis zu den Lufttemperaturen liegen die Temperaturen des Stockrahmens jetzt um 5 bis 6 °C höher.

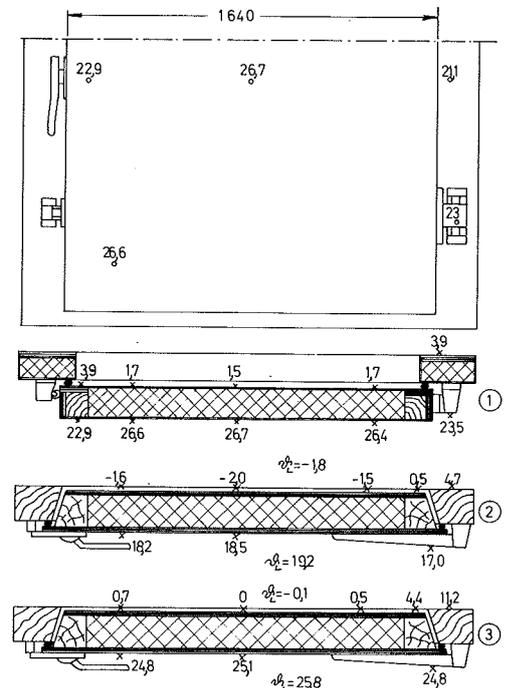


Bild 12. Temperaturverteilung an Kühlraumtüren.
 1 Aufliegende Luke,
 2 gefälzte Tür,
 3 gefälzte Tür mit Stockrahmenheizung.

Zusammenfassung

Der Wärmedurchgang in Konstruktionen mit Wärmebrücken kann mit Hilfe eines Wand- und Deckenprüfstandes auf verhältnismäßig rasche Weise bestimmt werden. Die Verwendung der Heizkastenmethode vermeidet eine örtliche Störung des Temperatur- und Wärmestromfeldes. Die Einstellung praxisgerechter Lufttemperaturen und Wärmeübergangsverhältnisse erlaubt die Messung des tatsächlichen

Temperaturfeldes und die Beurteilung von kritischen Wärmebrücken, welche durch Temperaturabsenkung Tauwasserschäden zur Folge haben können.

Literatur

- [1] DIN 52 611 „Bestimmung des Wärmedurchlaßwiderstands von Wänden und Decken“.
- [2] E. Schmidt: Ein neuer Wärmeflußmesser und seine praktische Bedeutung in der Wärmetechnik. Mitteilungen Forschungsheim für Wärmeschutz, München H. 3. Juni 1923.
- [3] W.L. Lustig und J.S. Cammerer: Folien-Wärmestrom-Messer für technische und physiologische Untersuchungen. Ges.-Ing. 76 (1955) Nr. 19/20.
- [4] DIN 52 612 „Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit mit dem Plattengerät“.
- [5] DIN 4108 „Wärmeschutz im Hochbau“.
- [6] W. Schüle: Untersuchungen über die Wirkung von Wärmebrücken in Montagewänden. Schriftenreihe der Forschungsgemeinschaft Bauen und Wohnen, Heft 3/1973.
- [7] K. Johannsen: „Beitrag zur Ermittlung von Wärmebrückeneffekten in Hochbauteilen“, Dissertation 1968, TU Braunschweig.
- [8] F. Bruckmayer: Der Wärmeschutz von Schiffsisolierungen. Wärme- und Kältetechnik 42, (1940), Heft 2.
- [9] K. Stephan: Untersuchung der Wärmeleitfähigkeit isolierter Schiffswände mittels eines elektrothermischen Analogieverfahrens. Kältetechnik, Band 9 (1957).
- [10] E. Joelson: Die Berechnung von Schiffsisolierungen. Z. ges. Kälte-Ing. 37 (1930), S. 229 u. 38 (1931), S. 8 u. 23.

Ansch. d. Verf.: Postfach 1525, 8032 Gräfelfing
Forsch. Inst. f. Wärmeschutz e.V.

