

Wolfram Klingsch, Friedrich-Wilhelm Wittbecker

Untersuchungen zum Schwelbrandverhalten von Mineralfaserdämmstoffen

Das Brandentstehungsrisiko wird mit Laborprüfmethode über die primäre und direkte Zündung beurteilt. Eine Brandweiterleitung infolge Schwelens und eine damit verbundene mögliche Zündung anderer Materialien, die von der eigentlichen Zündquelle entfernt liegen, wird nicht festgestellt. Kommt der Schwelbrand beispielsweise mit normalentflammbaren Baustoffen oder brennbaren Dekorations- und/oder Einrichtungsgegenständen in Berührung, kann aus einem nichtbrennbar klassifizierten Material die großflächig einwirkende sekundäre Zündquelle werden.

Untersuchte WD-Steinfaserprodukte zeigten selbst bei nur kurzzeitiger thermischer Belastung eine Schwelneigung in den verwendeten normativen Apparaturen. Dies wird erst erkennbar, wenn der Beobachtungszeitraum über die normative Beurteilung hinaus geht. Die hohe Faserlagerungsdichte ermöglicht eine ausreichende Konzentration an reaktionsfähigem Bindemittel. Der Bindemittelgehalt ist jedoch nicht allein ausschlaggebend für eine mögliche Schwelbrandgefahr.

Tests on the smouldering fire behaviour of mineral fibre insulation materials. *The risk of fire originating through primary and direct ignition is subject to standard evaluation though laboratory testing methods. Fire-spread as a result of smouldering and the corresponding possible ignition of other materials, which are remote from the actual ignition source, is not determined. If the smouldering fire, for example, comes into contact with normally flammable building materials and/or decorations/furnishing, a material which is classified as non-combustible can become a secondary ignition source with large-surface impact. In standardised methods used, all thermal insulation rock fibre products, demonstrated a tendency to smoulder even under thermal impact of short duration. This is first recognisable when the period of observation extends beyond that required in the standard assessment. The high fibre-layer density permits a sufficient concentration of reactive binder. The binder content alone is, however, not the decisive factor for the potential risk of smouldering fire.*

1 Einleitung

Schwelen ist die langsame oxidative Reaktion eines Materials, im allgemeinen ohne Lichterscheinung, aber verbunden mit Rauchentwicklung und einem Temperaturanstieg. Mit Glimmen

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wolfram Klingsch, Baustofftechnologie und Brandschutz, Universität GH Wuppertal, Pauluskirchstraße 7, 42285 Wuppertal.

Privatdozent Dr.-Ing. Friedrich-Wilhelm Wittbecker, Brandtechnologie, Bayer AG, 51368 Leverkusen.

Wolfram Klingsch - Studium des Bauingenieurwesens an der TU Braunschweig, 1975 Promotion, seit 1981 Universitätsprofessor für Baustofftechnologie und Brandschutz an der Bergischen Universität Wuppertal, ö.b.u.v. Sachverständiger für Baustoffe und Brandschutz, staatlich anerkannter Sachverständiger für die Prüfung des Brandschutzes, Beratender Ingenieur VBI.

Friedrich-Wilhelm Wittbecker - Studium des Bauingenieurwesens an der Universität Wuppertal, 1986 Promotion, 1990 - 1994 Leiter des Brandversuchshauses der Bayer AG, Leverkusen, seit 1994 Fachgebietsleiter Brandtechnologie, seit 1996 Lehrbeauftragter an der Universität Wuppertal, 2000 Habilitation.

wird die sichtbare Verbrennung eines Materials im festen Zustand ohne Flammenerscheinung bezeichnet. Schwel- und Glimmbrände breiten sich überwiegend im Inneren von Bauteilen aus und können daher lange unbemerkt bleiben. Vor allem Dämmstoffe werden großflächig hinter Verkleidungen oder in Hohlräumen eingebaut, so daß das Risiko einer Brandweiterleitung infolge Schwelens besteht; zwischen der Initiation und den offensichtlichen Brandfolgen können mehrere Stunden vergehen.

Normativ wird das Brandentstehungsrisiko in allen Ländern durch Laborprüfmethode über die primäre und direkte Zündung beurteilt. Eine Brandweiterleitung infolge Schwelens und eine damit verbundene mögliche Zündung anderer Materialien, die von der eigentlichen Zündquelle entfernt liegen, wird nicht festgestellt. Dies hängt auch mit den brandschutztechnischen Schutzziele zusammen, die sich auf den Personenschutz konzentrieren. Bei einem sich sehr langsam ausbreitenden Brand geht man von weitestgehend uneingeschränkter Flucht aus. Diese Annahmen berücksichtigen jedoch nicht den Sachschutz und die Möglichkeit einer Brandweiterleitung mit einem Zündpotential, das durch normative Prüfungen nicht mehr abgedeckt ist: Kommt der Schwelbrand beispielsweise mit normalentflammbaren Baustoffen oder brennbaren Dekorations- und/oder Einrichtungsgegenständen in Berührung, kann aus einem als nichtbrennbar klassifizierten Material die großflächig einwirkende sekundäre Zündquelle werden.

