

# AGF

BERICHTE

ARBEITSGEMEINSCHAFT FEUERSCHUTZ

Entflammbarkeitsverhalten von Baustoffen  
und daraus hergestellten Verbundbaustoffen  
bei Prüfung im Plattenschlotverfahren

**16**

ARBEITSGEMEINSCHAFT DER LANDESDIENSTSTELLEN  
FÜR FEUERSCHUTZ IN DEN BUNDESLÄNDERN (AGF)

ARBEITSGEMEINSCHAFT FEUERSCHUTZ

AGF

Forschungsbericht Nr. 16

über die Forschungsaufgabe

Entflammbarkeitsverhalten von Baustoffen  
und daraus hergestellten Verbundbaustoffen  
bei Prüfung im Plattenschlotverfahren

von

Peter Jagfeld und Peter Frech

Otto-Graf-Institut

Stuttgart, den 1. September 197L

FA.Nr. 23 (2/65)

## Inhaltsverzeichnis

### 1. Versuchsmaterial

#### 1.1. Baustoffe

#### 1.2. Klebstoffe

### 2. Herstellung und Bezeichnung der Verbundbaustoffe

### 3. Durchführung der Brandversuche

### 4. Ergebnisse der Brandversuche an Einzelbaustoffen

### 5. Ergebnisse der Brandversuche an Verbundbaustoffen

#### 5.1. Ergebnisse in Bezug auf die verwendeten Baustoffe

##### 5.1.1. Gruppe 1 - Decklage: Aluminiumfolie

##### 5.1.2. Gruppe 2 - Decklage: Folie aus PVC weich

##### 5.1.3. Gruppe 3 - Decklage: Platten aus PVC hart

##### 5.1.4. Gruppe 4 - Decklage: Holz furnier

##### 5.1.5. Gruppe 5 - Decklage: Dekorative Schichtpreßstoffplatten

##### 5.1.6. Gruppe 6 - Sandwichplatten mit Decklagen aus Aluminiumblech

##### 5.1.7. Gruppe 7 - Sandwichplatten mit Decklagen aus Asbestzement

##### 5.1.8. Gruppe 8 - Sandwichplatten mit Decklagen aus Gipskarton

#### 5.2. Ergebnisse in Bezug auf die verwendeten Klebstoffe

### 6. Auswertung der Rauchgastemperaturkurven

### 7. Zusammenfassende Schlußbemerkungen

Brennbare Baustoffe werden gemäß den "Ergänzenden Bestimmungen zu DIN 4102" ( Fassungen März 1966 und Februar 1970) nach ihrem Entflammbarkeitsverhalten mittels verschiedener Prüfmethoden in die Klassen "leicht"-, "normal"- und "schwerentflammbar" eingeteilt. Da das Entflammbarkeitsverhalten eines Baustoffs keine "Materialkonstante" ist, sondern von vielen Umständen (z.B. Zünd- bzw. Feuerquelle, Umweltbedingungen, Dicke und Oberflächengestalt des Baustoffs etc.) abhängt, mußte diese Klasseneinteilung durch Realdefinitionen festgelegt werden. Die bekannte Tatsache, daß die Dicke des Baustoffs einen Einfluß auf das Entflammungsverhalten bzw. auf die Flammenausbreitungsgeschwindigkeit ausübt, hat sogar zur Festlegung der Grenze zwischen Normal- und Leichtentflammbarkeit gedient. Sie wird durch Fichtenholzplättchen von 2 mm Dicke dargestellt ( $< 2$  mm = leichtentflammbar;  $\geq 2$  mm = normalentflammbar). Bei Schwerentflammbarkeitsversuchen ergeben sich ebenfalls oftmals Dickengrenzen, so sind z. B. Platten aus PVC hart mit einer Dicke  $< 3,5$  mm in der Regel schwerentflammbar, mit einer Dicke  $> 3,5$  mm in der Regel nur normalentflammbar.

Lange Zeit hat man jedoch der Tatsache nicht genügend Beachtung geschenkt, daß sich auch durch Schichtung bzw. Verbindung von verschiedenen Baustoffen miteinander das Entflammbarkeitsverhalten der Einzelbaustoffe entscheidend ändern kann. So wurden noch bis vor wenigen Jahren Baustoffe unabhängig von ihrer späteren Verwendung bzw. Einbauart auf Schwerentflammbarkeit geprüft und mit Prüfbescheid versehen, obwohl viele Baustoffe nur im Verbund angewendet werden und in diesem Zustand keineswegs immer schwerentflammbar sind, wie neuere Kenntnisse zeigten.

Da es für die Praxis von Bedeutung ist, die charakteristischen Eigenschaften der Baustoffe - auch in Kombination untereinander - in ihrem entgeltigen Einbauzustand beim Entstehungsbrand zu kennen, wurde im Rahmen dieser Arbeit am Beispiel der Schwerentflammbarkeit zu erkunden versucht, ob grundsätzliche Voraussagen oder Verallgemeinerungen über das Entflammbarkeitsverhalten von Verbundbaustoffen getroffen werden können, wenn das Brennverhalten der verwendeten Einzelbaustoffe bekannt ist.

Zu diesem Zweck sind eine Vielzahl verschiedener Einzelbaustoffe zu Verbundstoffen unter Verwendung verschiedener Klebstoffe miteinander kombiniert und im Plattenschlot-Verfahren gemäß den "Ergänzenden Bestimmungen zu DIN 4102" (2. Fassung März 1966) auf Schwerentflammbarkeit geprüft worden. Die Versuchsergebnisse werden nachfolgend mitgeteilt.

## 1. Versuchsmaterial

### 1.1. Baustoffe

In Zusammenstellung 1, Beilage 1, sind die für die Versuche verwendeten Baustoffe mit ihren kennzeichnenden Daten aufgeführt. Die Meßwerte wurden an den im Normalklima 20/65 DIN 50014 bis zur Gewichtskonstanz gelagerten Proben mit den Flächenabmessungen 19 cm x 100 cm ermittelt.

Die Baustoffe sind in Zusammenstellung 1 in verschiedene Gruppen nach übergeordneten Merkmalen zusammengefaßt (vgl. Spalte 1). Eine Anzahl von Baustoffen wurde später als Träger- bzw. Kernmaterial, andere Baustoffe wurden als Deck- bzw. Bepankungsmaterial verwendet. Für die als Träger dienenden Materialien sind als Bezeichnungen Zahlen, für die als Deckmaterial dienenden Stoffe große Buchstaben gewählt worden (vgl. Spalte 3). Entsprechend der Doppelverwendung von Asbestzement- und Gipskartonplatten als Träger- wie auch als Deckmaterial wurden für diese Platten als Bezeichnungen Zahlen oder Buchstaben verwendet.

In Spalte 7 von Zusammenstellung 1, Beilage 1, ist jeweils die Baustoffklasse nach DIN 4102 angegeben, in die das Einzelmaterial einzuordnen war. Stahlblech, Aluminiumblech und -folie sowie Asbestzementplatten waren gemäß DIN 4102, Blatt 4 (Ausgabe Sept. 1965) ohne Nachweis als nichtbrennbarer Baustoff Klasse A anzusehen. Die mit B 1 - "schwerentflammbar" bezeichneten Materialien wiesen im allgemeinen einen entsprechenden Prüfbescheid des ehemaligen "Prüf-ausschusses für schwer entflammbare Stoffe im Bauwesen" auf.

Die Einstufung von Eichenholz, Holzfurnier und Spanplatten in die Klassen B 2 bzw. B 3 erfolgte nach DIN 4102, Blatt 4. Für die nicht schwerentflammbaren Hartschaumarten ergab sich auf Grund durchgeführter entsprechender Versuche jeweils die Baustoffklasse B 3.

## 1.2. Klebstoffe

Für die Verbindung der verschiedenartigen Materialien miteinander wurden ausschließlich Klebstoffe verwendet.

Je nach Material kamen hierbei folgende 3 verschiedene handelsübliche Kleberarten zur Anwendung:

Kleber I: Dispersionskleber auf Kunstkautschukbasis, lösungsmittelfrei, pH-Wert 9 bis 10, Füllstoffe  $\text{CaCO}_3$ .  
Nach Angabe des Herstellers geeignet für die Verklebung von Hartschaum und PVC auf saugfähigem und nichtsaugendem Untergrund.

Kleber II: Kleber auf Butadien-, Styrol- und Kautschukbasis, modifiziert mit Kunststoffharzen, lösungsmittelhaltig (Kontaktkleber), geeignet für die Verklebung von Hartschäumen, PVC, Metall, Holz etc.

Kleber III: Holzleim, wässrige Lösung eines Phenol-Resorcin-Formaldehyd-Kondensationsproduktes.

Die verwendeten Klebstoffe waren - soweit uns bekannt - nicht mit Feuerschutzzusätzen versehen.

Für alle Kleber wurde durch 3wöchige Lagerung einer auf Aluminiumblech aufgetragenen Kleberschicht im Normalklima 20/65 DIN 50014 der Feststoffgehalt ermittelt. Er betrug bei Kleber I rd 63 %, bei Kleber II rd 53 % und bei Kleber III rd 71 %.

## 2. Herstellung und Bezeichnung der Verbundbaustoffe

In Zusammenstellung 2, Feilage 2, ist eine Übersicht über die unter Verwendung der in 1.1 beschriebenen Baustoffe und in 1.2 aufgeführten Kleber hergestellten Verbundbaustoffe (Baustoffkombinationen) wiedergegeben.

Ein Teil der Trägerplatten ist einseitig, ein Teil beidseitig (Sandwich) mit Decklagen beklebt worden. Die Flächenabmessungen der Proben betragen in allen Fällen 19 cm x 100 cm.

Die Verklebung der Baustoffproben miteinander erfolgte mit der vom Klebstoffhersteller angegebenen Klebermenge.

Aus nachstehender Tabelle sind die verwendeten Klebermengen sowie deren Gehalt an Feststoffen in  $\text{g/m}^2$  zu ersehen.

Kleber	Auftragsmenge		Feststoff- gehalt des Klebers entsprechend 1.2 %	Feststoff- gehalt der Kleber- schicht  $\text{g/m}^2$
	nach Empfeh- lung des Herstellers $\text{g/m}^2$	für die Versuche verwendet $\text{g/m}^2$		
I	400 bis 700	500	63	315
II	200 bis 300	300	53	159
III	400	400	71	284

Durch Wiegen der Probekörper vor und nach dem Kleberauftrag wurde ein genaues Einhalten der vorgeschriebenen Klebermenge erreicht. Der Kleberauftrag erfolgte mittels Zahnpachtel in der Regel beidseitig, bei stark saugendem Untergrund jedoch nur einseitig.

Bei Verwendung der Kleber I und II wurde das Zusammenfügen der eingestrichenen Baustoffe (unter Einhaltung der bei Kleber II erforderlichen Ablüftezeit) durch kurzes Zusammenpressen vorgenommen (Kontaktkleber), während bei Verwendung

von Kleber III die zusammengefügtten Baustoffe rd 16 Stunden unter Preßdruck ausgehärtet wurden.

Die so hergestellten Proben sind anschließend bis zur angenäherten Gewichtskonstanz im Normalklima 20/65 DIN 50014 gelagert worden.

Die Verbundproben wurden mit den Bezeichnungen der Einzelbaustoffe (vgl. Zusammenstellung 1, Beilage 1, Spalte 3) und den Kleberbezeichnungen I, II oder III versehen, z. B. bedeutet

F 11 III : Dekorativer Schichtpreßstoff  
auf Spanplatte mit Kleber III  
(Resorcin-Phenolharz) geklebt.

### 3. Durchführung der Brandversuche

Alle in Zusammenstellung 1, Beilage 1, aufgeführten Einzelbaustoffe und alle in Zusammenstellung 2, Beilage 2, angeführten Baustoffkombinationen wurden gemäß den "Vorläufigen Prüfgrundsätzen für den Nachweis der Eigenschaft "schwer entflammbar" (DIN 4102) von Stoffen im Bauwesen", Fassung Febr. 1963 <sup>1)</sup> im Plattenschlotverfahren geprüft.

Von jedem Einzel- und von jedem Verbundbaustoff wurden 2 Probekörper geprüft. Bei Verbundproben erfolgte die Beflammung jeweils auf der Seite der Decklage. Die Ermittlung der unzersetzten Restlänge der Probe nach den Brandversuchen geschah an der Oberfläche und, falls erforderlich, im Innern der Probe an Hand von Längsschnitten (z.B. bei Sandwichplatten).

### 4. Ergebnisse der Brandversuche an Einzelbaustoffen

Die Brandversuchsergebnisse der Einzelbaustoffe sind in Zusammenstellung 3, Beilage 3, tabellarisch aufgeführt. Die Abbildungen 1 und 2 in den Beilagen 4 und 5 zeigen den charakteristischen Verlauf von jeweils einer Rauchgastemperaturkurve je Materialart. In den Abb. 3 bis 7, Beilagen 6 bis 10, sind Fotos von Proben nach dem Brandversuch wiedergegeben (jeweils eine Probe von der Brand- und eine von der Rückseite her gesehen).

---

1) vgl. VFDB-Zeitschr. Heft 2/63



Die Versuchsergebnisse bestätigen bei Zugrundelegung der in den "Ergänzenden Bestimmungen zu DIN 4102" festgelegten Anforderungen die richtige Einstufung der eingesetzten "schwerentflammbaren" Baustoffe (vgl. auch Zusammenstellung 1, Beilage 1, Spalte 7).

## 5. Ergebnisse der Brandversuche an Verbundbaustoffen

### 5.1. Ergebnisse in Bezug auf die verwendeten Baustoffe

Wie aus Zusammenstellung 2, Beilage 2, hervorgeht, war die Anzahl der untersuchten Kombinationen von Einzelbaustoffen d. h. die Anzahl der untersuchten Verbundbaustoffe sehr groß. Aus diesem Grund sind die Brandversuchsergebnisse in 8 getrennte Gruppen zusammengefaßt, wobei die Ordnung nach den Materialien vorgenommen worden ist, die bei den Verbundbaustoffen als Decklage dienten und beflammt wurden. Bei den Gruppen 1 bis 5 handelt es sich jeweils um unsymmetrischen Verbund zweier Stoffe mittels Kleber, bei den Gruppen 6 bis 8 um sogenannte Sandwichplatten. Für jede Gruppe sind die zahlenmäßigen Versuchsergebnisse, kennzeichnenden Rauchgastemperaturkurven und die fotografischen Wiedergaben von Brandproben nach dem Versuch zusammengefaßt. Nachstehende Aufstellung gibt eine Übersicht über die zu jeder Gruppe gehörenden Zusammenstellungen und Abbildungen.

Übersicht über die Zusammenstellungen und Abbildungen, in denen die Versuchsergebnisse an Verbundbaustoffen niedergelegt sind

Gruppe Nr.	ein- oder zweiseitig	Deckschicht		Mefwerte		Rauchgastemperaturkurven		Aussehen der Platten	
		Art	Art	Zusammen- stellung Nr.	Beilage Nr.	Abbildung Nr.	Beilage Nr.	Abbildung Nr.	gezeigt in Beilage Nr.
1	Träger- material einseitig beplankt	Alu-Folie		4	11	8	12	9 und 10	13 und 14
2		PVC weich-Folie		5	15	11	16	12 bis 15	17 bis 20
3		PVC hart		6	21	16	22	17	23
4		Holz furnier		7	24	18	25	19	26
5		Dek. Schicht- preßstoff		8	27	20	28	21 bis 23	29 bis 31
6	beidseitige Beplankung (Sandwich)	Alu-Blech		9	32	24	33	25 und 26	34 und 35
7		Asbestzement		10	36	27	37	28 und 29	38 und 39
8		Gipskarton		11	40	30	41	31 bis 34	42 bis 45

In obigen Zusammenstellungen sind für die Gruppen 1 bis 5 nochmals zur besseren Vergleichsmöglichkeit die Brandversuchsergebnisse der Decklage ohne Verbund enthalten.

In den nachfolgenden Unterabschnitten wird - geordnet nach Gruppen - auf Besonderheiten bei den Versuchen und den Versuchsergebnissen kurz eingegangen.

Eine einzige Versuchsvariation ist in den erwähnten Zusammenstellungen und Abbildungen nicht besprochen, und zwar diejenige aus 20 mm dicken PS-Hartschaumplatten B 1, aufgeklebt mit Kleber II auf Asbestzement-Trägerplatten. Hierzu ist zu sagen, daß diese Kombination sich bei Be-flammung der Schaumstoffseite ähnlich wie die nackte Schaumstoffplatte verhielt; es wurde lediglich festgestellt, daß im Flammenbereich bis zu einer Höhe von rd 50 cm Schaumstoffteile zusammen mit der Kleberschicht brannten und darüber Schmelz- und Sintererscheinungen auftraten.

#### 5.1.1. Gruppe 1 - Decklage: Aluminiumfolie

Nichtbrennbare Aluminiumfolie auf schwerentflamm-bare Mineralfaserplatte mit 2 verschiedenen Klebern aufgeklebt war schwerentflammbar. Verbundproben aus Alu-Folie mit Kunststoff-Hartschäumen (PS-, PF- und PUR-Schäume) brannten in allen Fällen ab, gleichgültig, ob das Schaumstoff-Trägermaterial schwer- oder leichtentflammbar, thermoplastisch oder duroplastisch war.

#### 5.1.2. Gruppe 2 - Decklage: Folie aus PVC weich

Die PVC weich-Folie erfüllte in der Regel nur auf weitgehend anorganischem Trägermaterial, mit Ausnahme von wärmedämmenden anorganischen Stoffen (Mineralfaserplatte), die Anforderungen an schwerent-flammbare Baustoffe.

Bei Verwendung von organischen Trägermaterialien beliebiger Entflammbarkeitsklasse und auch bei Verwendung von schwerentflammbarer Mineralfaserplatte brannte die thermoplastische Folie unter Entwicklung hoher Rauchgastemperaturen und großer Flammen in wenigen Sekunden ab. Lediglich die Kombination PVC weich-Folie mit Kleber II auf Holz-wolleleichtbauplatten aufgeklebt war schwerent-flammbar.

5.1.3. Gruppe 3 - Decklage: Platten aus PVC hart

Die von sich aus bei vorliegender Dicke von 2 mm schwerentflammbare Platte aus PVC hart brannte im Verbund mit wärmeleitendem anorganischem Untergrund (Stahlblech) vollständig ab; bei Verwendung von mineralischem Untergrund (Asbestzement) und gleichem Kleber erfüllte der Verbund die Anforderungen an schwerentflammbare Baustoffe.