Patentschau

Heizungstechnik

Auslegeschrift 15 51 675 Kl. F23D 5-00, angemeldet am 1.6.67 (Ausstellungspriorität 1.3.67); Anmelder: F. Heimberger, 7182, Gerabronn

Vorrichtung zur Verbrennung flüssiger Brennstoffe mit einer Brennkammer, einem in der Brennstoffversorgung liegenden und in Bezug auf den Brennstoffspiegel etwa konstant gehaltenen Zwischenspeicher, einer vom Zwischenspeicher ausgehenden aufrechten Brennstoffdüse und mit Ansaugung des Brennstoffes aus der Brennstoffdüse mittels eines quer zur Düse verlaufenden Zerstäuberluftstromes. Um auch bei verunreinigtem Brennstoff, insbesondere Altölen, einen störungsfreien Betrieb der Vorrichtung zu erreichen, ist der Zwischenspeicher als Fremdstoffabscheider ausgebildet, in dem der Brennstoff mittels Druckluft überschiebbar ist, deren Zufuhr aus dem Zerstäuberluftstrom in Abhängigkeit vom Brennstoffspiegel des Zwischenspeichers gesteuert ist und die den in einem im Brennstoffversorgungsweg vorgeschalteten Gehäuse befindlichen Brennstoff beaufschlagt.

Auslegeschrift 21 32 819 Kl. F23D 13-14, angemeldet am 1.7.71; Anmelder: Siemens AG., 1000 Berlin und 8000 München

Verfahren und Vorrichtung zur flammenlosen Verbrennung von gas- oder dampfförmigen Brennstoff/Luft-Gemischen im Durchsatz durch einen Brenner mit wenigstens einem katalysatorfreien Sinterstein, wobei das Brennstoff/Luft-Gemisch zunächst bei kleinem Durchsatz an der Ein-

trittsoberfläche des katalysatorfreien Sintersteines verbrannt wird. Um hohe Verbrennungstemperaturen und eine gesteigerte Wärmeübertragung zu erzielen, wird das Brennstoff/Luft-Gemisch an der Eintrittsoberfläche eines an sich bekannten mit Durchtrittsöffnungen versehenen Sintersteines verbrannt, bis dieser eine Temperatur von annähernd 950°C erreicht hat, und wird dann durch Steigerung des Gemischdurchsatzes auf das Zehn- bis Fünfzigfache die Verbrennungsreaktion in den mit Durchtrittsöffnungen versehenen Sinterstein hineingedrückt und dessen Temperatur auf Werte etwa zwischen 1000 und 2000°C erhöht.

Auslegeschrift 24 44 058 Kl. F24H 9-20, angemeldet am 14.9.74 (21.9.73 Schweiz); Anmelder: Aktiengesellschaft Adolph Saurer, Arbon (Schweiz)

Einrichtung in einem witterungsabhängigen Vorlauftemperaturregler einer Heizungsanlage zur Anpassung der Reglerkennlinien des Vorlauftemperaturreglers an gegebene Heizkurven, mit zwei Einstellgliedern, die zusammen mit einem Außentemperaturfühler und einem Vorlauftemperaturfühler in eine Brückenschaltung eingeschaltet sind, wobei mit dem einen Einstellglied eine Parallelverschiebung der Reglerkennlinien erzeugbar und mit dem anderen Einstellglied die Steilheit der Reglerkennlinien änderbar ist. Um die Entscheidung, mittels welchem der Einstellglieder die richtige Anpassung der Reglerkennlinie vorzunehmen ist, zu erleichtern, ist das Einstellglied für die Änderung der Kennliniensteilheit in zwei hintereinander geschaltete Einstellorgane aufgeteilt, von denen das erste zur Einstellung der entsprechenden Klimazone zugeordneten Außentemperatur und das zweite zur Einstellung der maximalen Vorlauftemperatur ausgebildet ist, und sind diese mit einer Vorrichtung gekoppelt, die über ein Umschaltglied mit Elementen für die Kennzeichnung des zu verstellenden Einstellgliedes in Verbindung steht.

Auslegeschrift 25 34 140 Kl. F24F 3-06, angemeldet am 31.7.75; Anmelder: Josef Gartner & Co, 8883 Gundelfingen