Ansatzweise wird diese Problematik beispielsweise im Brand-schacht nach DIN 4102 berücksichtigt. Die Restlänge darf erst gemessen werden, wenn das Brandgeschehen einschließlich des Glimmens eindeutig beendet ist. Es werden allerdings keine Thermoelemente appliziert, so daß der Glimmbrand optisch beurteilt werden muß. Weiter einschränkend sind die Proben mit $b = 190 \text{ mm}$ so schmal, daß sie auch seitlich gekühlt werden. Nachglimmen wird darüber hinaus zwar im Prüfbericht vermerkt, aber nicht bewertet.

Bei der Nichtbrennbarkeitsprüfung mineralischer Dämmstoffe im Ofen nach DIN 4102 wird wegen der geringen Probekörperabmessungen die Ausbildung eines thermischen Potentials verhindert und der Beitrag der Wärmespeicherkapazität zur Entstehung eines Glimmbrandes wird nicht berücksichtigt. Auch über das mehrdimensionale Ausbreitungsverhalten einer thermischen Reaktion kann keine Aussage gemacht werden, weil die Probe homogen aufgeheizt wird.

Die Entstehung und selbständige Ausbreitung eines Glimmbrandes kann also durch die Ofenprüfung nicht ausgeschlossen werden und die konzeptionellen Risikobetrachtungen der DIN 4102 und der zukünftigen Euroklassen sind insofern inkonsistent. Diese grundsätzlichen Schwächen der aktuellen normativen Beurteilung mineralischer Faserdämmstoffe sind aktuell noch einmal bestätigt worden [1].

2 Schadensfälle, die durch Schwelbrände ausgelöst wurden

Grundsätzlich erweist sich die systematische Recherche bei Schadensfällen als schwierig, da sowohl Feuerwehren als auch Versicherungen unterschiedliche Kriterien zur Schadenserfassung verwenden. Die Versicherungen unterscheiden im wesentlichen nach den Schadenssummen [2]. Bei Nachforschungen

bezüglich der durch Schwelen ausgelösten Brände zeigt sich, daß nichtbrennbar klassifizierte Baustoffe als brandschutztechnisch unbedenklich gelten, und sie werden deswegen als Brandursache nicht in Betracht gezogen. Sobald man bei der Ursachenforschung auf Vermutungen angewiesen ist, werden brennbare Materialien für das Ausmaß der Katastrophe verantwortlich gemacht. Berichte, bei denen bei näherer Analyse Schwelen als Ursache anzunehmen ist, bleiben vage. Außerdem lassen sich bei Schadensfällen der Ablauf und die Verhältnisse vor dem eigentlichen Ausbruch des Feuers nicht zuverlässig rekonstruieren. Die Feuerwehren erfassen Schadensfälle in ihren Einsatzberichten nach Löscherfolgen. Informationen zur Bausubstanz fehlen [2].

Dagegen bestätigen Untersuchungen von Bränden in Faserdämmstoffproduzierenden Betrieben sowie auf Baustellen und in Prüfinstituten mit völlig durchgeschweltem Material das Risikopotential. Unterstützt wird dies durch Schadensberichte aus Bränden bei Dehnfugen und im gewissen Sinne bei Dächern, denen im Hinblick auf Schmelbrandrisiken besondere Beachtung geschenkt werden sollte, weil hier die notwendigen Voraussetzungen für Schmelbrände vorliegen.

Bei der Analyse von 20 typischen, mehr oder weniger spektakulären Schadensfällen kam man zu folgenden Ergebnissen [3]:

- 9 von 20 Bränden entstanden auf dem Dach, davon 8 bei Dacharbeiten
- 3 von 20 Bränden entstanden in Dachhohlräumen, davon 2 bei Dacharbeiten.

In den USA und in Großbritannien gibt es Ansätze zur Klärung der Schmel- und Glimmproblematik. Die Vielzahl der geprüften Materialien und die jeweilige Kombination der Versuchsparameter (Sauerstoffzufuhr, Versuchsaufbau, Zündquelle) erschweren jedoch einen Vergleich der unterschiedlichen Versuchsergebnisse und eine systematische Untersuchung des Schmel-/Glimmverhaltens als nichtbrennbar klassifizierter Materialien ist nicht durchgeführt worden. Neue Forschungen beinhalten neben experimentellen Untersuchungen in klein- und großskaligen Reaktoren [4] auch theoretische Ansätze [5], konzentrieren sich jedoch auf das Schmel- und Glimmbrandverhalten von Cellulose.

3 Mechanismen des Schmelbrandes

Ausgelöst werden Schmelbrände vor allem durch lokal wirkende, hohe Initialtemperaturen. Das Zündpotential von abfallenden Teilen bei Schweißarbeiten ist beispielsweise durch eine hohe Anfangstemperatur gekennzeichnet, der Energiegehalt ist jedoch gering [6]. Kritischer ist die Wärmeleitung erhitzter Metalle bei Brennschneid-, Schweiß- oder Lötarbeiten [7]. Das maßgebliche Schmelbrandrisiko dürfte darüber hinaus von anderen sekundären Zündquellen ausgehen, z.B. von lokalen Bränden.