5.1.4. Gruppe 4 - Decklage: Holzfurnier

Die Kombination leichtentflammbares Buchenholz-furnier 0,7 mm dick, aufgeklebt mit 2 verschiedenen Klebern auf Asbestzement, ergab wider Erwarten bei Beflammung der furnierten Seite einen schwerentflammbaren Verbundbaustoff.

Bei auf Gipskarton (B 1) bzw. auf feuergeschützter leichter Spanplatte (B 1) aufgeklebten Furnieren brannte das Furnier unter sehr großer Wärmeentwicklung (Rauchgastemperatur rd 750 °C) vollständig ab.

5.1.5. Gruppe 5 - Decklage: dekorative Schichtpreßstoffplatten

Die Versuche zeigten, daß sämtliche Verklebungen von dekorativen Schichtpreßstoffplatten mit anorganischen und organischen Trägerstoffen, gleich welcher Baustoffklasse nach DIN 4102, unter Entwicklung erheblicher Eigenflammen und Rauchgastemperaturen zerstört wurden. Hierbei zeigte sich kein Unterschied, ob schwerentflammbare (F-Qualität) oder normale Schichtpreßstoffplatten verwendet worden sind. Eine Ausnahme bildete lediglich die Kombination Schichtpreßstoffplatte F-Qualität (schwerentflammbar) aufgeklebt mit einem Resorzinharzleim auf Gipskartonplatte. Dieser Verbund erfüllte, wenn auch sehr knapp, die Anforderungen an einen schwerentflammbaren Baustoff (Flammenhöhe > 100 cm). Die gleiche Kombination, jedoch mit

Kleber II, war ganz deutlich negativ (Rauchgastemperatur rd 625 °C).

5.1.6. Gruppe 6 - Sandwichplatten mit Decklagen aus Aluminiumblech

Kernverbunde aus Kunststoff-Hartschaum mit Decklagen aus Aluminiumblech waren mit Ausnahme von solchen mit PUR-Hartschaum als Kernlage schwerentflammbar, selbst bei Verwendung von 20 oder 50 mm dickem leichtentflammbarem PS-Hartschaumkern. Bei den Sandwichplatten mit PUR-Hartschaum als Kernlage brannte der Schaumstoff vollständig aus.

Bei allen Kombinationen mit PS-Hartschaum wurde dieses günstige Verhalten wesentlich durch das werkstoffbedingte Schmelzen und Zusammensintern des Schaumstoffs bei erhöhten Temperaturen beeinflusst. Bei diesen Verbundbaustoffen konnte in keinem Fall eine eindeutige Zersetzungsgrenze ermittelt werden. Hilfsweise wurden Angaben über die Schmelzerscheinungen des Schaumstoffs gemacht. Diese bilden jedoch kein Kriterium für die Einstufung eines Baustoffs in die Schwerentflammbarkeitsklasse. Lediglich war auf der beflammten Alublech-Rückseite eine Verkohlung der Klebstoffschicht im Flammenangriffsbereich festzustellen.

5.1.7. Gruppe 7 - Sandwichplatten mit Decklagen aus Asbestzement

Alle Kombinationen von Sandwichplatten mit Kern aus PS-Hartschaum (schwer- und leichtentflammbar, dünn und dick) und aus PF-Schaum waren schwerentflammbar. Bei Kernlagen aus PS-Hartschaum war wiederum Schmelzen feststellbar, jedoch blieb in allen Fällen der Kern in einer Länge von mindestens 35 cm in voller Dicke ungeschmolzen erhalten.

Bei Verwendung von Kernmaterial aus PUR-Hartschaum (leichtentflammbar) mußte der Verbund insgesamt als nicht schwerentflammbar eingestuft werden, da die Flammen an den seitlichen Schnittkanten angriffen und zu einem vollständigen oder teilweisen Ausbrennen des Schaumstoffs bei mäßigen Rauchgastemperaturen ( $< 150^{\circ}\text{C}$ ) führten. Bei Schutz der Schnittkanten vor Flammenangriff könnten derartige Sandwichplatten mit PUR-Hartschaumkern vermutlich auch in die Klasse B 1 eingestuft werden.

5.1.8. Gruppe 8 - Sandwichplatten mit Decklagen aus Gipskarton

Die Sandwichkombinationen mit Decklagen aus Gipskarton lassen insgesamt den Schluß zu, daß es gleichgültig ist, welcher Stoff mit welcher Entflammbarkeitsklasse sich unter schwerentflammbaren Gipskartonplatten von mindestens 9,5 mm Dicke befindet. Für die Bestimmung der Brennbarkeitsklasse der untersuchten Sandwichkombinationen war jedenfalls stets die Zersetzungslänge der feuerseitigen Kartonauf- lage der Gipskartonplatte maßgebend, die in keinem Fall größer als 60 cm war. Eine Ausnahme machte lediglich ein Probekörper mit Kernlage aus leichtentflammbarem PUR-Hartschaum. Bei diesem Probekörper erfolgte, wie in 5.1.7 beschrieben, ein seitlicher Flammenangriff mit nachfolgendem vollständigem bzw. teilweise Ausbrand der Kernlage. Da der Parallelkörper diese Erscheinungen nicht zeigte, kann mit Sicherheit vermutet werden, daß ein Schutz der Schnittkanten vor Flammenangriff genügt, um derartige Sandwichplatten in die Klasse B 1 einstufen zu können.

## 5.2. Ergebnisse in Bezug auf die verwendeten Klebstoffe

Wie aus Zusammenstellung 2, Beilage 2, hervorgeht, waren alle Verbundbaustoffarten mit dem lösungsmittelhaltigen Kontaktkleber II hergestellt worden. Bei einer Reihe von Baustoffkombinationen, insbesondere bei Aufklebung dünner Folien und Schichten auf Trägerplatten (Alu-Folie, PVC weich-Folie, Holz furnier) war zusätzlich der lösungsmittelfreie Dispersionskleber I eingesetzt worden. Die Brandversuchsergebnisse an diesen Verbundbaustoffen zeigen, daß die Verwendung beider Kleber bis auf eine Ausnahme zur gleichen Einstufung des damit hergestellten Verbunds hinsichtlich der Brennbarkeitsklasse führte, obwohl in der Regel mit Kleber I gegenüber Kleber II geringfügig kleinere unzeretzte Restlängen an den Brandproben und etwas größere Rauchgastemperaturen gemessen wurden. Die Ausnahme betraf die Folie aus PVC weich (B 1), aufgeklebt mit Kleber I bzw. II auf Holzwolle-Leichtbauplatte (B 1). Hier wurden bei Verwendung von Kleber II die Anforderungen an schwerentflammbare Baustoffe erfüllt, während dies bei Verwendung von Kleber I nicht mehr gegeben war.

Das etwas schlechtere Brandverhalten der mit Kleber I hergestellten Verbundbaustoffe kann u. a. vermutlich darauf zurückzuführen sein, daß der Feststoffgehalt pro Fläche bei Kleber I doppelt so groß war wie bei Kleber II, vgl. Abs. 2. Die Schicht von Kleber I konnte demnach zumindest vom Gewicht her gesehen mehr brennbare Anteile besitzen als diejenige von Kleber II.

Bei Verbundbaustoffen mit dekorativer Schichtpreßstoffplatte als Decklage ist bei einigen Kombinationen neben Kleber II auch ein Phenol-Resorzin-Leim (Kleber III) zur Herstellung verwendet worden. Alle untersuchten Verbunde mit Kleber II und III waren negativ, nur die Kombination Gipskarton 9,5 mm dick mit dekorativem Schichtpreßstoff in F-Qualität, verleimt mit Kleber III, erbrachte wider Erwarten Brandversuchsergebnisse, die gerade ausreichten, um diesen Verbund als

schwerentflammbar zu klassifizieren (Flammenhöhe  $> 100$  cm).

Die relativ gleichförmigen Ergebnisse hinsichtlich der Aussage schwer- oder nicht schwerentflammbar bei Verwendung verschiedener handelsüblicher Kleber ohne besonderen Flamm-  
schutz lassen den Schluß zu, daß das Brandverhalten von Verbundbaustoffen weniger vom verwendeten Klebstoff als von den zu verbindenden Einzelbaustoffen abhängt.

#### 6. Auswertung der Rauchgastemperaturkurven

Gemäß den "Ergänzenden Bestimmungen zu DIN 4102" sind für die Einstufung eines Baustoffs in die Klasse B 1 unzersetzte Restlänge und Rauchgastemperatur primäres und die Flammenhöhe sekundäres Beurteilungskriterium. Im Zusammenhang mit vorliegenden Untersuchungen sollte untersucht werden, ob sich aus den bei jedem Versuch mitgeschriebenen mittleren Rauchgastemperaturen nicht evtl. weitere Kriterien herleiten lassen. Man könnte diese Kurven z. B. nach folgenden Richtungen auswerten:

- a) Ermittlung der größten Differenz zwischen Rauchgastemperatur und Nullkurve (Blechplatten-Test)
- b) Ermittlung der größten Differenz in der Steigung zwischen Rauchgastemperaturkurve und Nullkurve
- c) Ermittlung des Flächenintegrals der Rauchgastemperatur-Zeitkurve.

Auswertungen nach a) und b) haben den Nachteil, daß Stoffe, die thermoplastisch oder sehr dünn sind, im Flammenangriffsbereich durchbrennen und damit die Schlotbedingungen wie sie beim Blechplattentest während der ganzen Versuchsdauer vorliegen, nicht mehr gegeben sind. Eine Differenzbildung muß also zu Fehlbeurteilungen bei Thermoplasten und vermutlich auch bei feuergeschützten Textilien führen. Auswertung b) dürfte zudem zu einer Überbewertung kurzzeitiger Rauchgastemperaturspitzen führen, die oftmals nur geringfügig über, bisweilen sogar unter der Nullkurve liegen, jedoch einen sehr steilen Anstieg besitzen.



Aus den genannten Gründen wurde die Auswertung nach c) durchgeführt. Diese Methode hat den Vorteil, daß sich durch Einbeziehung der ganzen Versuchszeit von 10 min Zufälligkeiten im Brandverlauf nicht so stark auf das Gesamtergebnis auswirken. Die Flächenintegrale der Rauchgastemperaturkurven sind für jeden Versuch ermittelt und in den entsprechenden Zusammenstellungen in einer gesonderten Spalte aufgeführt worden. Abb. 35, Beilage 46, zeigt den Zusammenhang zwischen gemessenen maximalen Rauchgastemperaturen und während der Versuchszeit freiwerdenden Wärmeenergien (dargestellt durch das jeweilige Flächenintegral der Rauchgastemperatur). Die Darstellung zeigt, daß bei wachsender maximaler Rauchgastemperatur die Werte der zugehörigen Flächenintegrale der Rauchgastemperaturkurven materialabhängig in einem fächerartigen Streubereich liegen können.

In Abb. 36, Beilage 47, sind in gegenläufigen Säulen die Flächenintegrale der Rauchgastemperaturen wertmäßig angegeben, wobei je 1 Säule für solche Einzel- und Verbundbaustoffe gilt, die gemäß "Ergänzende Bestimmungen zu DIN 4102" als schwerentflammbar oder als nicht schwerentflammbar einzustufen sind. Hiernach ergäbe sich als Grenze zwischen schwer- und normalentflammbarem Baustoff ein Flächenintegral von ungefähr  $1100^{\circ}\text{Cmin}$ . Nur wenige Stoffe überschreiten bei Beurteilung nach bisherigen Kriterien diese Grenze in negativem bzw. positivem Sinne.

## 7. Zusammenfassende Schlußbemerkungen

An einer großen Anzahl von Einzelbaustoffen und daraus mittels 3 verschiedener Kleber hergestellten Verbundbaustoffen sind Brandversuche im Plattenschlotverfahren gemäß den "Ergänzenden Bestimmungen zu DIN 4102" durchgeführt worden. Die Ergebnisse in Bezug auf die Einstufung dieser Verbundbaustoffe sind zusammenfassend in Zusammenstellung 12, Beilage 48, wiedergegeben.

Die Ergebnisse lassen folgende allgemeingültigen Schlüsse zu.

- a) Das Brandverhalten des Baustoffes kann sich durch Verbund mit anderen Materialien entscheidend ändern.
- b) Diese Änderung des Brandverhaltens erfolgt in der Regel zur ungünstigeren Seite.
- c) Falls die Decklagen von Verbundbaustoffen aus Baustoffen bestehen, die mindestens 2 mm dick und als Einzelstoff im Brandschachtversuch weder durchbrennen, durchkohlen oder durchschmelzen, ist der damit hergestellte Verbund in der Regel schwerentflammbar. Besteht die darunterliegende Schicht aus leichtentflammbarem Hartschaum, so sind zweckmäßigerweise die Kanten für den Versuch praxisnah zu schützen, bei PUR-Hartschaum ist diese Maßnahme sogar erforderlich.
- d) Falls die Decklagen aus schwerentflammbarem thermoplastischem Kunststoff bestehen, d. h. im Flammenangriffsbereich durchschmelzen, hängt das Brandverhalten weitgehend vom Trägermaterial ab. Ist dieses aus massivem mineralischem Material, ist mit großer Wahrscheinlichkeit auch der Verbund schwerentflammbar. Bei anderem Trägermaterial ist in jedem Fall eine Prüfung erforderlich.
- e) Leichtentflammbares Holz furnier ohne Oberflächenbehandlung, aufgeklebt auf massivem mineralischem Untergrund, wird im Verbund schwerentflammbar.
- f) Der Einfluß der Kleberart ist im Hinblick auf das Brandverhalten damit hergestellter Verbundbaustoffe gegenüber dem Einfluß der zu verbindenden Baustoffe klein. Diese Aussage gilt für die im Rahmen dieser Arbeit verwendeten Klebstoffe unter der Voraussetzung relativ kleiner Auftragsmenge. Bei größeren Auftragsmengen kann das Brandverhalten ungünstig beeinflusst werden, insbesondere, wenn dünne Decklagen mit Trägerstoffen verklebt sind.

- g) Die Auswertung der Rauchgastemperatur-Zeitkurven bei nicht mit Feuerschutzzusätzen versehenen Klebern ergab, daß das Flächenintegral dieser Kurve geeignet ist, als Beurteilungsgrundlage für die beim Brandversuch freigesetzte Wärmeenergie verwendet zu werden. Als Grenze zwischen schwer- und nicht schwerentflammbarem Baustoff im Sinne von DIN 4102 ergab sich ziemlich deutlich ein Wert von rd 1100 °Cmin.

# Beilage 1

## Zusammenstellung 1

Materialdaten der bei den Versuchen verwendeten Baustoffe

1	2	3	4	5	6	7
Materialgruppe	Materialart	Bezeichnung	Dicke rd mm	Flächengewicht kg/m <sup>2</sup>	Rohdichte g/cm <sup>3</sup>	Baustoffklasse gemäß DIN 4102 <sup>1)</sup>
anorganische, wärmeleitende Baustoffe	Stahlblech	?	2	15,4	7,85	A
	Alu-Blech	M	2	5,5	2,77	A
	Alu-Folie	A	0,05	0,14	2,74	A
massive, mineralische Baustoffe	Asbestzementplatte DIN 274	6 bzw. N	6	11,6	2,01	A
	Gipskarton	4 bzw. O	9,5	8,5	0,87	B1
	Gipskarton, geschlitz	5	9,5	8,0	0,87	B1
anorganische Wärmedämmstoffe	Mineralfaserplatte	13	13	1,7	0,13	B1
Holz- und Holzwerkstoffe	Eichenholz, ungeschützt	9	18	11,8	0,66	B2
	Buchenfurnier	D	0,7	0,39	0,56	B3
	Holzwoleleichtbauplatte DIN 1101	7	13	5,9	0,43	B1
	ungeschützte Spanplatte DIN 68761	11	19	11,9	0,62	B2
	leichte Spanplatte, flammgeschützt	12	20	7,3	0,37	B1
Kunststoffplatte bzw. -folie	Dekorativer Schichtpreßstoff F-Qualität	F	1,5	2,1	1,47	B1
	Dekorativer Schichtpreßstoff normal	G	1,5	1,9	1,27	B2
	PVC hart	H	2	2,7	1,32	B1
	PVC weichfolie	B bzw. R	0,2	0,21	1,07	B1
organische Wärmedämmstoffe	PS-Hartschaum	14	20	0,38	0,19	B1
	PS-Hartschaum	15	20	0,41	0,21	B3
	PS-Hartschaum	18	50	0,99	0,20	B3
	PF-Hartschaum	16	20	0,42	0,21	B1
	PF-Hartschaum	19	50	0,99	0,20	B1
	PUR-Hartschaum	17	20	0,67	0,34	B3

1) "Ergänzende Bestimmungen zu DIN 4102", 2. Fassung März 1966

## Zusammenstellung 2

Übersicht über die hergestellten und geprüften Baustoffkombinationen 1)

Baustoffe		einseitig							beidseitig (Sandwich)				
Art	Dicke in mm	Alu- folie	PVC weich	PVC hart	Holz- furnier	Dek. Schicht- pres-Stoff	PS-Hart- schaum	PVC weich	Alu- blech	Gips- kart.	Asbest- zementpl.		
												0,05	0,2
	Dicke in mm	Esust.-Klasse DIN 4102											
Träger- bzw. Kern- material													
Stahlblech	2	A											
Asbestzsm.	6	A											
Gipskarton	9,5	B1											
Gipskarton geschliff	9,5	B1											
Mineralfaser- platte	13	B1											
Niche	18	B2											
Holzvolle- Leichtbaupl.	13	B1											
Spanplatte	19	B2											
Leichte Spanplatte	19	B1											
PS-Hartschaum	20	B1											
PS-Hartschaum	20	B3											
PS-Hartschaum	50	B3											
PF-Hartschaum	20	B1											
PF-Hartschaum	50	B1											
PUR-Hartsch.	20	B3											