Heiz-, Kühl- und Lüftungsanlage an einer Gebäudeaußenwand, insbesondere Vorhangwand, mit wassergefüllten, lotrechten Hohlposten und an deren Außenseite anliegenden Wandbauteilen, zwischen den Hohlposten angeordneten, von einem mit obenliegenden Austrittsöffnungen versehenen, waagerechten Luftverteilerkanal umgebenen Konvektorrohren, Wasservorlauf- und rücklaufleitungen, an welche die Hohlposten und die mit ihnen über Verbindungsleitungen in Reihe geschalteten Konvektorrohre angeschlossen sind, und einem an den Luftverteilerkanal angeschlossenen Luftzufuhrkanal, wobei jeweils mindestens ein Hohlposten und mindestens ein Konvektorrohr zu einer Einheit hintereinandergeschaltet sind. Eine derartige Vorhangwand, die einfach in ihrem Aufbau ist, bei der sich die Temperatur leicht und rasch regeln läßt und bei der die Hohlposten eine geringe, als angenehm empfundene Wärmeabstrahlung aufweisen, ist dadurch gekennzeichnet, daß von jeder Einheit jeweils ein Konvektorrohr an die Wasservorlaufleitung und ein Hohlposten an die Wasserrücklaufleitung angeschlossen sind und daß jeder Einheit ein Thermostatventil zugeordnet ist, wobei bei Anordnung mehrerer Konvektorrohre bzw. Hohlposten in einer Einheit zunächst alle Konvektorrohre und daran anschließend alle Hohlposten in Reihe geschaltet sind.

Lüftungs- und Klimatechnik

Auslegeschrift 18 05 475 Kl. F24F 11-04, angemeldet am 26.10.68; Anmelder: Dipl.-Ing. O. H. Brandt, 5000 Köln

Vorrichtung zum Temperieren und Belüften von Räumen,

denen die temperierte Zuluft über die Strömungsrichtung der Zuluft beeinflussende, verstellbare Leiteinrichtungen derart zugeführt wird, daß die Leiteinrichtungen bei Zufuhr von gegenüber der Raumluft wärmerer Zuluft nach unten geneigt sind. Um bei einer derartigen Vorrichtung durch einfache Maßnahmen sicherzustellen, daß bei jeder möglichen Änderung einer infragekommenden Bezugsgröße das Auftreten von Zugerscheinungen in dem zu temperierenden bzw. zu belüftenden Raum mit Sicherheit vermieden wird, sind die Leiteinrichtungen in Abhängigkeit von der sich ändernden Größe von der Raum- und/oder Zulufttemperatur gesteuert und weisen diese wenigstens einen Raumthermostat sowie einen Zuluftkanalthermostat auf, die in Abhängigkeit von der jeweils zu steuernden Größe entweder allein oder gemeinsam miteinander mit den Leiteinrichtungen verbunden sind.

Abwassertechnik

Auslegeschrift 23 45 353 Kl. C02C 5-12, angemeldet am 7.9.73 (7.9.72 Österreich); Anmelder: Vereinigte Österreichische Eisen- und Stahlwerke-Alpine Montan AG, Wien

Verfahren zum Abtrennen von Öl aus ölhaltigen Abwässern, insbesondere aus Emulsionen von Öl in Wasser, bei welchem das Abwasser in zwei aufeinanderfolgenden Stufen einer Elektrolyse unterworfen wird, wobei die nach dem Abscheiden des Öls erhaltene wässrige Phase der ersten Stufe der zweiten Elektrolysestufe zugeführt wird. Um ölhaltige Abwässer, insbesondere Emulsionen von Öl und Wasser, auch bei hohen Ölanteilen auf wirtschaftlichere Weise als bisher zu reinigen, wird in der ersten Stufe mit Stromdichten, von 0,5 bis einigen A/dm² Elektrodenfläche gearbeitet und wird die wässrige Phase in der zweiten Stufe einer weiteren Elektrolysebehandlung bei gegenüber der ersten Elektrolysestufe niedrigeren Stromdichten, vorzugsweise im Bereich bis etwa 1 A/dm² Elektrodenfläche, unterworfen, wobei das Abwasser in jeder Elektrolysestufe zwischen annähernd vertikal angeordneten Elektroden hindurchgeführt wird.

Auslegeschrift 24 47 501 Kl. C02C1-06, angemeldet am 4.10.74; Anmelder: Dr.-Ing. W. Weber, 7531 Kieselbronn

Verfahren und Vorrichtung zur Abwasserreinigung, bei denen in einer ersten chemischen und/oder biologischen Reinigungsstufe die gelösten Verunreinigungen in abtrennbaren Schlamm umgewandelt werden und dieser Schlamm in einer zweiten Stufe durch maschinelle Entwässerung abgetrennt und mindestens ein Teil des abgetrennten Schlammes als Rücklaufschlamm in die erste Stufe zurückgeführt wird. Um bei Wahrung des erforderlichen Reinigungsgrades des Klärverfahrens den Aufwand hinsichtlich der maschinellen Schlammabtrennung, insbesondere bei Anwendung der biologischen Reinigung nach dem Belebtschlammverfahren, zu vermindern, wird die maschinelle Entwässerung unvollständig durchgeführt, so daß im Filtrat 3 bis 15%, vorzugsweise 5 bis 10%, der im Zulauf zu der maschinellen Entwässerung vorhandenen Schlammichte als Restschlamm verbleibt, und wird das Filtrat in einer Nachklärstufe einer Sedimentation unterworfen.