Flammenlose Verbrennungsprozesse breiten sich bevorzugt in fein strukturierten Materialien aus, da hier eine große volumenbezogene Brennstoffoberfläche vorhanden ist. Die große Angriffsfläche erhält auch bei reduzierter Sauerstoffzufuhr die Reaktion aufrecht. Die Sauerstoffversorgung erfolgt durch Diffusion und Konvektion. Die dämmende Wirkung der Materialstruktur verlangsamt die Wärmeabgabe nach außen und behindert den Abbau des thermischen Potentials.

Glimmbrandreaktionen sind in allen Materialien möglich, die bei thermischer Zersetzung Kohlenstoff bilden [8]. Die entstehende Oxidationswärme ist groß und kann bei gut gedämmter Reaktionszone ein stabiles, selbstständiges Glimmen/Schwelen auslösen. Die Verkohlung kann bereits bei niedrigen Temperaturen (ab 200 °C) einsetzen. Die Schmelreaktion kann auch ohne die Bildung von Kohlenstoff stattfinden, wenn die Zersetzung exo-

therm erfolgt. Bei einigen Materialien wird der Verbrennungsprozeß durch Alkalimetallverunreinigungen begünstigt, die den Sauerstoffangriff durch ihre katalytische Wirkung erleichtern.

Die physikalischen und chemischen Eigenschaften von Mineralfaserprodukten entsprechen den oben angeführten Voraussetzungen für die Ausbildung einer Glimmbrandreaktion: Dicht gelagerte Fasern, die von reaktionsfähigem Bindemittel gebunden werden, bieten eine große reaktive Fläche und Luft (Sauerstoff) kann den Baustoff, wenn auch behindert, durchströmen. Bei der eigenständig weiterlaufenden thermischen Reaktion entwickelt sich ein typischer Brandgeruch.

Grundsätzlich ist die Glimmbrandausbreitung abhängig von der Richtung der Sauerstoffzufuhr. Bei einer der Schmelrichtung entgegengesetzten Ventilation diffundiert der Sauerstoff durch das nichtverbrannte Material zur Reaktionszone. Der Brennstoff wird dabei nicht vollständig zersetzt. Das Material besitzt weiter dämmende Wirkung und kann den Zersetzungsprozeß stabilisieren. Erfolgt die Glimmbrandausbreitung in derselben Richtung wie die Ventilation, so ist die Schmelbrandgeschwindigkeit langsamer, weil die Zersetzung vollständiger abläuft. Bei einer erhöhten Luftzufuhr können auch höhere Temperaturen auftreten. Ist jedoch die Sauerstoffzufuhr zu groß, kann dies die Schmelreaktion beenden [9]. Bei dünnen Bauteilen sind Wärmeverluste an die Umgebung so groß, daß die Wärmefreisetzung nicht mehr ausreicht, um den Schmelprozeß aufrechtzuerhalten [8]. Dies mag ein Grund sein, warum die Schmelbrandproblematik bei Faserdämmstoffen in der Vergangenheit weniger kritisch war. Mit zunehmenden Anforderungen an den Wärmeschutz und größeren Dämmstoffdicken nimmt die Tendenz zum Schwelen jedoch grundsätzlich zu.

Die Interaktion der Einflußfaktoren auf das Schmelverhalten – Zündquellengeometrie, Probekörperabmessungen und Sauerstoffzufuhr – bewirkt eine dreidimensionale Schmelbrandreaktion. Die Ausbreitung in Bauteillängsrichtung ist jedoch als maßgeblich zu betrachten.

In [5] und [8] sind die bei der Analyse des Verbrennungsprozesses gewonnenen Erkenntnisse zusammengefaßt. Die Abhängigkeit eines Schmel-/Glimmbrandes von der Sauerstoffversorgung, der Wärmeleitfähigkeit und der Ausbreitungsdimension wird umfassend erklärt. Es wird zwischen ein- und mehrdimensionaler Brandausbreitung unterschieden.

4 Untersuchungen

Es sollte in ausgewählten normativen Versuchen festgestellt werden, ob ein Schmelbrandrisiko mit eingeführten Labormethoden bei nichtbrennbar klassifizierten Faserdämmstoffen grundsätzlich festgestellt werden kann, oder ob spezielle Methoden entwickelt werden müssen. Die Vielfältigkeit der Anwendungsmöglichkeiten von A-klassifizierten Mineralfaserdämmstoffen im Bauwesen und die zugehörige große Produktpalette macht verallgemeinerungsfähige und produktbezogene Unterscheidungskriterien bei der Beurteilung einer möglichen Schmelneigung schwierig.