1) x=Kleber I o=Kleber II z=Kleber III

## Ergebnisse der Brandversuche an den im Plattenschlotverfahren geprüften Einzelbaustoffen:

1 Material- gruppe	2 Probekörper Material		3 Länge des nicht zer- setzten Probenteils		4 größte Rauchgas- temperatur und Zeitpunkt ihres Auftretens		5 größte Flammen- höhe und Zeit- punkt ihres Auftretens		6 Flächen- integral der Rauchgas- tempera- tur-Zeit- kurve °C min	7 durchgebrannt; durchgekohlt; durchgeschmol- zen Ja/nein
	Be- zeich- nung	Einzel- werte	Mittel- wert	°C	nach min	cm	nach min/s			
								cm		
anorga- nische, wärme- leitende Bau- stoffe	Stahl- blech	2 a	100	100	107	10	40	1'	980	nein
		b	100	100	115	9	40	1'	965	
	Alu- blech	M a	100	100	99	10	40	1'	910	nein
	Alu- folie	A a	79 70 73 76	74	113	5 1/2	50	3'	1038	teilweise
		b	73 74 73 77	74	102	8	50	2'	1049	
massive, minera- lische Bau- stoffe	Asbest- zement	6 a	100	100	92	10	40	1'	842	nein
		b	100	100	92	10	40	1'	855	
	Gips- karton	4 a	50 50 53 55	52	110	2	50/60	1'	1078	ja
b		50 48 54 46	49	85	10	50/60	1'	806		
	Gips- karton geschl.	5 a	60 61 60 61	60	98	9 1/2	40/50	3'	917	nein
		b	60 60 62 60	60	93	9	40/50	4'	837	
anorg. Wärme- dämmst.	Mineral- faser- platte	13 a	48 47 41 45	45	104	10	50/60	1'	976	nein
		b	45 47 47 45	46	106	10	50/60	1'	914	
Holz und Holz- werk- stoffe	Eiche	9 a	0	0	275	3 1/2	> 100	2'	1990	nein
	Buchen- furnier	D a	0	0	690	1/2	> 100	15"	1360	ja
	Holz- wolle- Leicht- baupl.	7 a	59 50 50 45	51	116	10	60/70	3'	1055	nein
		b	45 44 50 48	47	112	10	60	3'	994	
	Span- platte	11 a	0	0	455	3	> 100	2'	2780	nein
b		0	0	425	3	> 100	2'	2680		
Leichte Span- platte	12 a	30 36 28 31	31	109	10	60/70	2'	918	nein	
	b	32 31 26 29	29	99	10	60	1,5'	1039		
Kunst- stoff- platte bzw. -folie	dek. Schicht- preßst.	F a	45 44 42 46	44	138	2 1/2	60/70	2'	1190	ja
		b	46 46 49 40	45	112	2 1/2	60	1,5'	975	
	dek. Schicht- preßst.	G a	0	0	860	1 3/4	> 100	1'	2390	ja
	PVC hart	H a	43 44 44 37	42	105	8	90	2'	951	ja
b		42 45 45 46	44	100	10	80	2'	951		
PVC weich- Folie	B a	16 34 4 10	16	117	0,2	> 100	1"	975	ja	
	b	36 38 17 18	27	99	0,2	> 100	1"	945		
or- ganische Wärme- dämm- stoffe	PS- Hart- schaum B1, 20mm	14 a	53 55 47 45	50	116	9	60	1"	983	ja
		b	57 60 58 49	56	115	7 1/2	60	8"	992	
	PS- Hart- schaum B3, 20mm	15 a	0	0	135	1/2	> 100	8"	985	ja
		b	0	0	172	1/2	> 100	8"	1190	
	PS- Hart- schaum B3, 50mm	18 a	0	0	470	1 1/3	> 100	10"	1380	ja
	PF- Hart- schaum B1, 20mm	16 a	40 40 44 38	40	105	10	60	1'	1016	ja
b		38 41 42 43	41	108	10	50/60	1'	1029		
PF- Hart- schaum B1, 50mm	19 a	26 22 24 21	23	93	10	50	1'	922	nein	
	b	26 22 24 23	23	97	10	50	1'	902		
PUR- Hart- schaum B1, 20mm	17 a	0	0	475	0,3	> 100	5"	1430	ja	
	b	0	0	880	0,4	> 100	3"	1750		

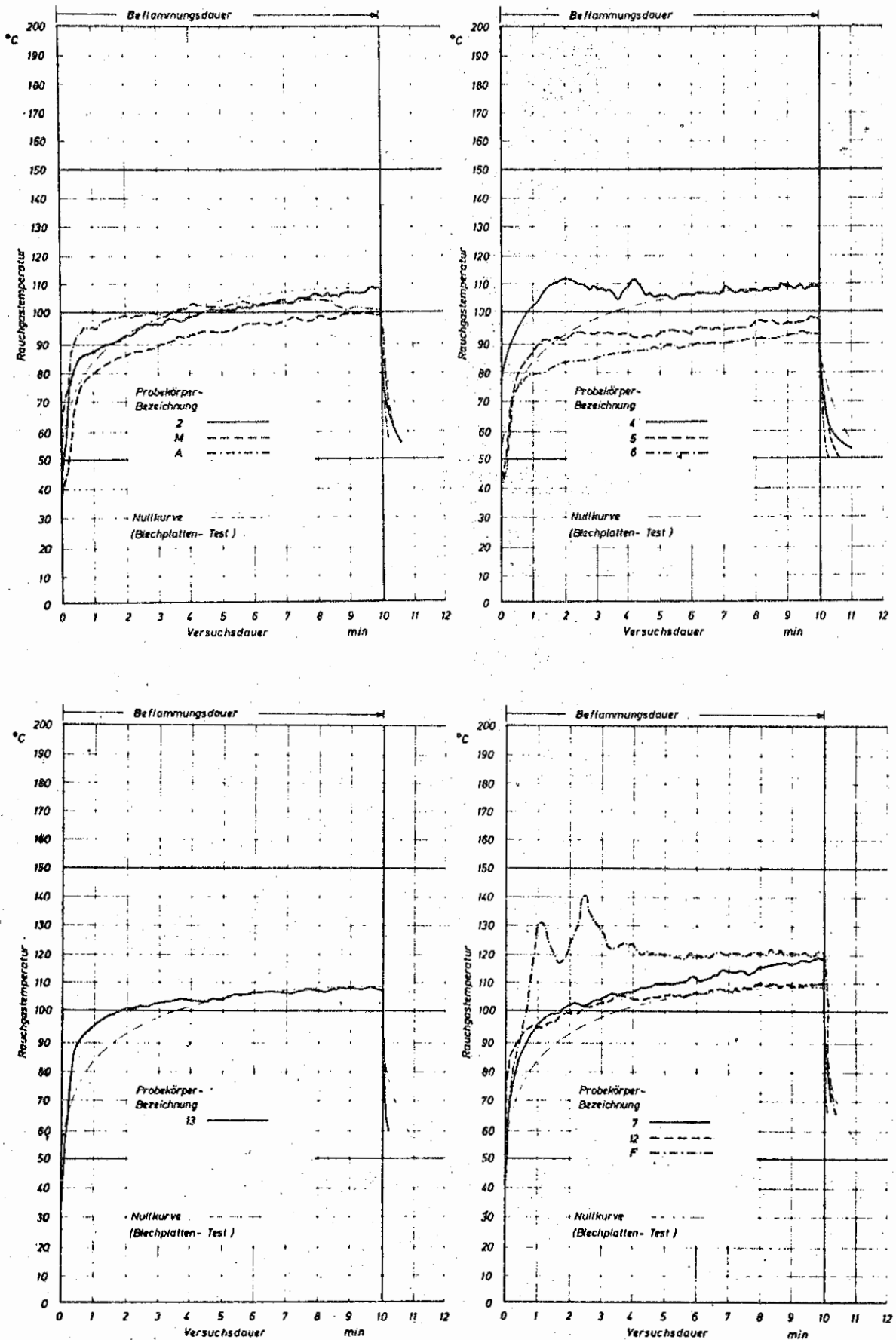


Abb. 1 Rauchgasstemperaturkurven von Einzelbaustoffen im Brandschachtversuch

2 = Stahlblech

M = Alu-Blech

A = Alu-Folie

4 = Gipskarton

5 = Gipskarton geschlitzt

6 = Asbestzement

13 = Mineralfaserplatten

7 = Holzwolle-Leichtbauplatten

12 = leichte Spanplatte B1

F = dek. Schichtpreßstoff B1

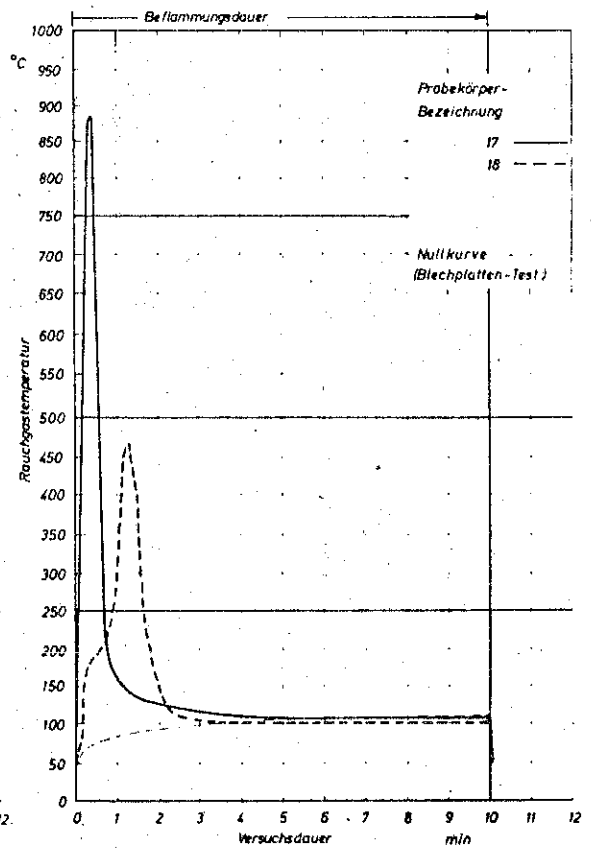
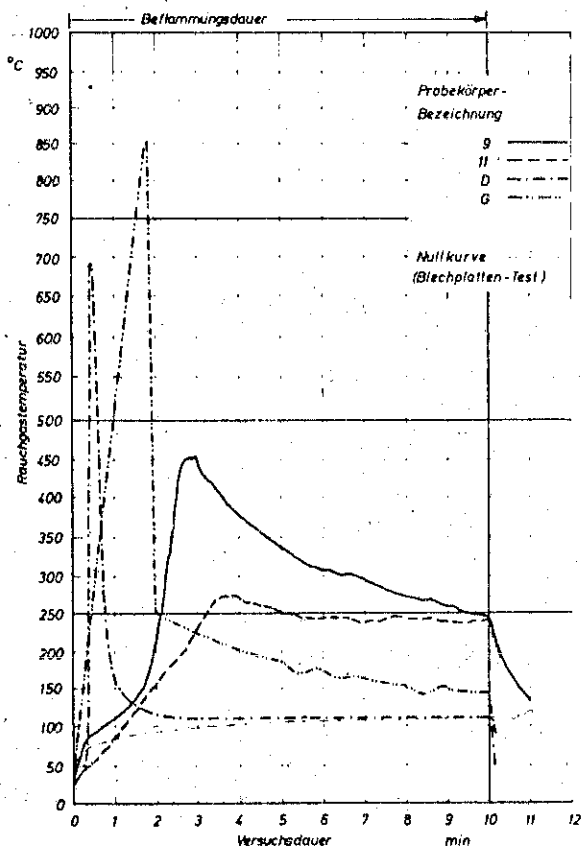
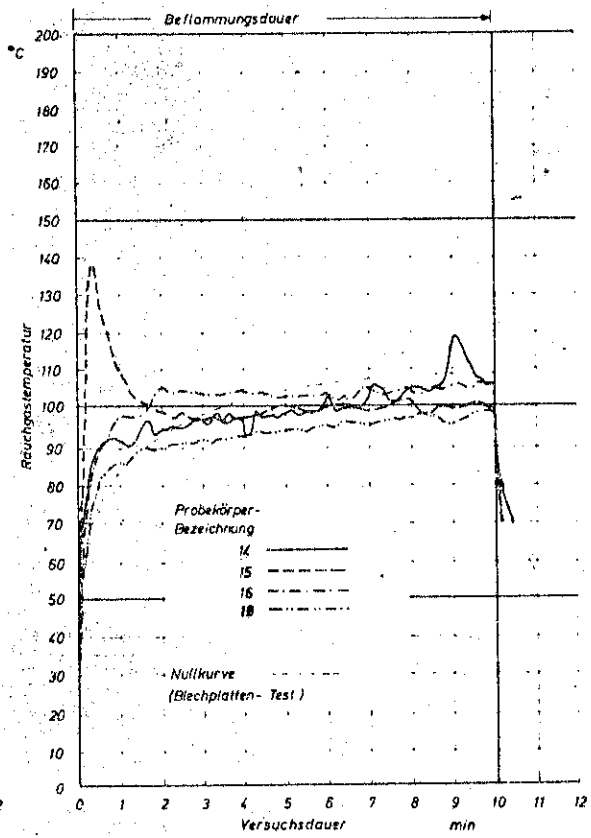
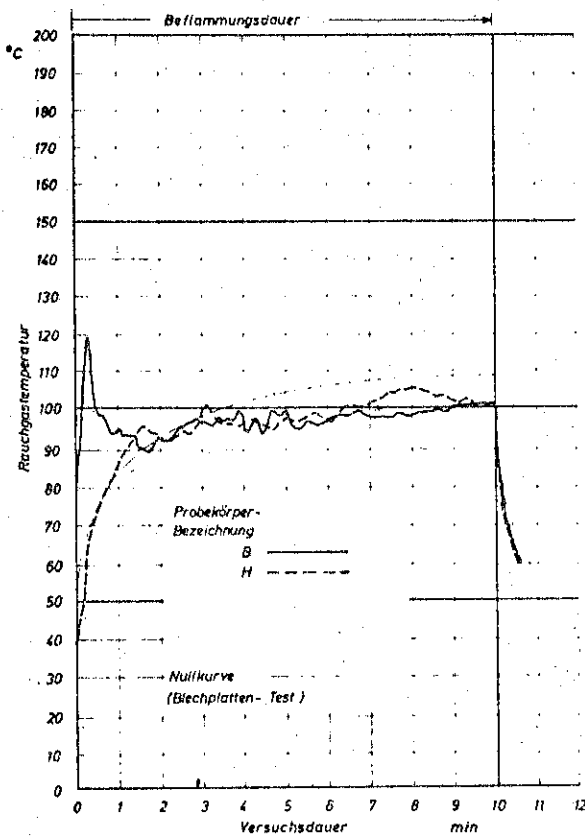


Abb. 2

Rauchgasatemperaturkurven von Einzelbaustoffen im Brandschachtversuch (Fortsetzung von Abb. 1)

B = PVC weich-Folie

H = PVC hart

14 = PS-Hartschaum 20mm B1

15 = PS-Hartschaum 20mm B3

16 = PF-Hartschaum 20mm B1

19 = PF-Hartschaum 50mm B1

9 = Eichenholz

11 = Spanplatte B 2

D = Buchenfurnier

G = dek. Schichtpreßstoff B 2

17 = PUR-Hartschaum 20 mm B 3

18 = PS-Hartschaum 50 mm B 3



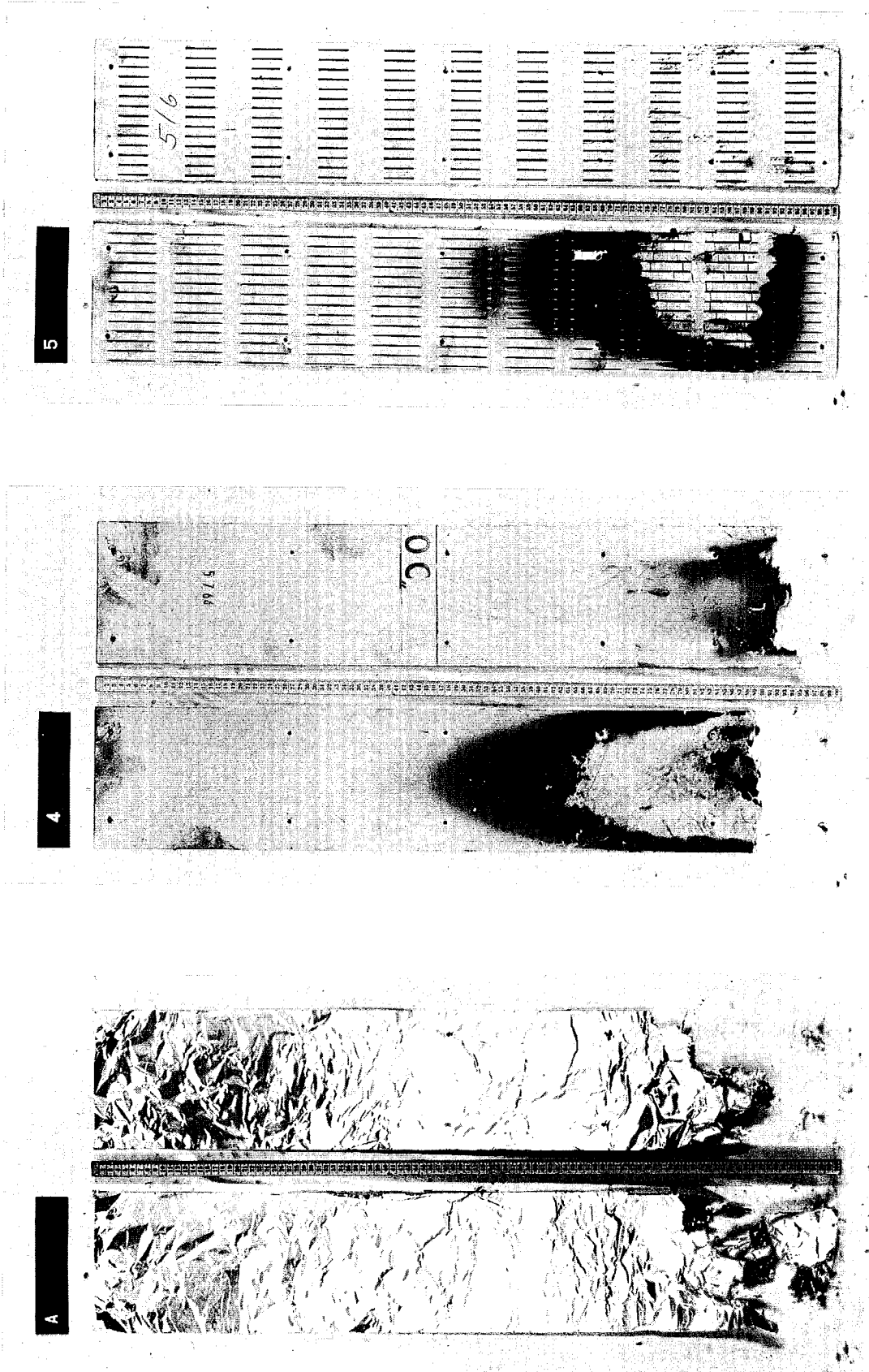


Abb. 3 Aluminiumfolie (A), Gipskarton (4) und Gipskarton geschlitzt (5) nach dem Brand-  
versuch; jeweils linke Probe von Brandseite, rechte Probe von Rückseite gesehen