Abfallverbrennung

Auslegeschrift 24 32 640 Kl. F22B 31-00, angemeldet am 8.7.74 (4.9.73 USA); Anmelder: D.W. Harris, Los Angeles; Ch. O'Connor, Newport Beach; Calif. (USA)

Abfallverbrennungsanlage, bestehend aus einem Dampferzeuger und einer dem Dampferzeuger vorgeschalteten, als Brennkammer ausgebildeten Drehtrommel, deren Achse

gegenüber der Horizontalen geneigt ist und an die sich an ihrem höher gelegenen Ende eine Beschickungseinrichtung anschließt und die an ihrem tiefer gelegenen Ende mit dem Dampferzeuger verbunden ist. Um die Drehtrommel zum Wärmetausch nutzbar zu machen und um auf die Wärmeabkleidung in Gestalt von Schamottesteinen verzichten zu können, besteht der Mantel der Drehtrommel aus wasserführenden, starr miteinander verbundenen Rohren, zwischen denen Öffnungen vorgesehen sind, die eine Strömung durch den Trommelmantel ermöglichen, und ist eine Einrichtung zur Wasserzufuhr und Wasserabfuhr trommelstirnseitig angeordnet.

Abgasreinigung

Auslegeschrift 23 56 787 Kl. F01N 3-15, angemeldet am 14.11.73; Anmelder: Toyo Kogyo Co. Ltd., Hiroshima (Japan)

Verfahren und Vorrichtung zum Reinigen von Auspuffgasen von Verbrennungskraftmaschinen, wobei vor der Entfernung der Stickoxide der im Auspuffgas enthaltene Sauerstoff abgetrennt wird. Um den molekularen Sauerstoff im Auspuffgas wirksamer als bisher zu beseitigen, so daß danach auch die Stickoxide effektiver beseitigt werden können, wird zur Sauerstoffabtrennung das Auspuffgas durch Röhren aus ZrO₂·CaO, ThO₂·Y₂O₃, ZrO₂·Y₂O₃ und ThO₂·CaO geleitet, deren Innen- und Außenwände aus porösen Schichten aus Platin, Nickel, rostfreiem Stahl und/oder Cobalt bestehen und die an eine Gleichspannung von nicht mehr als 12 Volt angeschlossen sind. T.

Zeitschriften-Umschau

Raddatz, G.: Befindensschwankungen eines Personenkollektivs in Relation zur Lufttemperatur und -feuchte. Z. phys. Med. Bd. 5 (1976) S. 100.

1200 an Problemen der Wetterfühligkeit interessierten Münchener gaben bei einer Befragungsaktion 15 Wochen lang täglich Auskunft über ihr Befinden. Die daraus ermittelten täglichen Befindenswerte wurden zu dem Verlauf einzelner Wetterelemente in Beziehung gesetzt. Anhand einer multiplen, linearen Regression konnte gezeigt werden, daß das subjektive Befinden neben einem jahreszeitlichen Faktor vor allem mit dem täglichen Temperaturminimum und der relativen Feuchte korreliert. S.

Kubicek, R.: Zur Problematik der Beurteilung kommunaler Lärmsituationen mit Hilfe äquivalenter Dauerschallpegel aus der Sicht der Praxis. Z. ges. Hyg. Bd. 22 (1976) S. 485

Aus der Sicht der Praxis der Begutachtung der Störwirkung kommunaler Lärmsituationen wird die Frage diskutiert, in wie weit sich der äquivalente Dauerschallpegel Leq als geeignet erweist, den Grad der Belästigung von im Wohn- und Erholungsbereich des Menschen auftretenden zeitlich schwankenden Lärmereignissen einzuschätzen und damit richtige Entscheidungen über die Zulässigkeit dieser Lärmsituationen fällen zu können. Aus der Gegenüberstellung berechneter Leq-Werte für konkrete Fälle und den aus Erhebungen gewonnenen Lästigkeitswirkungen der