Die Untersuchungen in [10] sind deswegen exemplarisch und können vermutlich nicht auf alle Mineralfaserdämmstoffe übertragen werden. Die Steinfaserprodukte wurden über den Baustoffhandel beschafft und waren mit Prüfzeichen des DIBt nichtbrennbar – Klasse A1 und A2 – klassifiziert. Es wurde nicht ausdrücklich festgestellt, ob die Produkte den normativen Anforderungen auch tatsächlich entsprechen. Bei näherer Betrachtung der ermittelten Glühverluste und der Ergebnisse in [11] können hieran Zweifel angemeldet werden. Die geringe Rohdichte von Glasfaserprodukten macht eine Schmelneigung unwahrscheinlich, so daß hierüber nicht berichtet wird.

4.1 Französischer Epiradiateur-Test

Im französischen Epiradiateur-Test nach NF-P-501 werden flächige Proben normativ mit Kantenlängen von 30 cm x 40 cm von einem kreisförmigen Strahler mit einer Leistung von 30 kW bestrahlt (Bild 1). Für die Aufzeichnung der thermischen Reaktion wurden die Proben mittig im Probenkern mit insgesamt 5 Thermoelementen im Abstand von 5 cm versehen.

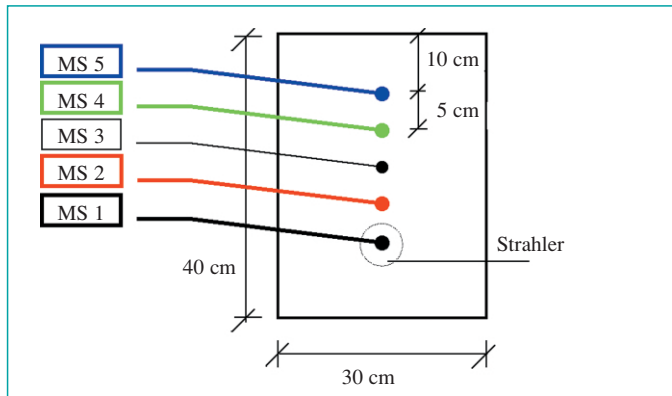


Bild 1. Positionierung der Meßstellen im Epiradiateur-Test

Die Bestrahlungszeit betrug abweichend zur Norm nur 10 min. Den Temperaturverlauf zeigt beispielhaft Bild 2. Deutlich ist die geringfügige Abnahme des thermischen Potentials und die den Probekörper durchlaufende Reaktion.

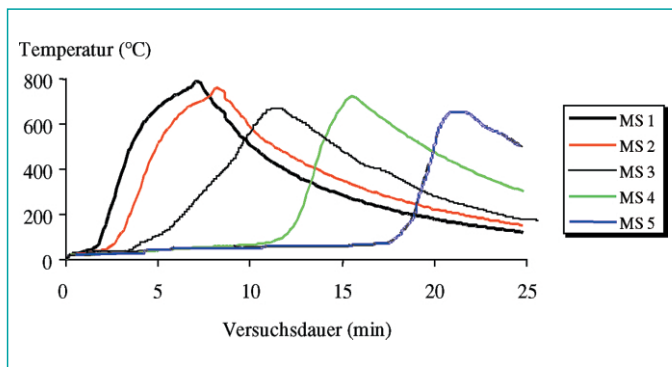


Bild 2. Temperaturverlauf an den Meßstellen im Epiradiateur-Test

Nach ersten Versuchen mit A2-klassifizierten Produkten stellte sich in weiterführenden Versuchen heraus, daß auch A1-klassifizierte Produkte diese typische Reaktion zeigten, bei der sich der Schwelvorgang bis zum Probenrand fortsetzt und nicht selbständig aufhört. Die Parameter im Epiradiateur wurden systematisch variiert, angefangen bei der Einwirkungszeit des Strahlers bis hin zur Probendicke; immer wurde ein in Bild 2 exemplarisch dargestellter Temperaturverlauf festgestellt.

4.2 Glühdrahtprüfung

Um ein unterstes Beanspruchungsniveau zu finden, bei dem Schwelen ausgeschlossen werden kann, sollten Versuche mit sehr kleinen realistischen Einwirkungen erfolgen. Die Glühdrahtprüfung nach EN 60695-2-1: 1997-04 wird für den Nachweis von elektronischen Betriebsmitteln, Baugruppen und Bauteilen verwendet, um nachzuweisen, daß die Produkte widerstandsfähig sind gegen Kurzschlüsse, überhitzte Drähte etc. Es wird somit ein reales Brandentstehungsrisiko simuliert, das ohne größere Einschränkungen auf die Realität zu übertragen ist. Die

Glühdrahtprüfung wird in diesem Zusammenhang als minimale Einwirkung betrachtet, der gegenüber nichtbrennbar klassifizierte Baustoffe widerstandsfähig sein sollten.

Der Glühdraht besteht aus einem Nickel/Chrom-Draht mit einem Durchmesser von 4 mm. Die Probenoberfläche ist vertikal, normal zur Spitze des Glühdrahtes angeordnet.