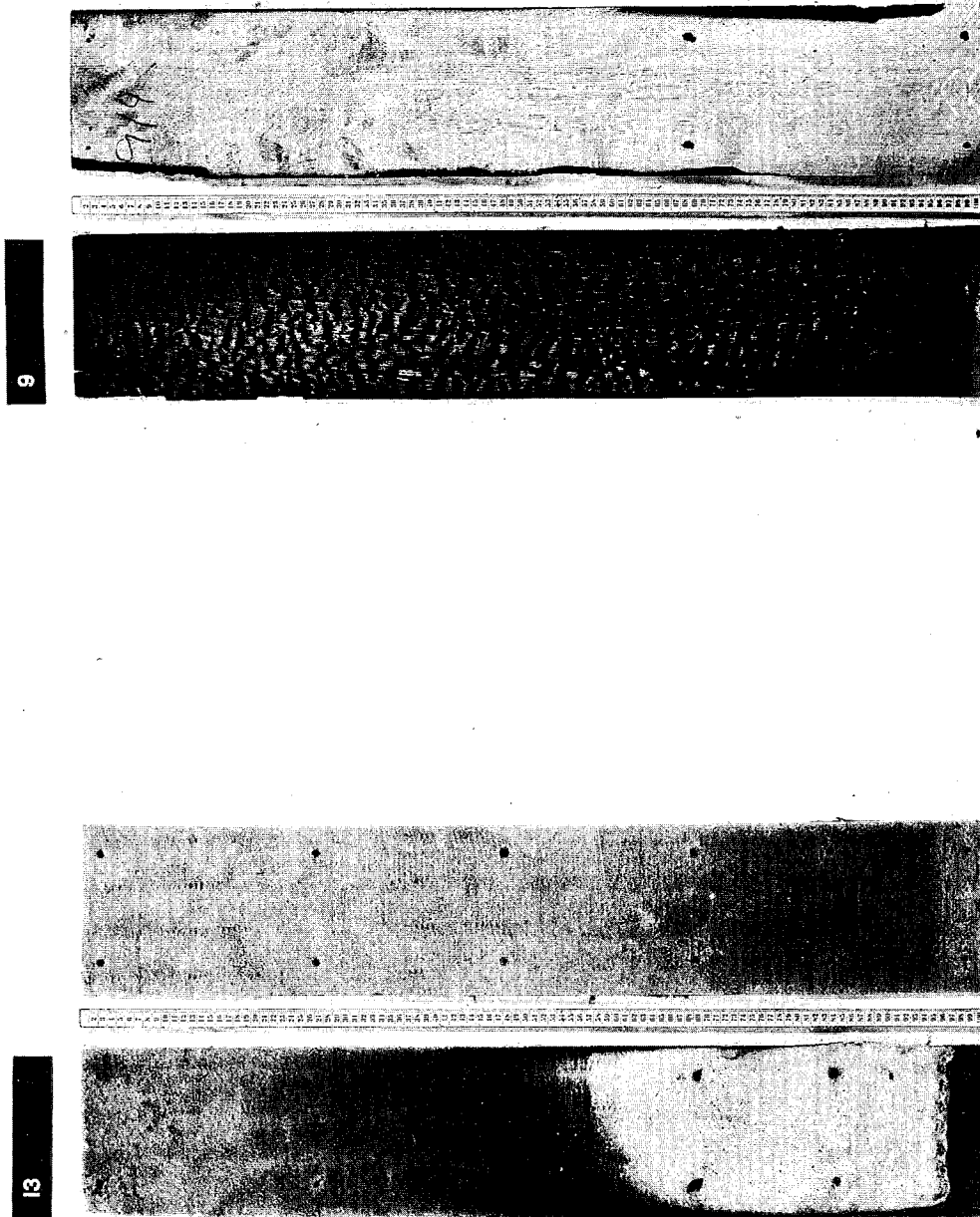


Abb. 4 Mineralsfaserplatte (13) und ungeschütztes Eichenholz (9) nach dem Brandversuch;  
jeweils linke Probe von der Brandseite, rechte Probe von der Rückseite gesehen

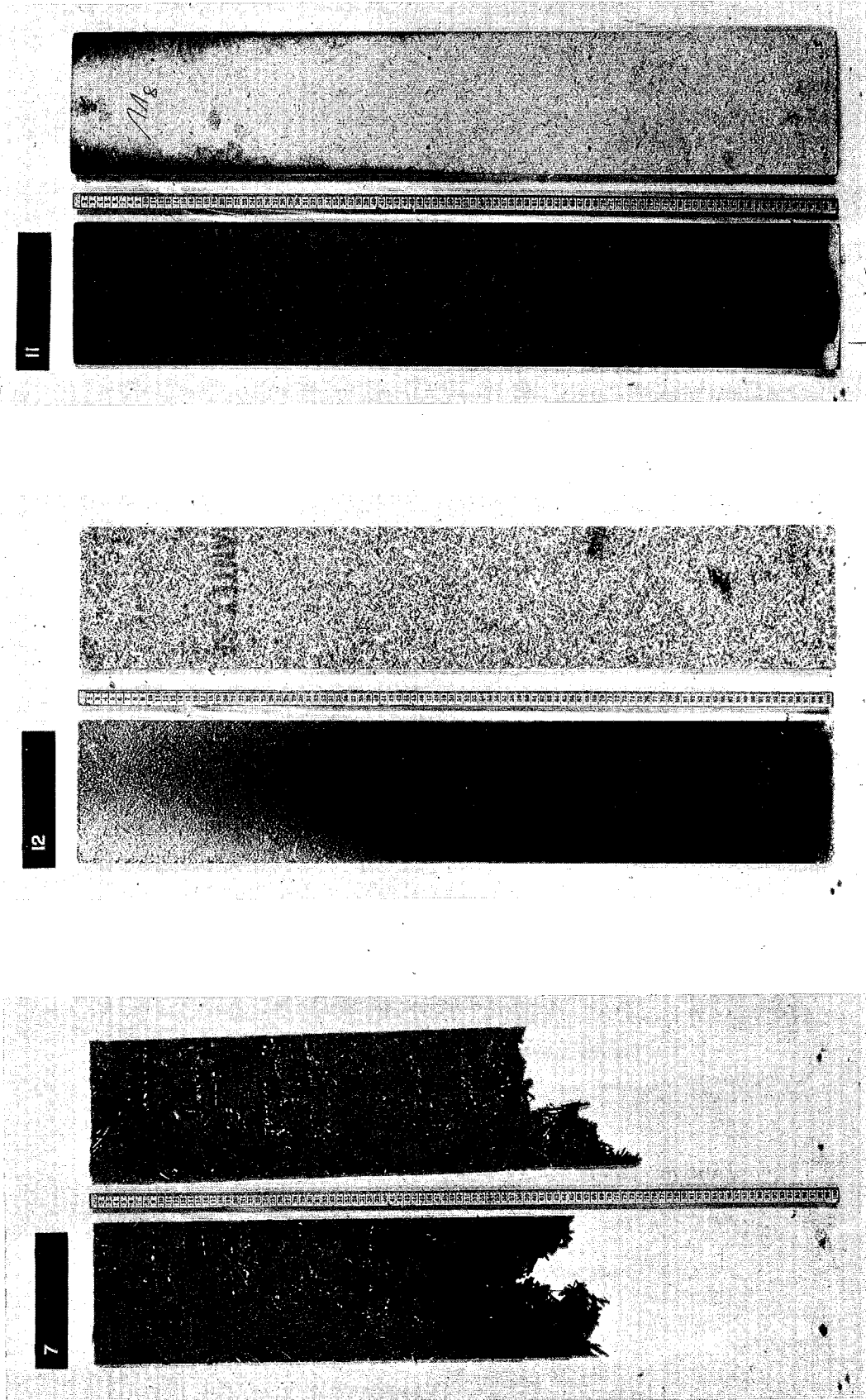


Abb. 5 Holzwolle-Leichtbauplatte (7), leichte Spanplatte B1 (12) und ungeschützte Spanplatte (11) nach dem Brandversuch; jeweils linke Probe von Brandseite, rechte Probe von Rückseite gesehen

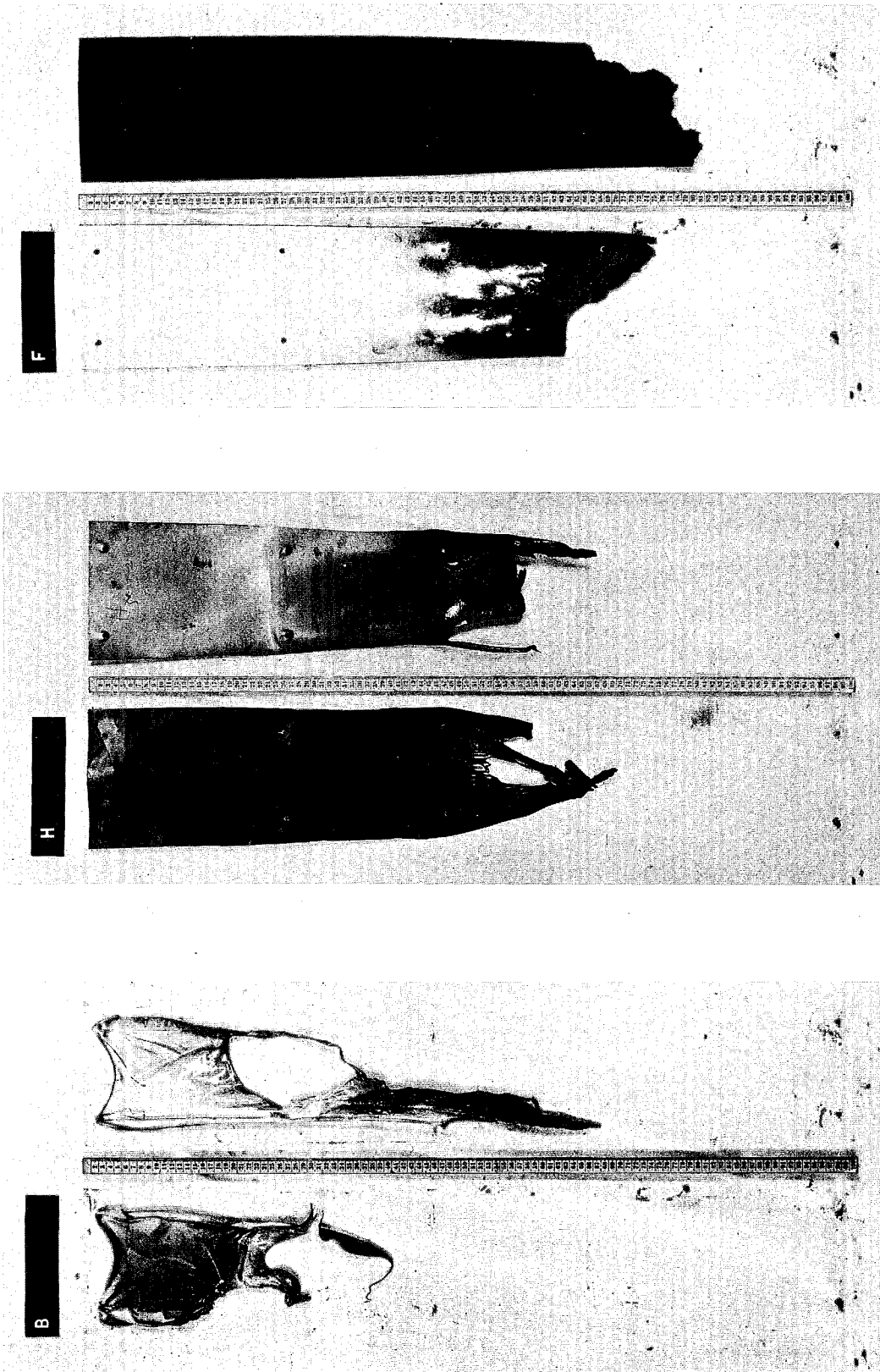


Abb. 6 PVC weich-Folie (B), PVC hart (H) und dekorativer Schichtpressstoff, F-Qualität (F) nach dem Brandversuch; jeweils linke Probe von Brandseite, rechte Probe von Rückseite gesehen

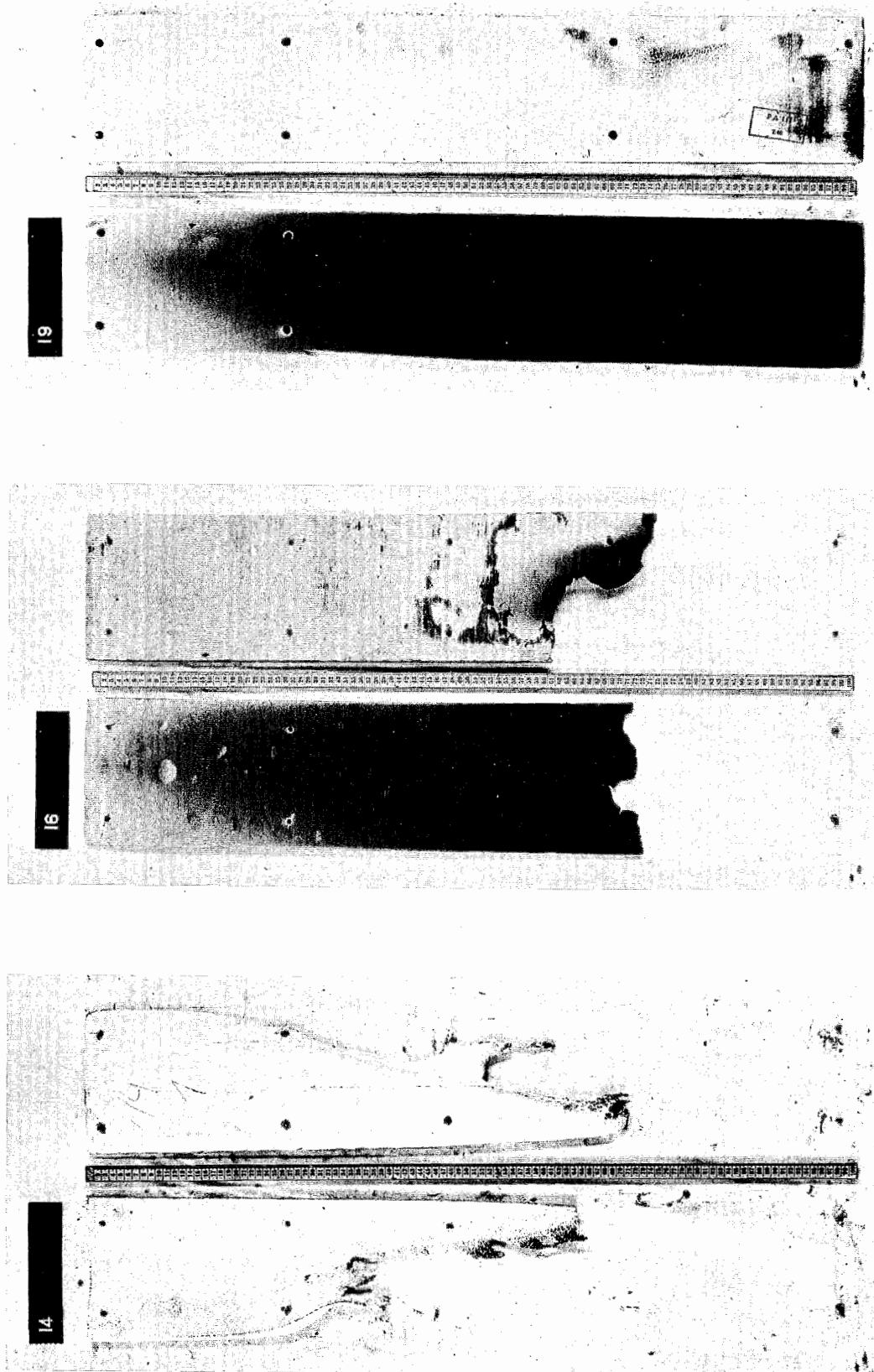


Abb. 7 PS-Hartschaum 20 mm dick (14), PF-Hartschaum 20 mm dick (16) und PF-Hartschaum 50 mm dick (19) nach dem Brandversuch; jeweils linke Probe von Brandseite, rechte Probe von Rückseite gesehen

Zusammenstellung 4

Messwerte bei den Brandversuchen mit Aluminiumfolie (A) als Deckmaterial

Trägermaterial	Probekörperbezeichnung	Länge des nicht berosteten Probekörpers		Mittelwert	Größe Rauchgas-Temperatur und Zeitpunkt ihres Auftretens		Größe Flammenhöhe und Zeitpunkt ihres Auftretens		Filzschichtintegral Rauchgas-Temperaturzeitkurve °C min	Verbundschwerentflammbar
		cm	cm		°C	nach min	cm	nach min		
-	A	a	79 70 73 76	74	113	5,5	50	3'	1038	-
	b	73 74 73 77	74	102	8	50	2'	1049	-	
Mineralfaserplatte	A 13 I	a	33 30 39 33	34	111	1,5	60/70	40"	975	ja
	b	35 35 38 37	36	109	1,3	60/70	40"	40"	990	ja
Mineralfaserplatte	A 13 II	a	50 52 45 45	48	106	1	70/80	30"	1035	ja
	b	46 51 49 45	48	111	0,5	70	20"	20"	1050	ja
PS-Hartschaum B1,20 mm	A 14 I	a	0	0	350	0,8	> 100	50"	1310	nein
	b	0	0	0	420	0,5	> 100	20"	1240	nein
PS-Hartschaum B1,20 mm	A 14 II	a	0	0	196	0,8	> 100	30"	1179	nein
	b	0	0	0	150	1	> 100	15"	1073	nein
PF-Hartschaum 20 mm	A 16 II	a	55 53 50 54	51	280	0,5	> 100	45"	1160	nein
	b	0 0 0 0	0	590	0,5	> 100	20"	20"	1420	nein
PUR-Hartschaum 20 mm	A 17 II	a	0	0	870	0,5	> 100	5"	1950	nein
	b	0	0	0	735	0,6	> 100	5"	1950	nein
PS-Hartschaum B3,50 mm	A 18 II	a	0	0	375	0,5	> 100	30"	1040	nein
	b	0	0	0	430	0,3	> 100	30"	1060	nein