Es wurden druckfeste Dämmplattenproben gewählt, die an der Kontaktstelle mit dem Glühdraht leicht eingeschlitzet wurden, um eine gewisse Eindringtiefe schon zu Versuchsbeginn zu erzeugen. Die Probekörperabmessungen ebenso wie die Initialtemperaturen und die Kontaktzeiten (Glühdraht / Probe) wurden variiert, um den Reaktionsbereich einzugrenzen.

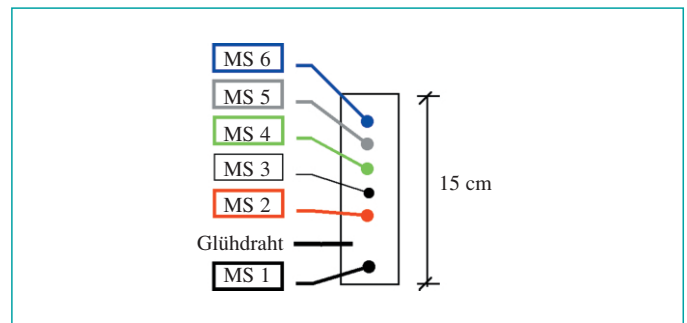


Bild 3. Meßstellen bei der Glühdrahtprüfung

Beispielhaft ist die Temperaturentwicklung im Inneren des Dämmstoffes in Bild 4 für einen Versuch dargestellt. Die Glühdrahttemperatur hat 700 °C betragen und die Einwirkung dauerte 15 min.

Die Proben hatten eine Länge von 15 cm, eine Breite von 2 cm und eine Dicke von 5 cm. Die in Bild 3 dargestellten Meßstellen sind von unten nach oben durchlaufend numeriert. Die Thermoelemente waren im Abstand von jeweils 2 cm mittig im Probenkern positioniert.

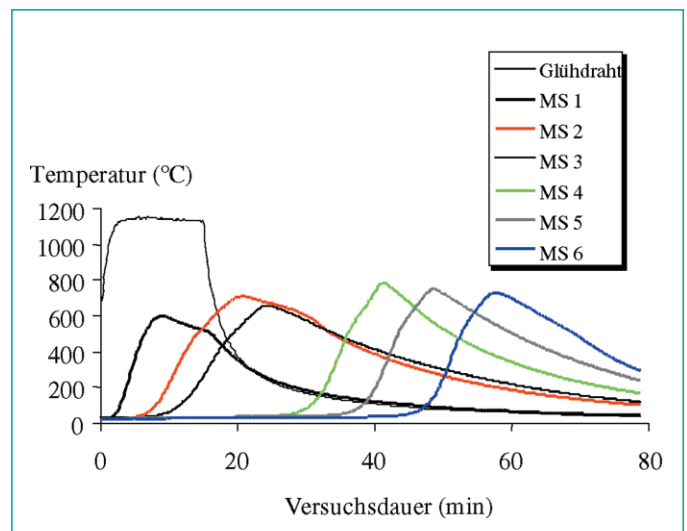


Bild 4. Temperaturverlauf bei der Glühdrahtprüfung

Die geringe Zündquellenintensität und die charakteristische Temperaturentwicklung in der Probe weisen auf einen von der Flächenbeaufschlagung unabhängigen Reaktionsablauf hin. Selbst sehr kleine Kontaktflächen sind grundsätzlich ausreichend, um einen Schwelbrand auszulösen, der in diesem Fall über eine Stunde aufrechterhalten wird, bis der Schwelprozeß den Rand der Proben erreicht.

4.3 Versuche im größeren Maßstab

Um festzustellen, ob das thermische Potential nach anfänglich hohen Temperaturen schließlich abnimmt und inwiefern das Ausmaß der Zerstörung von der Zündquelle abhängig ist, erfolgten Versuche im größeren Maßstab.

ISO 5658-4: 1999-06 schreibt Probenabmessungen von 100 cm × 150 cm vor. Damit können auch große Probekörper thermisch belastet werden. Die Probenanordnung ermöglicht Untersuchungen sowohl der vertikalen als auch der seitlichen Brandausbreitung auf der Probenoberfläche.

Die Prüfapparatur besteht im wesentlichen aus einem großflächigen Strahler und einem beweglichen Probekörperhalter. Der über dem Strahler anzubringende Zündbrenner wurde nicht verwendet, da eine oberflächige Entzündung nicht zu beurteilen war und es sollte keine zusätzlich wirkende Beanspruchung erzeugt werden.

Es sollte dagegen festgestellt werden, ob eine Ausbreitung der Reaktionszone über Verlegeugen hinaus zu befürchten ist. Hierfür wurden zwei Platten mit Abmessungen von je 60 cm × 120 cm verwendet, wobei die Meßstellenanordnung, jeweils ca. mittig in der Probe, in Bild 5 dargestellt ist. Die zwei einlagigen Probenteile wurden durch zwei mit Schraubzwingen gehaltene Calciumsilicat-Platten fixiert.

Der Übergang des Schwel-/Glimmvorganges von Platte zu Platte wird an den Temperaturverläufen deutlich. Auffallend ist auch hier der über einen sehr langen Zeitraum anhaltende Zersetzungsprozeß.

Die Ausbreitung des Schwel-/Glimmbrandes von Platte zu Platte wurde auch mit doppellagig angeordneten Platten mit

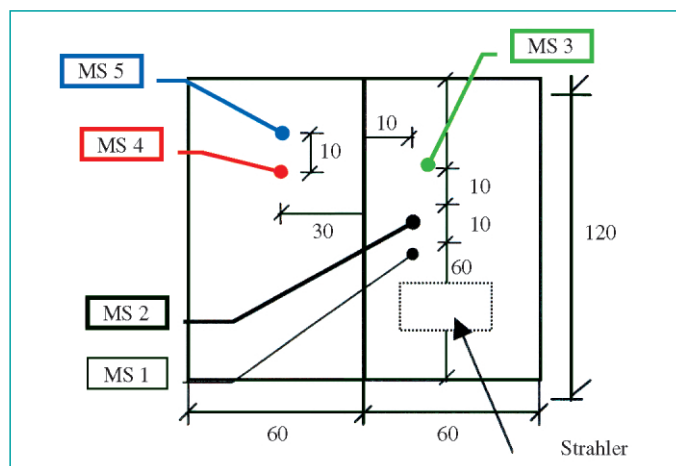
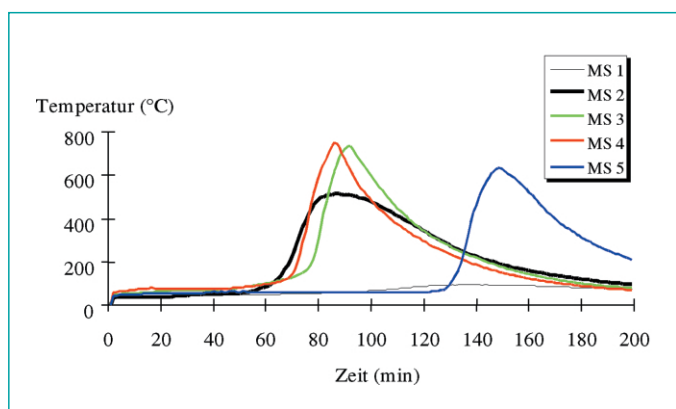


Bild 5. Probenaufbau und Meßstellenanordnung



84 Bild 6. Temperaturverlauf an den Meßstellen

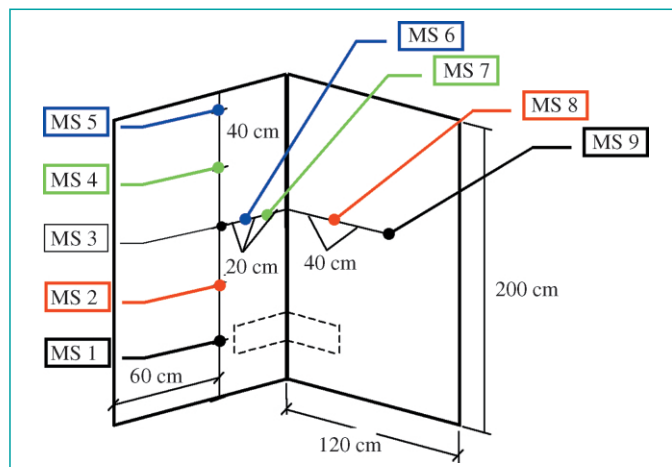


Bild 7. Anordnung der Thermoelemente bei einer Eckenkonfiguration

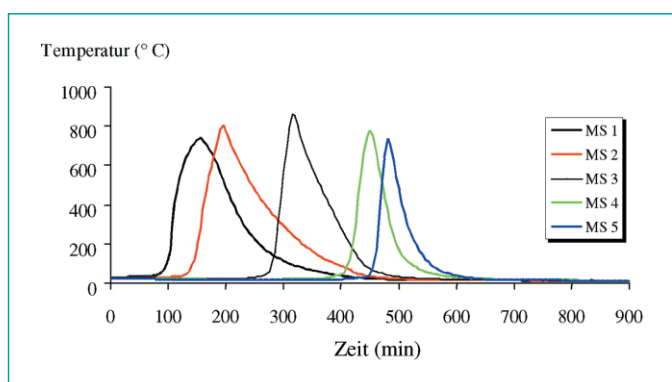


Bild 8. Temperaturverlauf in vertikaler Richtung, Strahler-Großversuch

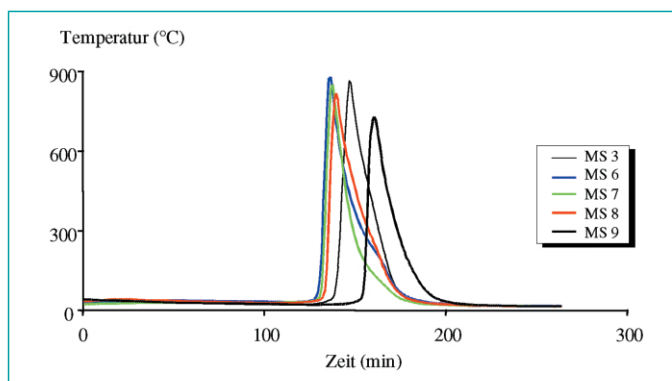


Bild 9. Temperaturverlauf in lateraler Richtung, Strahler-Großversuch

Abmessungen von 200 cm × 120 cm untersucht, die über Eck gestoßen waren und 10 min mit einer Leistung von 40 kW/m² bestrahlt wurden.