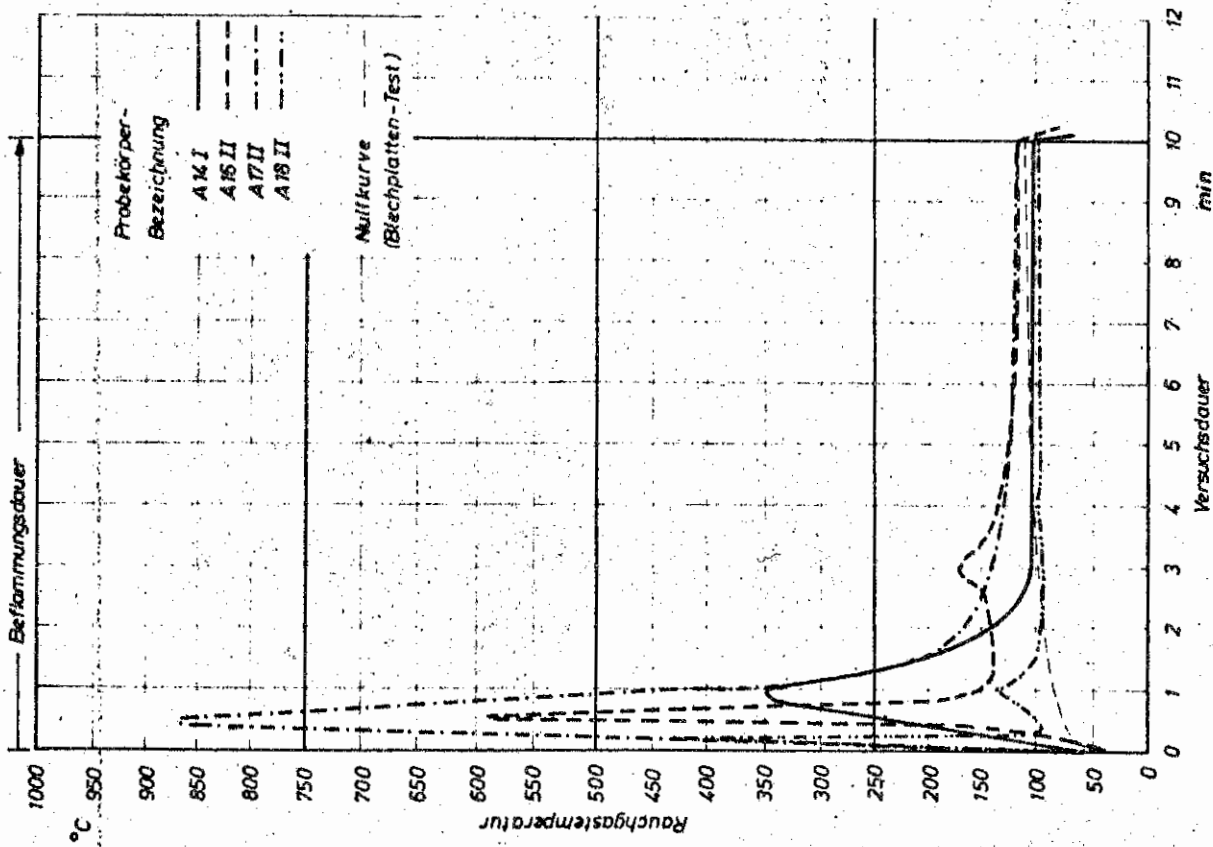
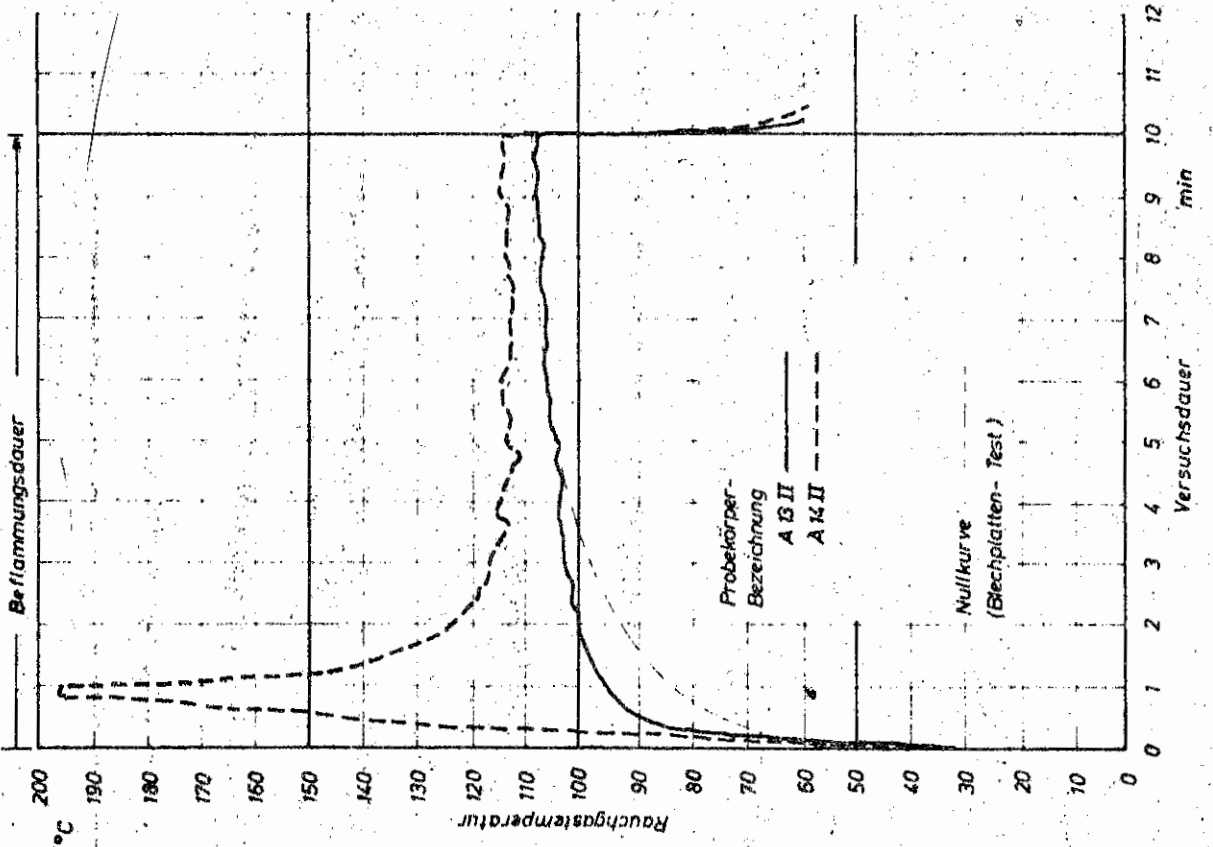


Abb. 8  
 Rauchgastemperaturkurven von Aluminiumfolie (A) aufgeklebt mit Kleber I bzw. II auf  
 verschiedene Trägermaterialien

13 = PS-Hartschaum 20mm B1      14 = PS-Hartschaum 20mm B1      16 = PF-Hartschaum 20 mm  
 17 = PUR-Hartschaum 20 mm      18 = PS-Hartschaum 50 mm B3

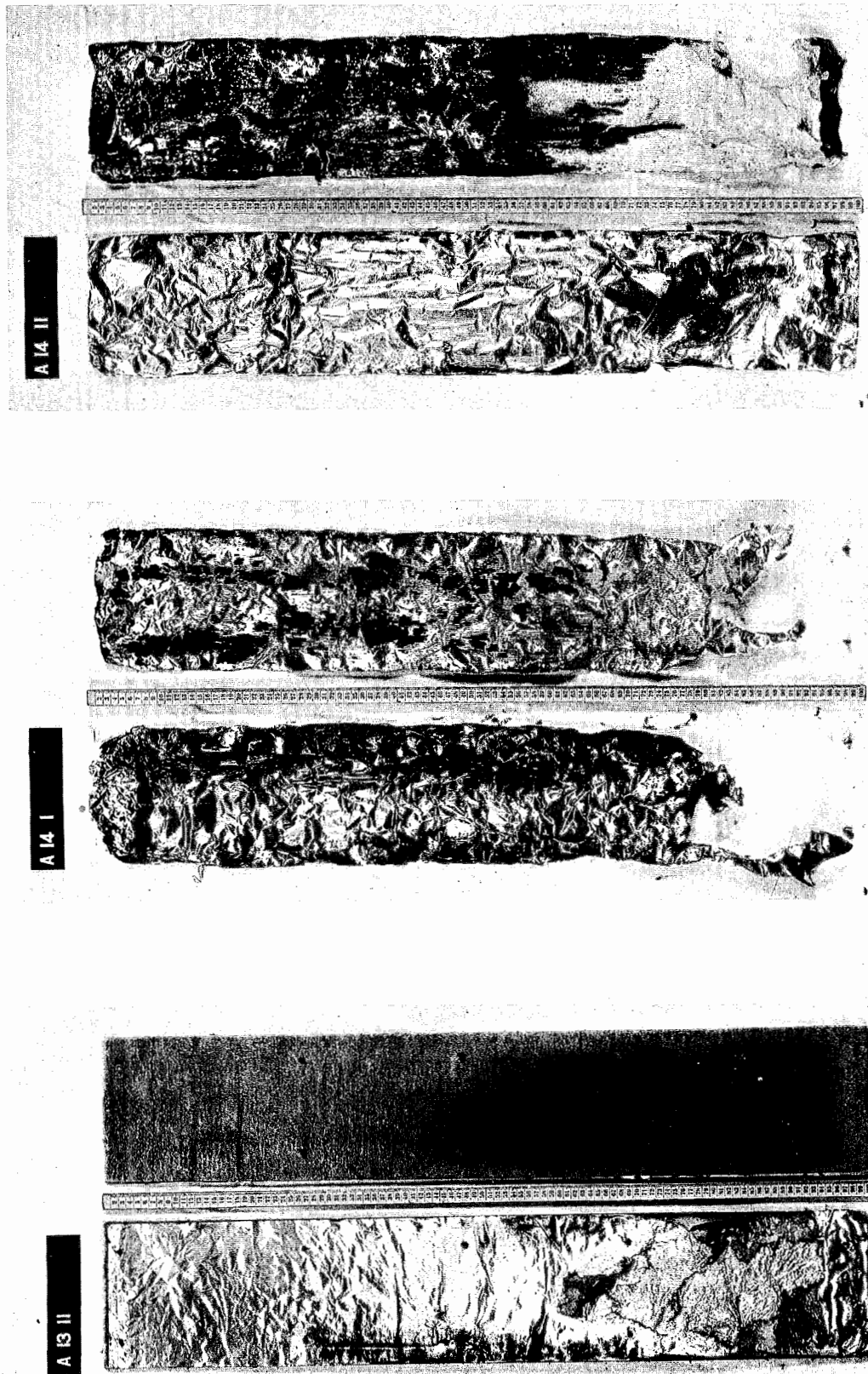


Abb. 9 Aluminiumfolie (A) auf Mineralfaserplatten (13) und PS-Hartschaum 20 mm B I (14) nach dem Brandversuch (I und II = verschiedene Kleber); jeweils linke Probe von Brandseite, rechte Probe von Rückseite gesehen



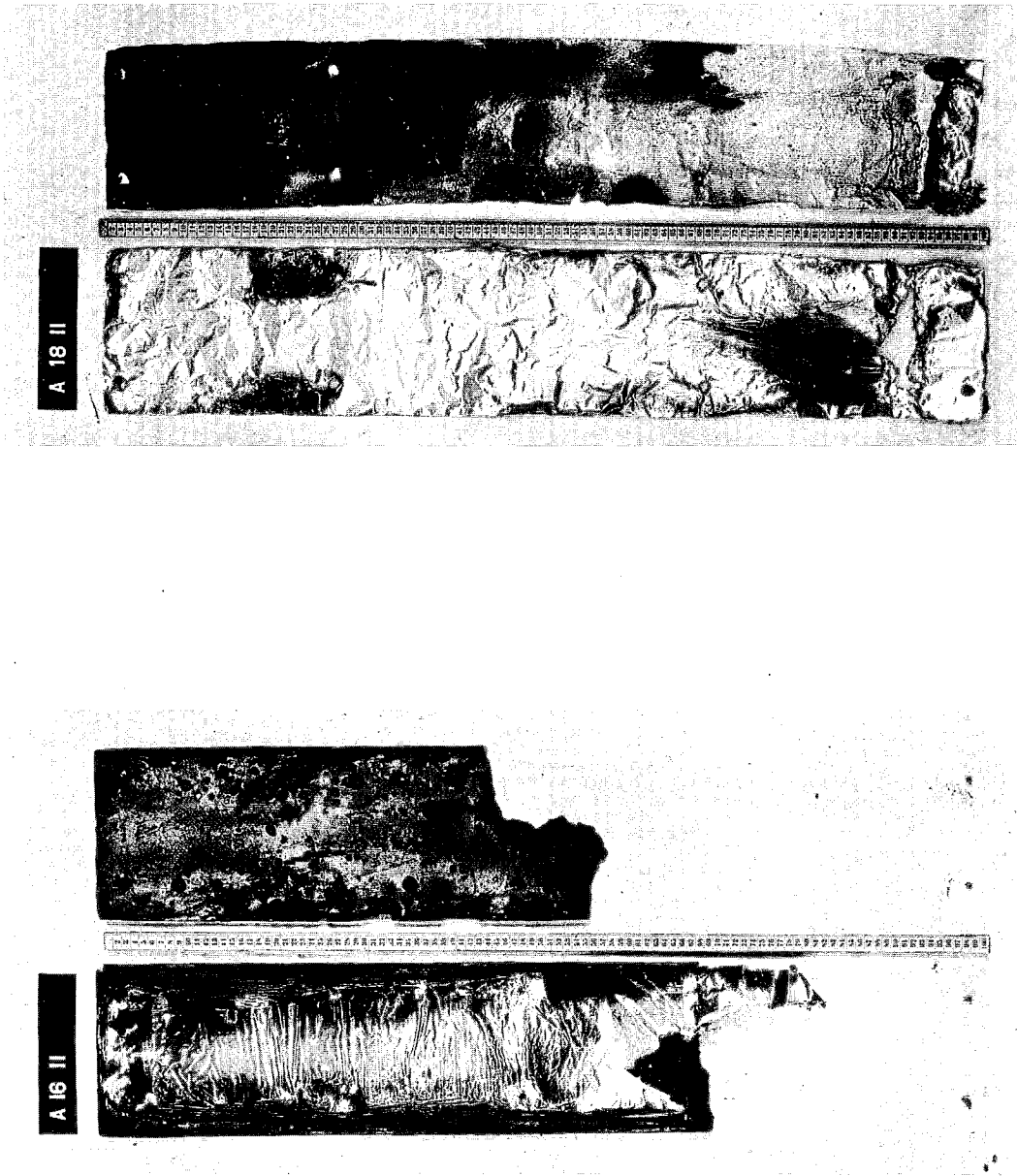


Abb. 10 Aluminiumfolie (A) auf PF-Hartschaum 20 mm (16) und PS-Hartschaum 50 mm B 3 (18) nach dem Brandversuch; jeweils linke Probe von Brandseite, rechte Probe von Rückseite gesehen

## Zusammenstellung 5

Meßwerte bei den Brandversuchen mit PVC weich-Folie (B) als Deckmaterial

Trägermaterial	Probekörperbezeichnung	Länge des nicht zerstörten Probestücks		größte Rauchgas-temperatur und Zeitpunkt ihres Auftretens		größte Flammenhöhe und Zeitpunkt ihres Auftretens		Flächenintegral der Rauchgas-temperatur-Zeitkurve °C min	Verbundschwerentflammbar ja/nein	
		Einzelwerte cm	Mittelwert cm	°C	nach min	cm	nach min			
-	B	a	16 34 4 10	16	117	0,2	>100	1"	975	-
		b	36 38 17 18	27	99	0,2	>100	1"	945	
Stahlblech	B 2 II	a	30 30 30 27	29	126	2	70/80	2'	1113	ja
		b	31 28 31 24	28	115	2	70/80	2'	-	
Gipskarton	B 4 II	a	20 19 24 22	21	162	1	100	50"	1122	ja
		b	21 26 23 17	22	120	1	100	50"	984	
Gipskarton geschlitzt	B 5 II	a	23 25 27 25	25	125	0,8	70	30"	1122	ja
		b	33 30 36 28	32	104	6	60/70	20"	855	
Asbestzement	B 6 I	a	55 50 53 50	52	98	10	50/60	4'	870	ja
		b	55 54 46 40	49	112	9,5	50/60	2'	870	
Asbestzement	B 6 II	a	41 43 42 38	41	94	10	50/60	2'	880	ja
		b	42 46 40 41	43	89	10	50/60	2'	852	
Holzwolleleichtbaupl.	B 7 I	a	0	0	230	1,5	>100	1'	1090	nein
		b	0	0	154	2	>100	1,5'	1140	
Holzwolleleichtbaupl.	B 7 II	a	22 24 25 24	25	130	1	100	40"	1019	ja
		b	20 23 23 22	23	111	1	100	50"	1010	
ungeschützte Spanplatte	B 11 II	a	0	0	435	1,75	>100	1'	2820	nein
		b	0	0	410	2	>100	1'	2700	
leichte Spanpl., flammgeschützt	B 12 II	a	0	0	410	0,8	>100	30"	1350	nein
		b	0	0	415	0,8	>100	30"	1460	
Mineralfaserplatte	B 13 I	a	0	0	490	0,5	>100	15"	1340	nein
		b	0	0	635	0,5	>100	20"	1340	
Mineralfaserplatte	B 13 II	a	0	0	650	0,3	>100	15"	1380	nein
		b	0	0	615	0,5	>100	10"	1310	
Mineralfaserplatte 1)	R 13 I	a	0	0	695	0,5	>100	20"	1410	nein
		b	0	0	640	0,5	>100	20"	1370	
Mineralfaserplatte 1)	R 13 II	a	0	0	550	0,5	>100	10"	1350	nein
		b	0	0	565	0,2	>100	10"	1310	
PS-Hartschaum Bl, 20 mm	B 14 I	a	0	0	610	0,3	>100	20"	1580	nein
		b	0	0	530	0,4	>100	25"	1395	
PS-Hartschaum Bl, 20 mm	B 14 II	a	0	0	>250	0,5	>100	30"	1360	nein
		b	0	0	300	0,5	>100	30"	-	
PF-Hartschaum Bl, 20 mm	B 16 II	a	0	0	780	0,5	>100	15"	1450	nein
		b	0	0	700	0,5	>100	15"	1430	
PUR-Hartschaum B3, 20 mm	B 17 II	a	0	0	880	0,5	>100	10"	1710	nein
		b	-	-	-	-	-	-	-	
PS-Hartschaum B3, 50 mm	B 18 II	a	0	0	540	0,3	>100	12"	1310	nein
		b	0	0	450	0,3	>100	12"	1405	

1) Die Mineralfaserplatte war beidseitig mit Folien aus PVC weich beklebt.

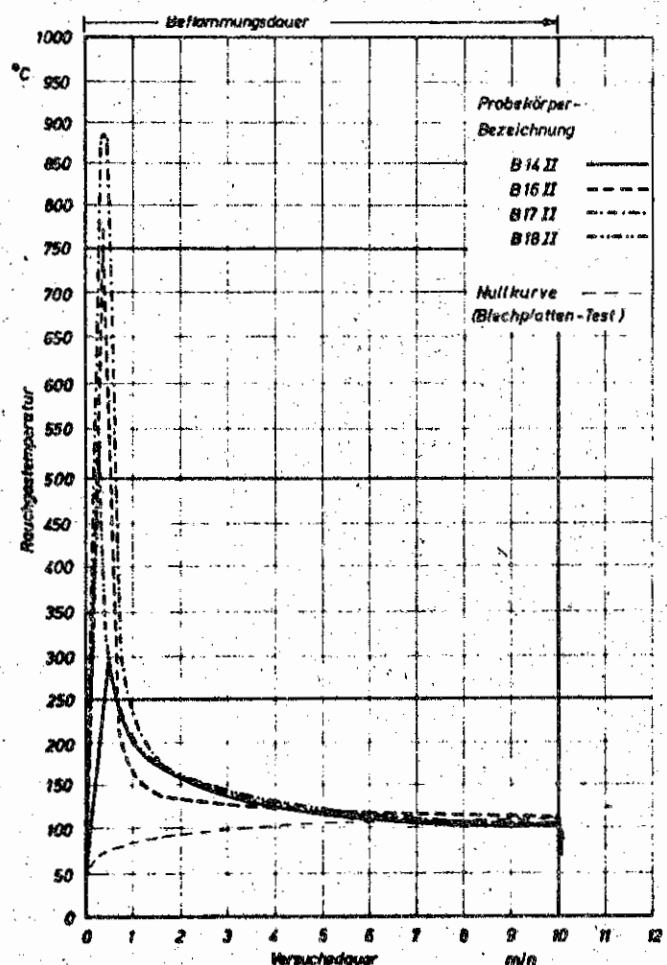
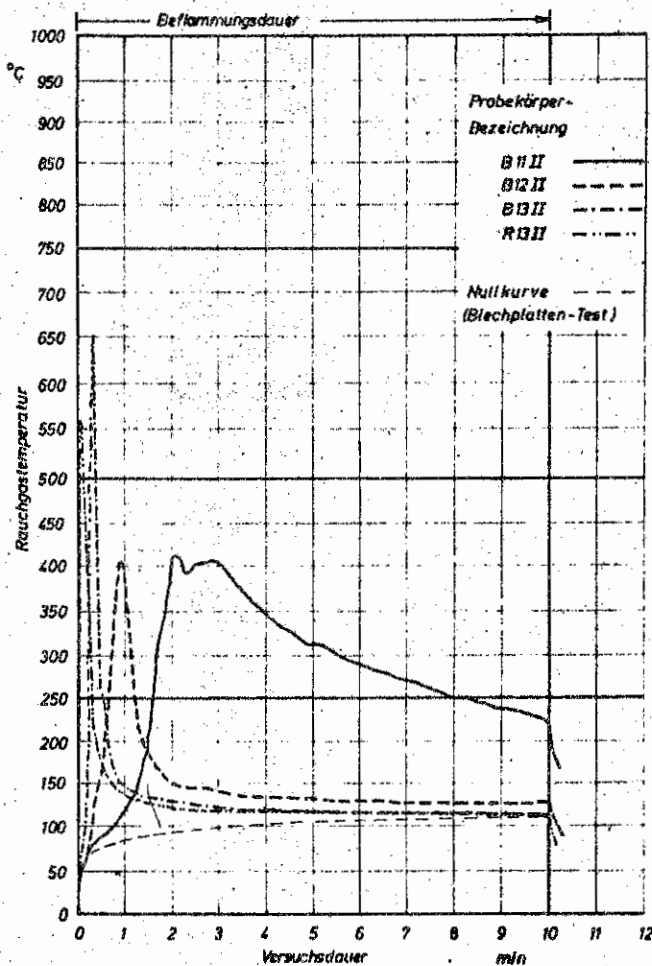
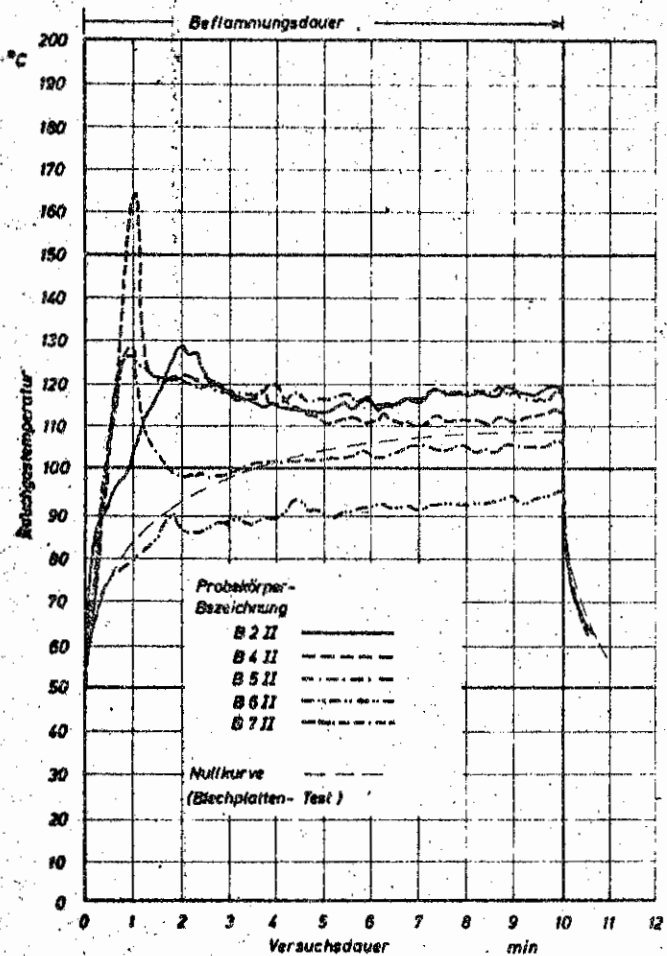


Abb. 11  
Rauchgas Temperaturkurven von  
PVC weich-Folie auf verschiedenen  
Trägermaterialien

- 2 = Stahlblech
- 4 = Gipskarton
- 5 = Gipskarton geschlitz
- 6 = Asbestzement
- 7 = Holzwole-Leichtbauplatte
- 11 = ungeschützte Spanplatte
- 12 = leichte Spanplatte B1
- 13 = Mineralfaserplatte
- 14 = PS-Hartschaum 20mm B1
- 15 = PS-Hartschaum 20mm B3
- 16 = PF-Hartschaum 20mm
- 17 = PUR-Hartschaum 20 mm
- 18 = PS-Hartschaum 50mm B3

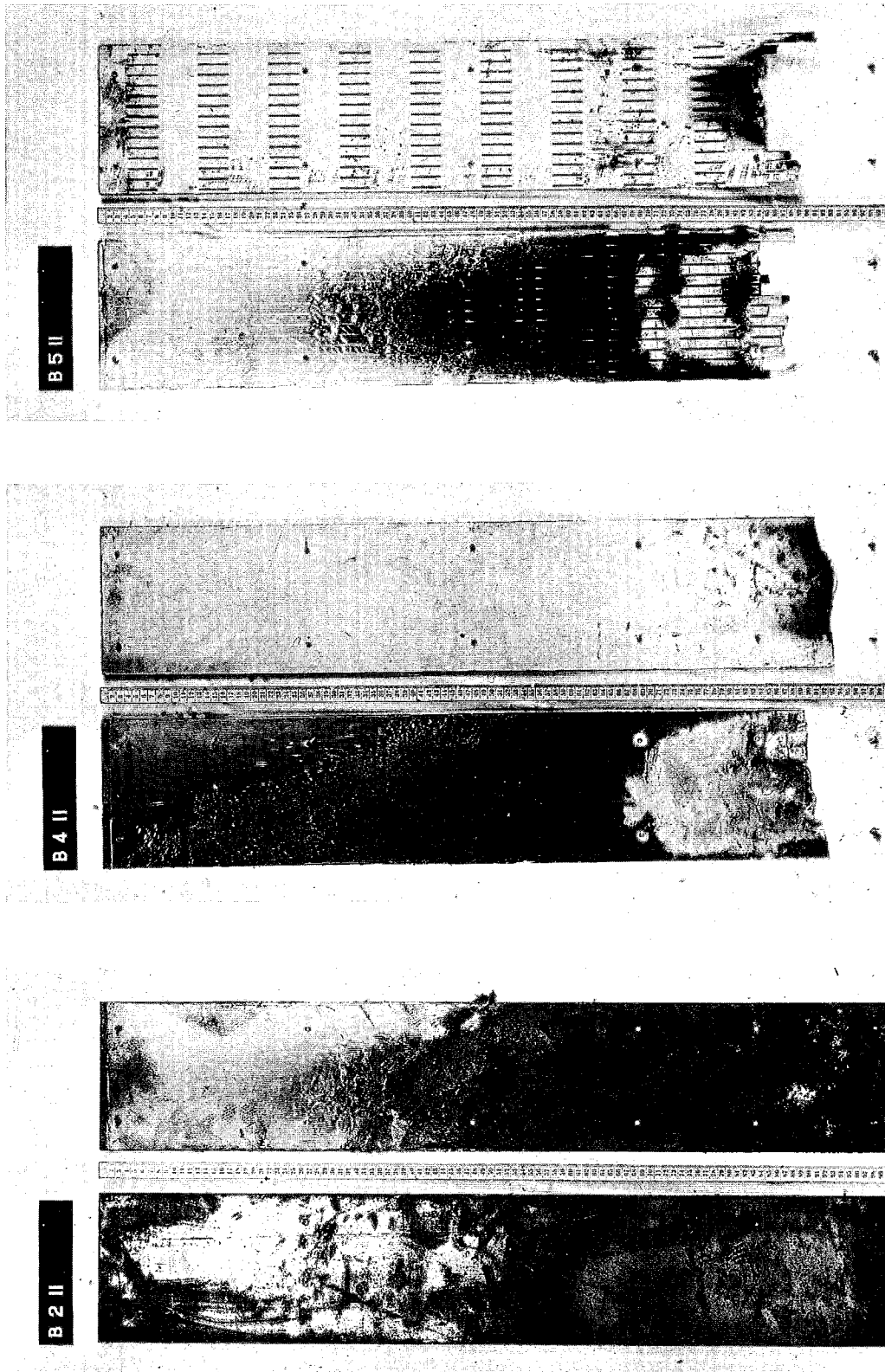


Abb. 12 PVC weich-Folie (B) auf Stahlblech (2), Gipskarton (4) und Gipskarton, geschlitzt (5) nach dem Brandversuch; jeweils eine Probe von Brandseite, eine Probe von Rückseite gesehen

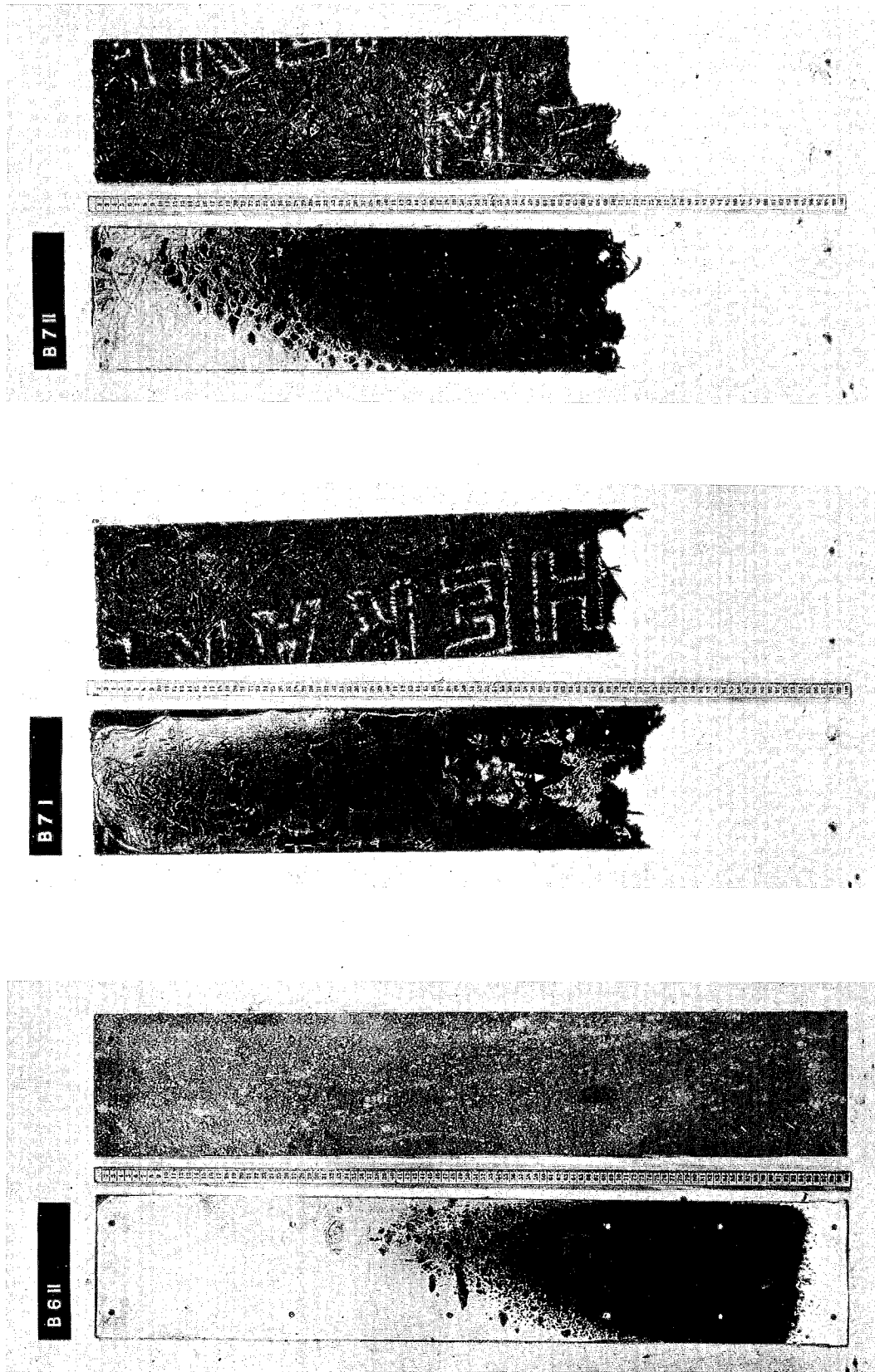


Abb. 13 PVC weich-Folie (B) auf Asbestzementplatten (6) und Holzwoolleichtbauplatten (7) nach dem Brandversuch (I und II verschiedene Kleber; jeweils linke Probe von Brandseite, rechte Probe von Rückseite gesehen)

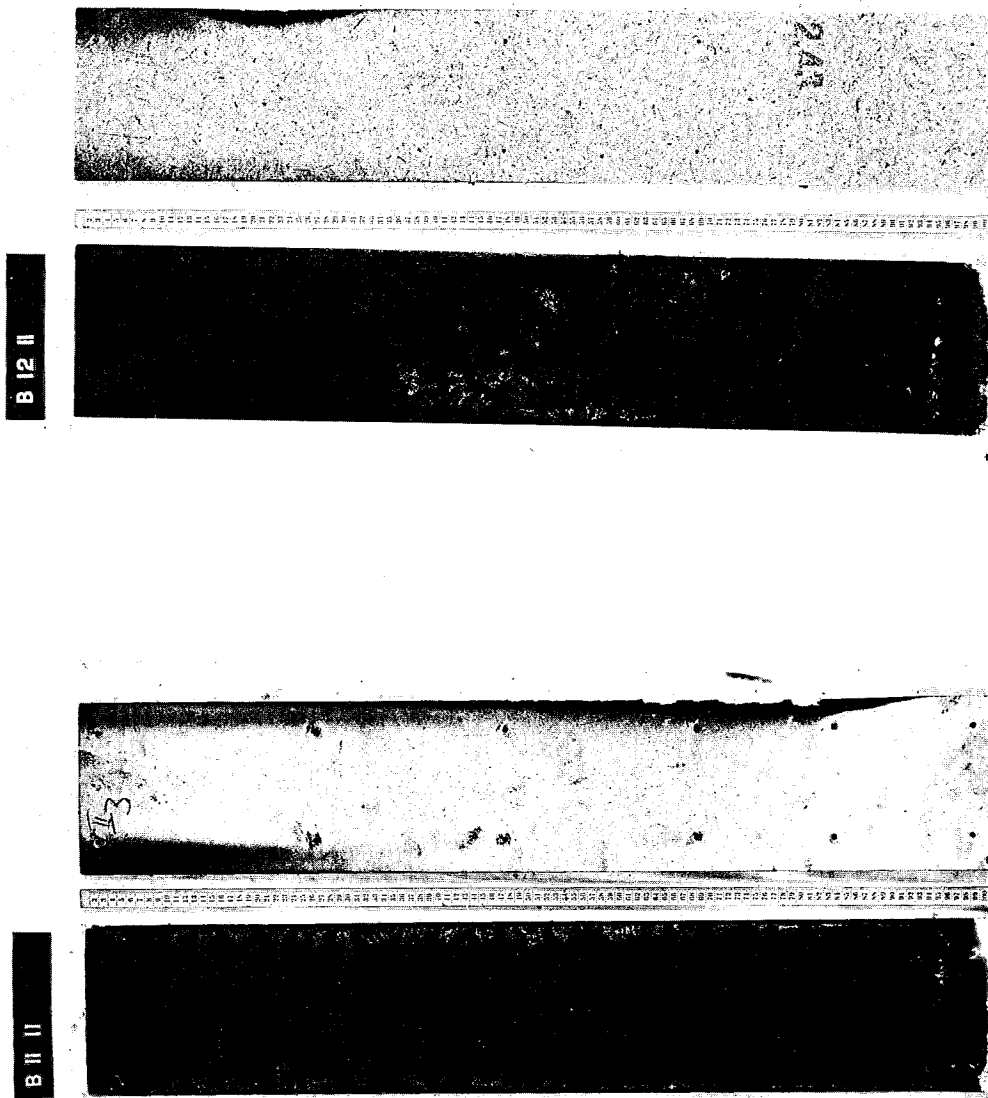


Abb. 14 PVC weich-Folie (B) auf ungeschützter Spanplatte (11) und leichter Spanplatte B 1 (12) nach dem Brandversuch; jeweils linke Probe von Brandseite rechte Probe von Rückseite gesehen