Eine Beanspruchungsintensität von 40 kW/m² wurde von der europäischen Kommission für das neu zu entwickelnde harmonisierte Prüfverfahren (SBI-Test) gefordert. Während der Versuche mit dem 40 kW/m²-Strahler (vergl. auch Bild 10) mit Proben in Eckenordnung (Bild 7) dauerte der einsetzende thermische Prozeß über eine Zeitspanne von mehr als 9 Stunden an und erfaßte alle Probekörperteile (Bild 8 und Bild 9).

Die Oberflächentemperaturen während des Schwelprozesses lassen sich mit thermographischen Aufnahmen qualitativ darstellen und quantitativ auswerten. Eine Mineralfaserplatte wurde mit einer B1-Holzwerkstoffplatte abgedeckt und 20 min bestrahlt. Bild 10 zeigt den Versuchsaufbau.

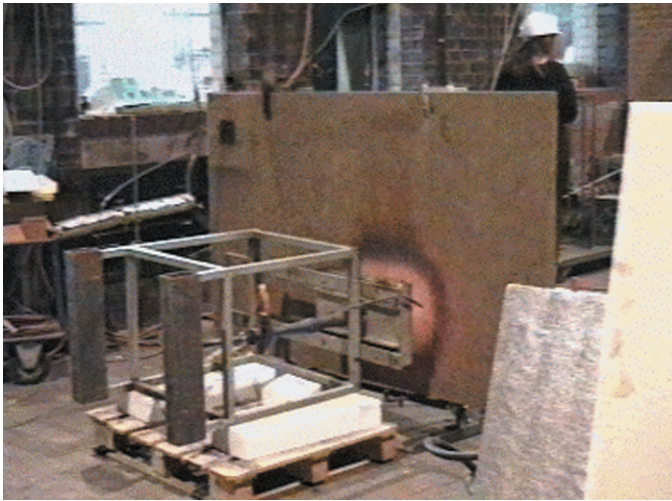


Bild 10. Versuchsaufbau mit einem Gasstrahler

Bild 11 zeigt thermographische Aufnahmen bis ca. 4 Stunden nach dem Entfernen des Strahlers. Nach ca. 2 Stunden (Bild Mitte) erreicht die Schmelzfront in der Mineralfaserplatte den oberen Probenrand, nach ca. 4 Stunden ist die obere rechte Probenecke erreicht. Wie bei allen Versuchen zeigt sich eine kreisförmige Reaktionsausbreitung bei einem hohen Temperaturniveau an der Oberfläche, die Temperaturen an der Plattenoberfläche haben maximal ca. 300 °C betragen.

5 Zusammenfassung

Bei nach DIN 4102-1 mit der Baustoffklasse A klassifizierten Faserdämmstoffen mit geringer Rohdichte dürfte die geringe Faserlagerungsdichte ebenso wie der niedrige Schmelzpunkt bei Glasfasern trotz teilweise relativ hohen Bindemittelgehaltes ein Durchschwelen des Probekörpers verhindern.

Bestimmte Typen der Steinfaserdämmstoffe nach DIN 18165 schwelen bzw. glimmen jedoch, was die normative Beurteilung bisher nicht erfaßt. Alle untersuchten WD-Steinfaserprodukte zeigten selbst bei nur kurzzeitiger thermischer Belastung eine Schwelneigung in den verwendeten normativen Apparaturen. Dies wird erst erkennbar, wenn der Beobachtungszeitraum über die normative Beurteilung hinausgeht. Die hohe Faserlagerungsdichte ermöglicht eine ausreichende Konzentration an reaktionsfähigem Bindemittel. Der Bindemittelgehalt ist jedoch nicht allein ausschlaggebend für eine mögliche Schwelbrandgefahr.

Die Höchstwerte der Temperaturen in der Mineralfaserdämmschicht wurden in dem Bereich zwischen 600 °C und 900 °C gemessen. Die Temperaturen an der Oberfläche betrugen zwi-

schen 300 °C und 400 °C. Dieses Temperaturniveau ist auch Stunden nach der thermischen Beanspruchung nicht abgebaut und kann daher angrenzende Materialien weiter thermisch belasten.

Die bei Reaktionsende aufgeschnittenen Dämmstoffproben zeigten produktspezifisch unterschiedliche Verfärbungen und Ablagerungen sowie verschiedene Stufen mechanischer Entfestigung, die von der Gleichmäßigkeit der Bindemittelverteilung und dem prozentualen Bindemittelgehalt abhängig sind. Die Dämmstoffe der Baustoffklasse A2 nach DIN 4102-1 waren stellenweise vollständig entfestigt.