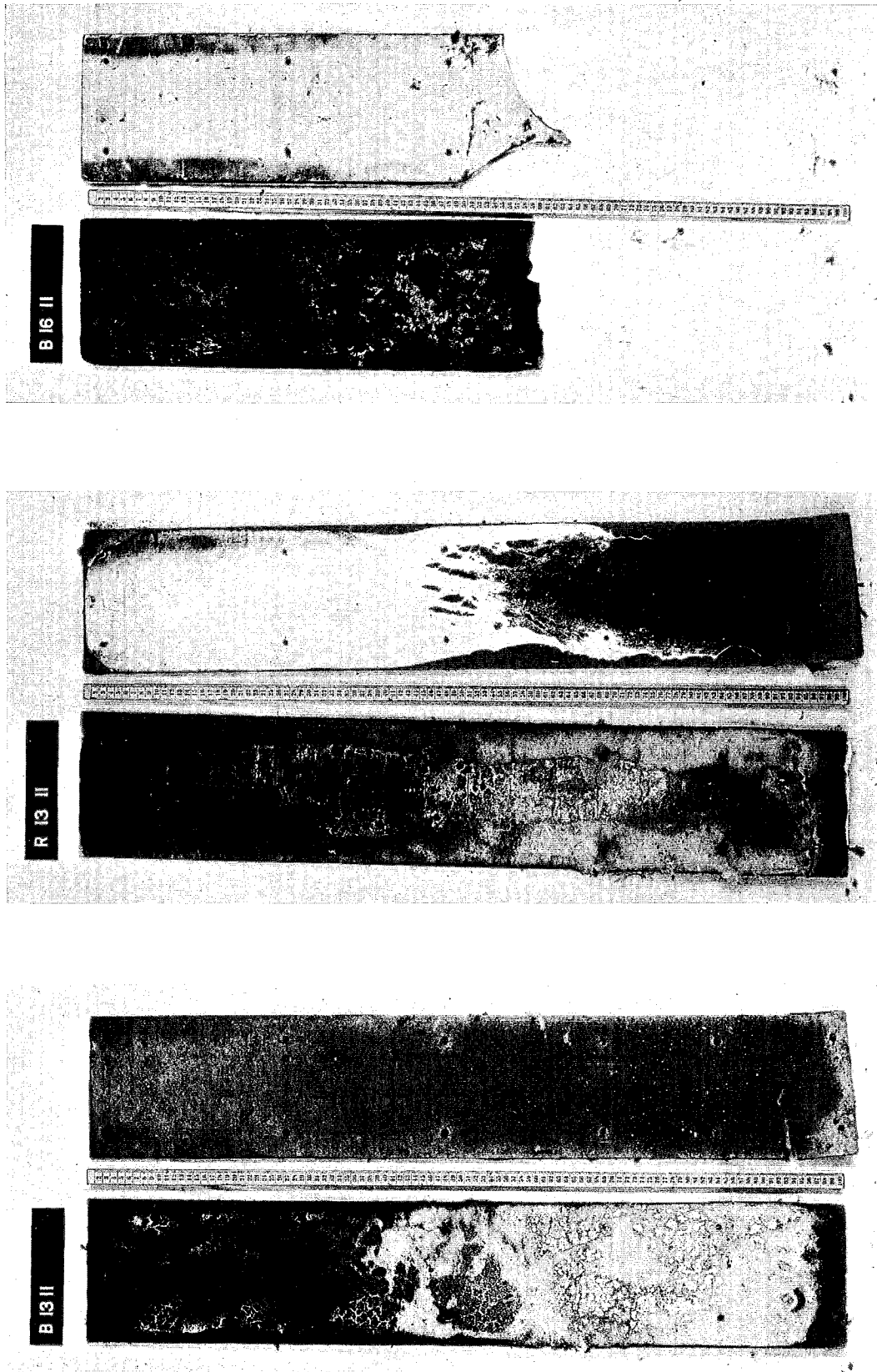


Abb. 15 PVC weich-Folie (B) auf Mineralfaserplatten, einseitig (B13) und zweiseitig (R 13) und PF-Hartschaum 20 mm (16) nach dem Brandversuch; jeweils linke Probe von Brandseite, rechte Probe von Rückseite gesehen

Zusammenstellung 6

Meßwerte bei den Brandversuchen mit PVC hart (H) als Deckmaterial

Trägermaterial	Probekörperbezeichnung	Länge des nicht zersetzten Probenbenteils		Mittelwert	größte Rauchgas-temperatur und Zeitpunkt ihres Auftretens		größte Flammenhöhe und Zeitpunkt ihres Auftretens		Flächenintegral der Rauchgas-temperatur-Zeitkurve °C min	Verbundschwerentflammbar ja/nein			
		Einzelwerte	cm		cm	°C	nach min	cm			nach min		
-	H	a	43	44	44	37	42	105	8	90	2'	951	-
		b	42	45	45	46	44	100	10	80	2'	951	
Stahlblech	H 2 II	a	0	0	0	0	360	4,5	>100	4'	1630	1630	nein
		b	0	0	0	0	385	3,75	>100	3'	1630	1630	
Asbestzement	H 6 II	a	51	32	30	37	35	112	3,5	90	4'	986	ja
		b	25	23	25	23	24	117	3	100	3'	909	



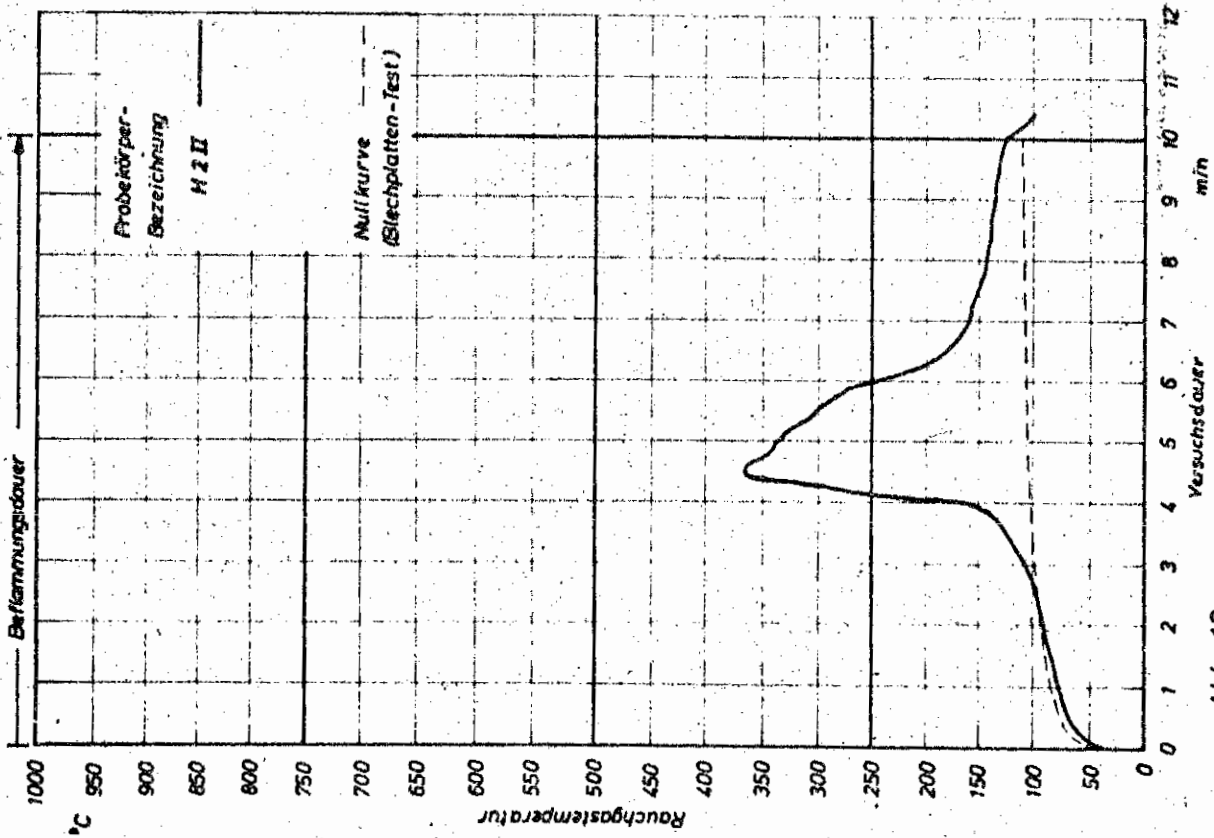
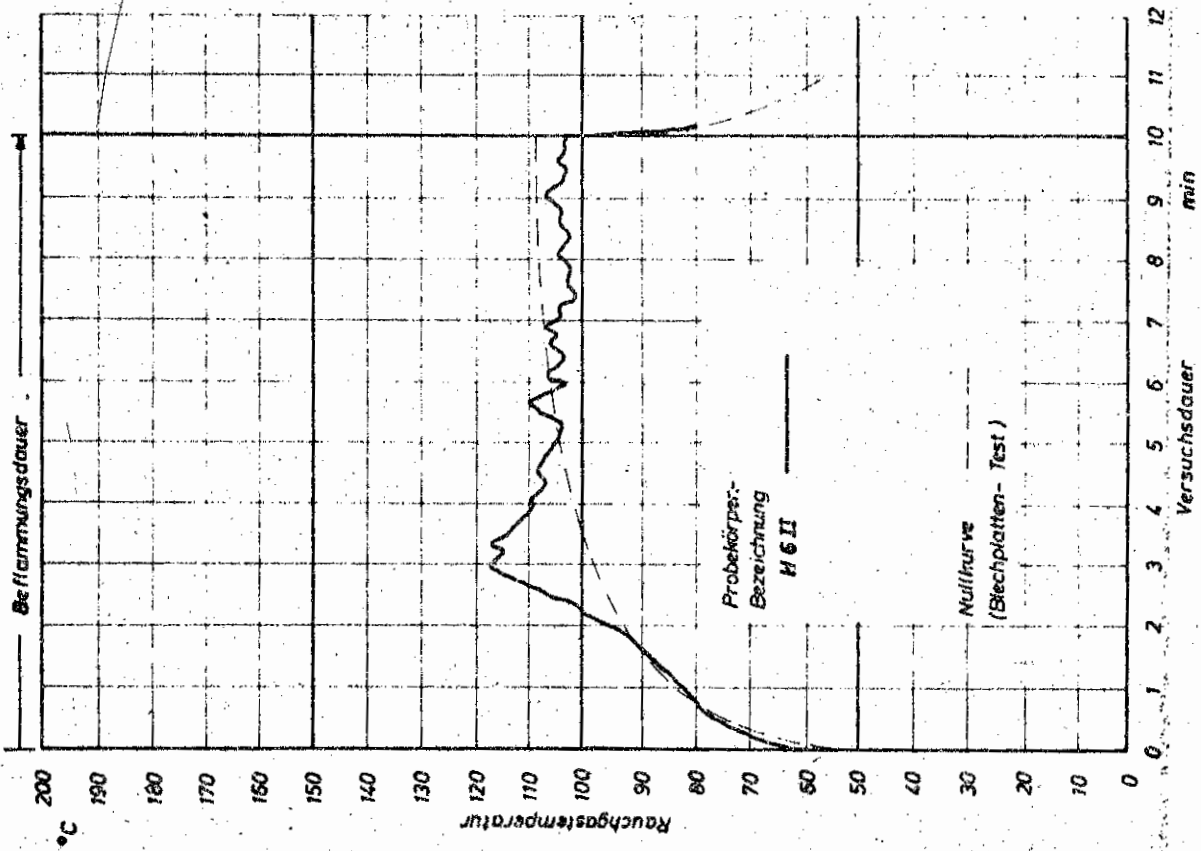
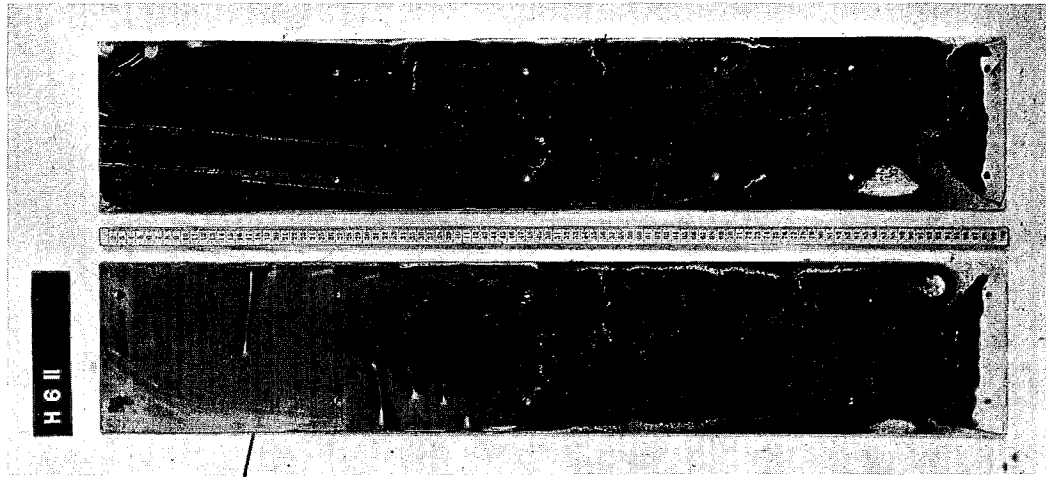


Abb. 16 Rauchgastemperaturkurven von PVChart (H) auf verschiedenen Trägermaterialien  
 2 = Stahlblech  
 6 = Asbestzement



Rußsicht  
entfernt

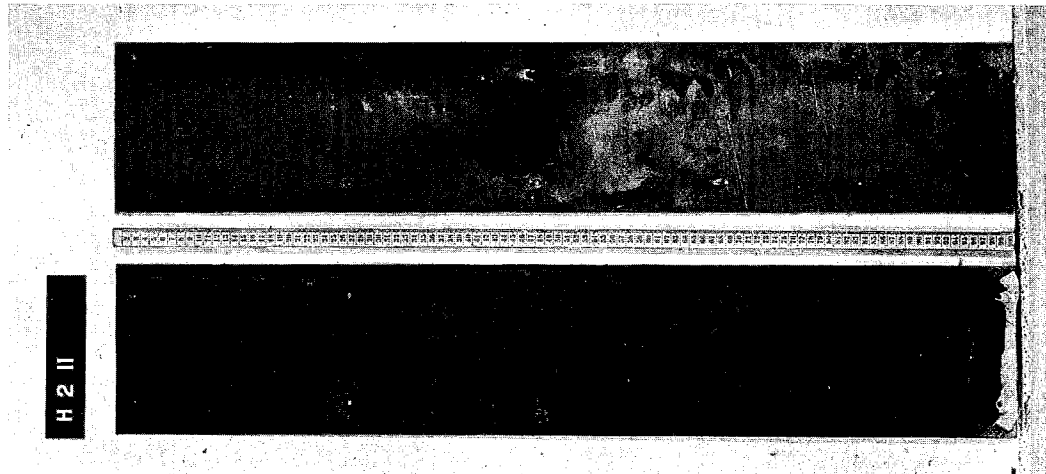


Abb. 17 PVC hart (H) auf Stahlblech (2) und Asbestzement (6) nach dem Brandversuch;  
linkes Bild je 1 Probe von Brand- bzw. Rückseite, rechtes Bild beide Proben  
von der Brandseite

Zusammenstellung 7

Mefwerte bei den Brandversuchen mit Holzurnier (D) als Deckmaterial

Trägermaterial	Probekörperbezeichnung	Länge des nicht zersetzten Proben- teils		Mittelwert	größte Rauchgas- temperatur und Zeitpunkt ihres Auftretens		größte Flammen- höhe und Zeitpunkt ihres Auftretens		Flächen- integral der Rauchgas- temperatur- Zeitkurve °C min	Verbund schwerentflamm- bar
		Einzel- werte	cm		°C	nach min	cm	nach min s		
-	D	0	0	0	690	0,5	>100	15"	1360	-
Gips- karton	a	0	0	0	740	1	>100	30"	1520	nein
	b	0	0	0	745	1	>100	40"	1600	
Asbest- zement	D 6 I	42 40 30 29	35	35	127	1,2	80	1'	990	Ja
Asbest- zement	a	40 42 43 20	36	36	110	2	80	2'	1060	Ja
	b	48 36 39 24	37	37	111	2	70/80	1'	980	
leichte Spanpl., flammge- schützt	a	0	0	0	730	1	>100	30"	1720	nein
	b	0	0	0	755	1	>100	40"	1730	

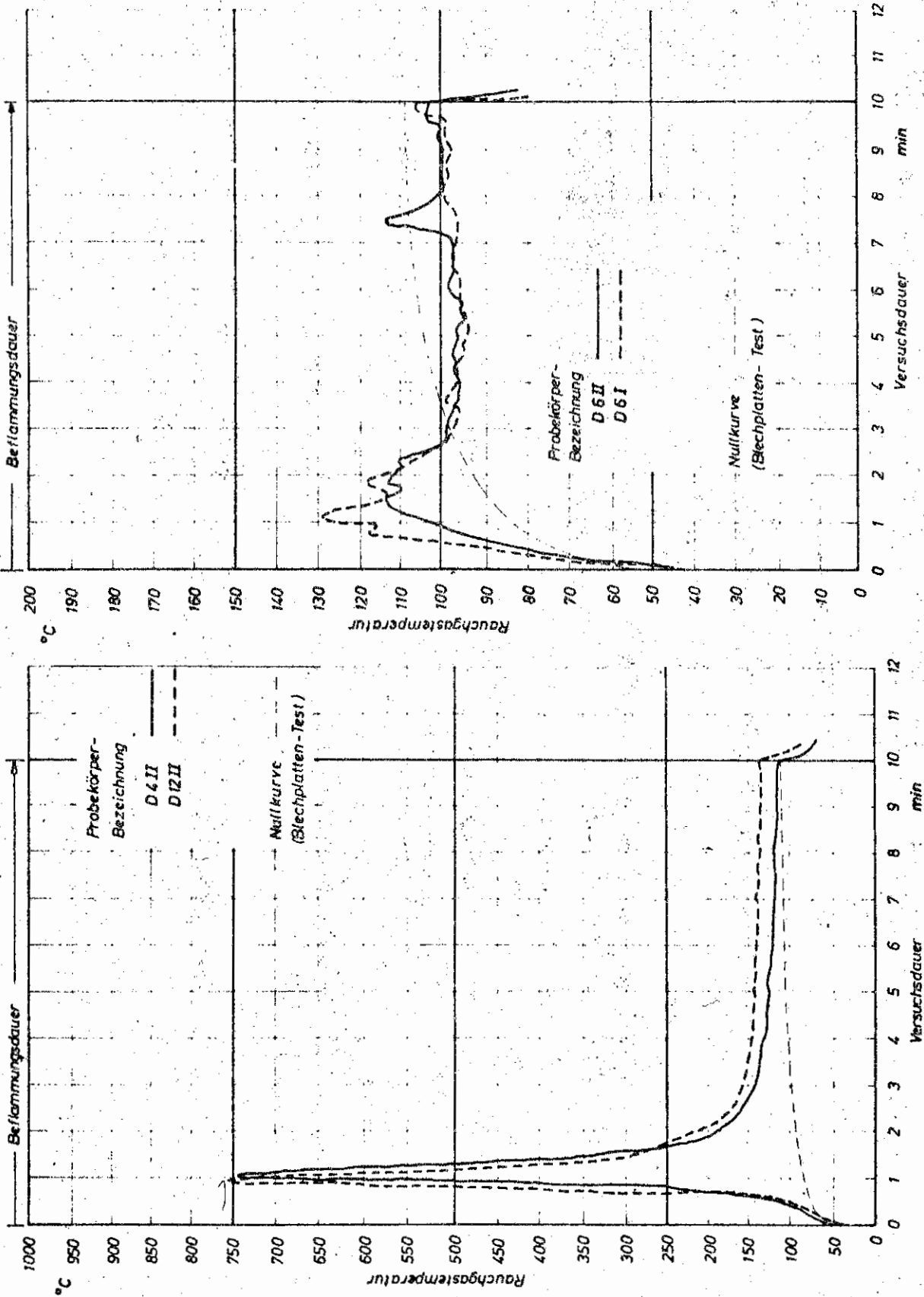


Abb. 18  
 Rauchgastemperaturkurven von Holz furnier (D) aufgeklebt mit Kleber I bzw II auf  
 verschiedene Trägermaterialien