Eine Analyse der verschiedenen Forschungsergebnisse [12] bis [15] bestätigt Kenntnislücken ebenso wie Widersprüche und unterstreicht die Notwendigkeit weiterer Untersuchungen. Die Beurteilungskriterien zur Einstufung nichtbrennbarer Dämmstoffe sollten eine zusätzliche Überprüfung des Glimm- bzw. Schwelverhaltens einschließen, weil die bestehenden Anforderungen - Ofenprüfung und Brandschachttest - eine derartige Beurteilung nicht ermöglichen. Ansätze zur Überprüfung der Schwel-/Glimmneigung von A-klassifizierten Mineralfaserdämmstoffen werden unter Berücksichtigung der baulichen Anwendung, der Zündquelle, der Dauer der thermischen Belastung und der Materialauswahl zu bewerten sein.

Literatur:

- [1] Jagfeld, P.: Schwel- und Glimmbrandrisiken von Dämmstoffen im Flachdach. IVPU-Information, 5/1998.
- [2] Statistische Ermittlung der Brandentstehungshäufigkeit und Ausbreitungswahrscheinlichkeit in Industriegebäuden. IRB Verlag, 1987.
- [3] Hammer, H.: Gefahrenbereich Dach. BbauBI 1993, H. 7, S. 530-533.
- [4] Schöpf, U. F. M.: Glimmverhalten von Cellulose in klein- und großskaligen Reaktoren. Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 4, Nr. 152, 1999.
- [5] Das, O.: Modelltheoretische Untersuchungen von Schwel- und Glimmbränden in Dämmschichten. Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 4, Nr. 154, 1999.
- [6] Hölemann, H. und Worpenberg, R.: Brandursache Schweißen, Brennschneiden und Löten, Zündmechanismen glühender Partikel. vfdB-Zeitschrift 1994, Nr. 2, S. 59-64.
- [7] Hölemann, H.: Entwicklung eines Prüfverfahrens für die Bewertung von schwel- und glimmfähigen Baustoffen. vfdB-Zeitschrift 1997, Nr. 1, S. 11-19.
- [8] Ohlemiller, T. J.: Smoldering Combustion. in The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. Kapitel 23, S. 352 - 359, 1988.
- [9] Lodzinski, D. und Buckmaster, J.: Quenching of Reverse Smolder, Combustion and flame 102, S. 87-100, 1995.
- [10] Wiendl, S.: Untersuchungen des Schwelverhaltens von Mineralfaserdämmstoffen. Dipl.-Arbeit, Universität Wuppertal, 1996.
- [11] Wagner, A.: Untersuchungsbericht zu Schwelbrandreaktionen. Wagner Meßtechnik, 1996.
- [12] BS 5940-1980: Method of test for determination of the punking behaviour of phenol-formaldehyde foam.
- [13] Bungartz, G.: Glimmverhalten von Baustoffen. BUGH, Wuppertal, 1997.
- [14] Zusammenfassender Bericht „Glimmringversuche“. Geschäftszeichen IV 1-5-740/93, MFPA Leipzig.
- [15] Rösler, W. und Jank, W.: Schwel- und Glimmverhalten von Dämmstoffen, BbauBI 1995, H. 7, S. 540-544.

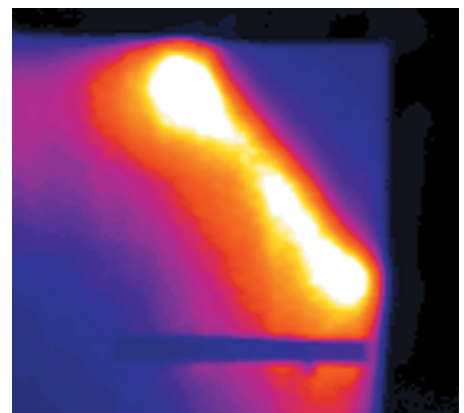
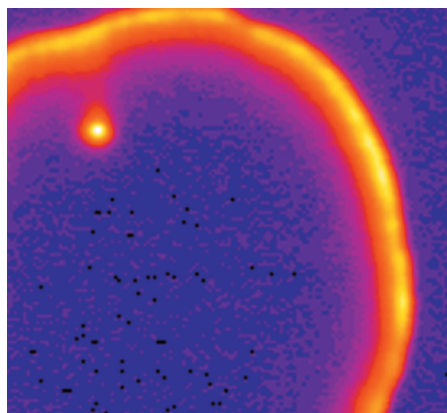
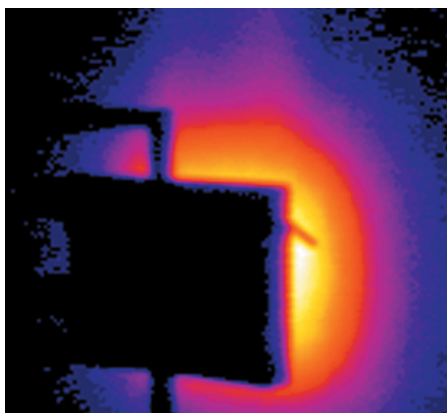


Bild 11. Thermographie während des Versuches