4 = Gipskarton      6 = Asbestzement      12 = leichte Spanplatte B1

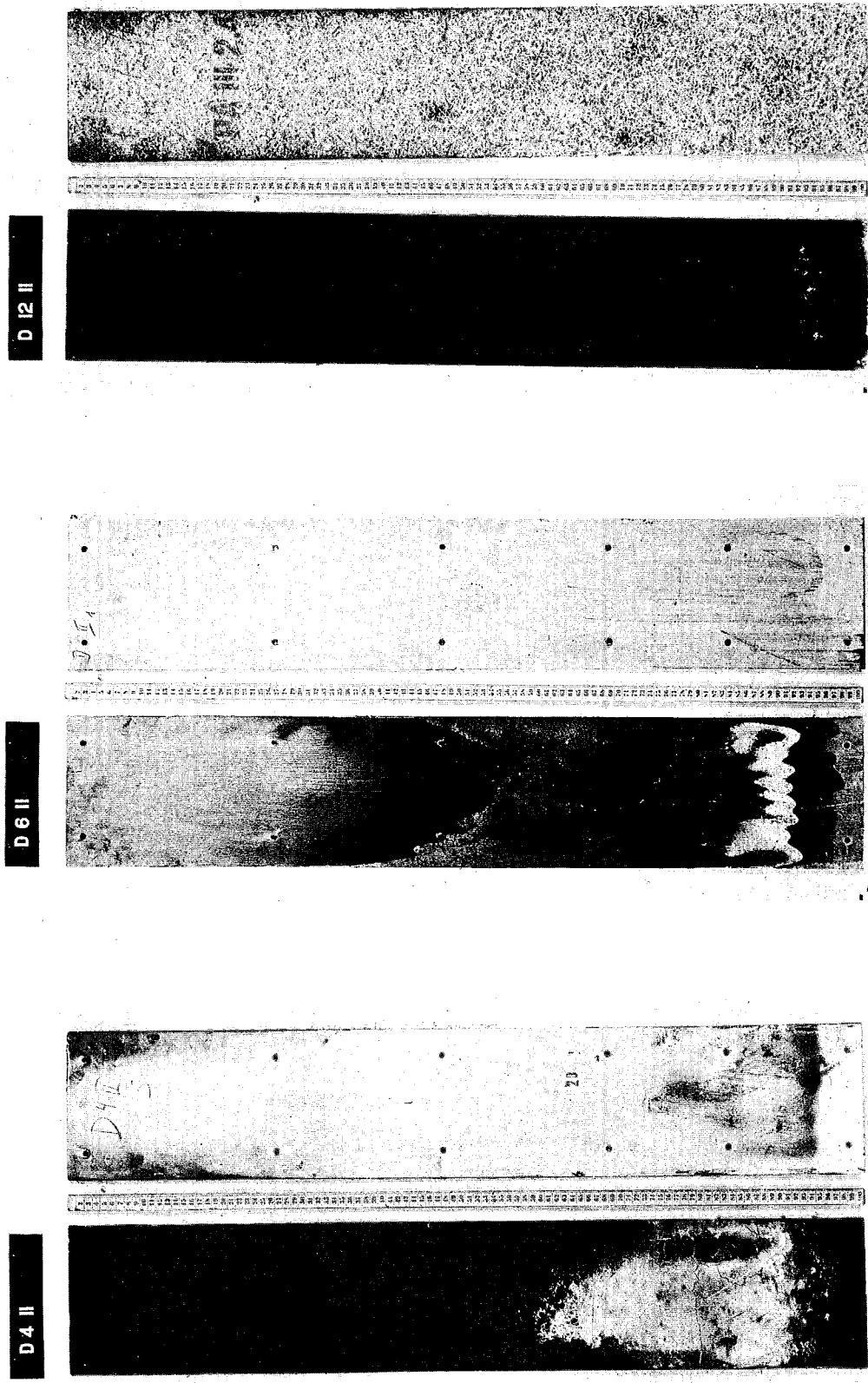


Abb. 19 Holz furnier (D) auf Gipskarton (4), Asbestzement (6) und leichter Spanplatte B 1 (12) nach dem Brandversuch; jeweils linke Probe von Brandseite, rechte Probe von Rückseite gesehen

## Zusammenstellung 8

Meßwerte bei den Brandversuchen mit dekorativem  
Schichtpreßstoff B1 (F) und B3 (G) als Deckmaterial

Trägermaterial	Probekörperbezeichnung	Länge des nicht zersetzten Probenstücks		größte Rauchgas-temperatur und Zeitpunkt ihres Auftretens		größte Flammhöhe und Zeitpunkt ihres Auftretens		Flächenintegral der Rauchgas-temperatur-Zeitkurve °C min	Verbund-schwer-entflamm-bar Ja/nein
		Einzelwerte cm	Mittelwert cm	°C	nach min	cm	nach min s		
-	F a	45 44 42 46	44	138	2,5	60/70	2'	1190	-
-	F b	46 46 49 40	45	112	2,5	60	1,5'	975	-
Stahlblech	F 2 II a	0	0	410	6,3	> 100	6'	1430	nein
	F 2 II b	0	0	365	5,5	> 100	4'	1490	nein
Gipskarton	F 4 II a	0	0	605	3,3	> 100	3'	1800	nein
	F 4 II b	0	0	645	3,3	> 100	3'	1820	nein
Gipskarton	F 4 III a	22 19 18 21	20	192	6	> 100	6'	1220	ja
	F 4 III b	20 13 12 14	15	220	6,5	> 100	6'	1191	ja
ungeschütztes Eichenholz	F 9 II a	0	0	660	3,5	> 100	3'	3240	nein
	F 9 II b	0	0	690	3,5	> 100	3'	3000	nein
ungeschütztes Eichenholz	F 9 III	0	0	300	10	> 100	6'	1600	nein
ungeschützte Spanplatte	F 11 III a	0	0	445	7,5	> 100	5'	2320	nein
	F 11 III b	0	0	460	7,5	> 100	4,5'	2470	nein
leichte Spanpl., flammgeschützt	F 12 II a	0	0	720	2,3	> 100	2'	2280	nein
	F 12 II b	0	0	700	2,5	> 100	2'	2300	nein
-	G	0	0	860	1,75	> 100	1'	2390	-
Stahlblech	G 2 II a	0	0	700	2,75	> 100	2'	2400	nein
	G 2 II b	0	0	610	3,3	> 100	2'	2110	nein
Gipskarton	G 4 II a	0	0	750	2	> 100	1'	2500	nein
	G 4 II b	0	0	805	2,5	> 100	1,5'	2750	nein
Gipskarton	G 4 III a	0	0	605	3,5	> 100	2'	2560	nein
	G 4 III b	0	0	440	3,5	> 100	2'	1910	nein

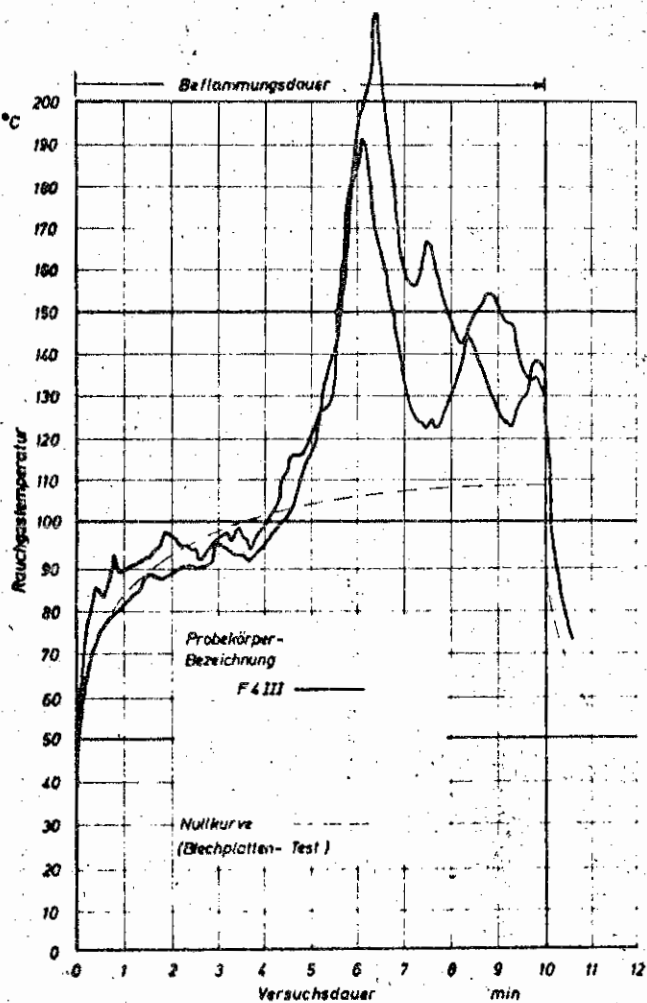
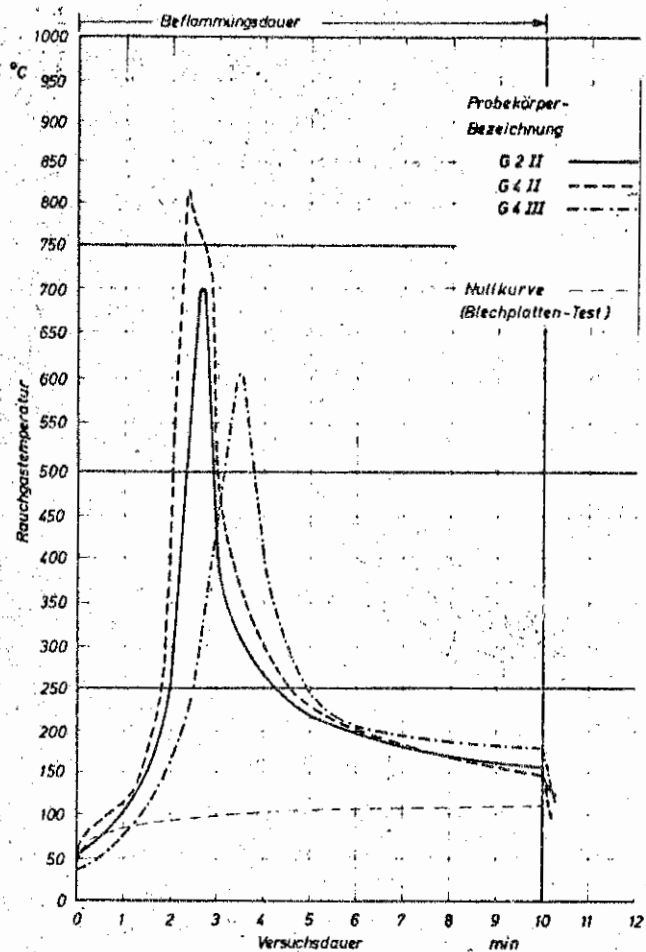
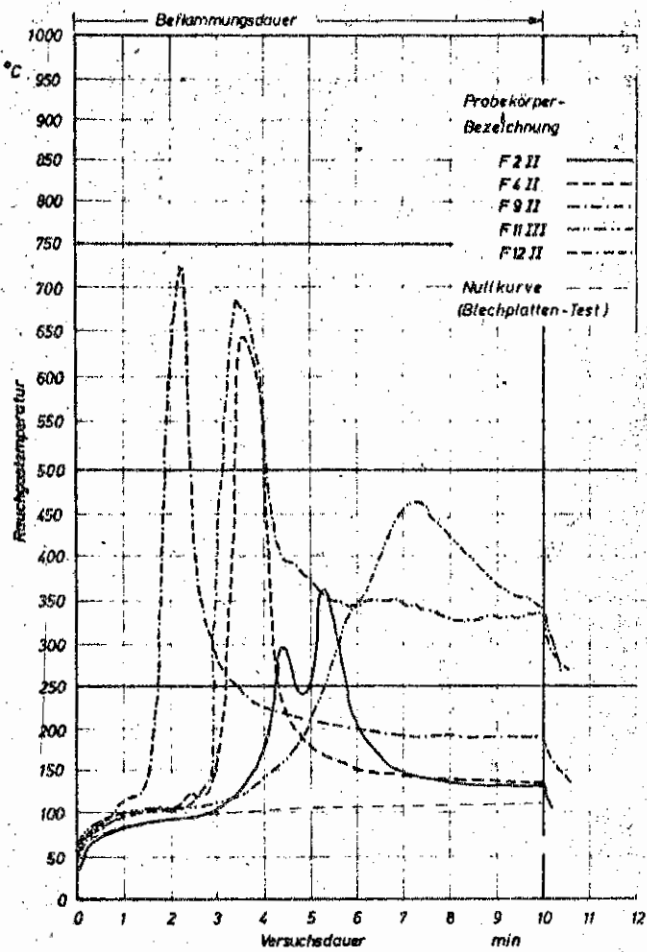


Abb. 20

Rauchgastemperaturkurven von Dekorativen Schichtpreßstoff B1 (F) und B3 (G) aufgeklebt mit Kleber II bzw. III auf verschiedene Trägermaterialien

- 2 = Stahlblech
- 4 = Gipskarton
- 9 = Eichenholz ungeschützt
- 11 = ungeschützte Spanplatte
- 12 = leichte Spanplatte B1

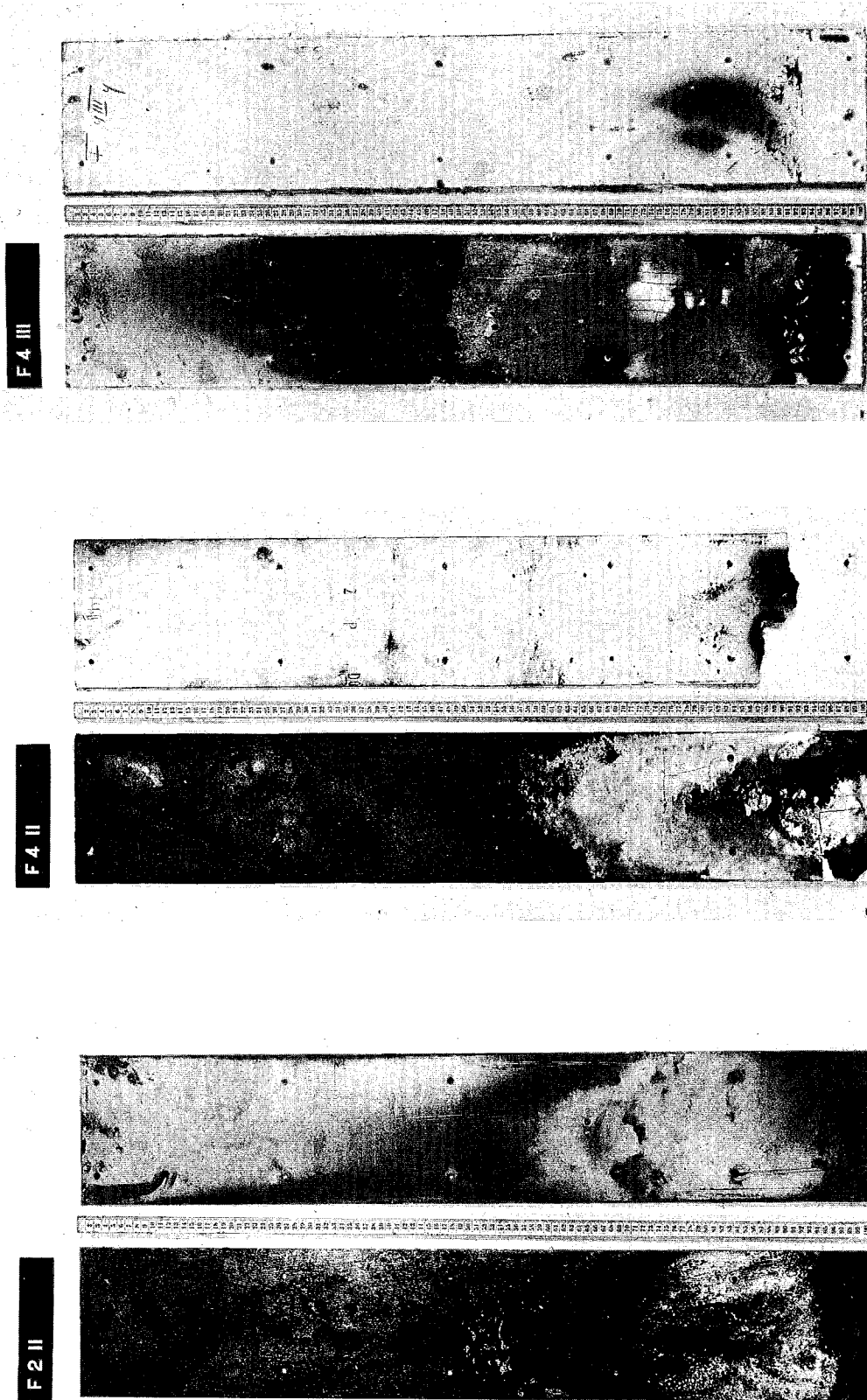


Abb. 21 Dekorativer Schichtpreßstoff B 1 (F) auf Stahlblech (2) und Gipskarton (4) nach dem Brandversuch; jeweils linke Probe von Brandseite, rechte Probe von Rückseite gesehen



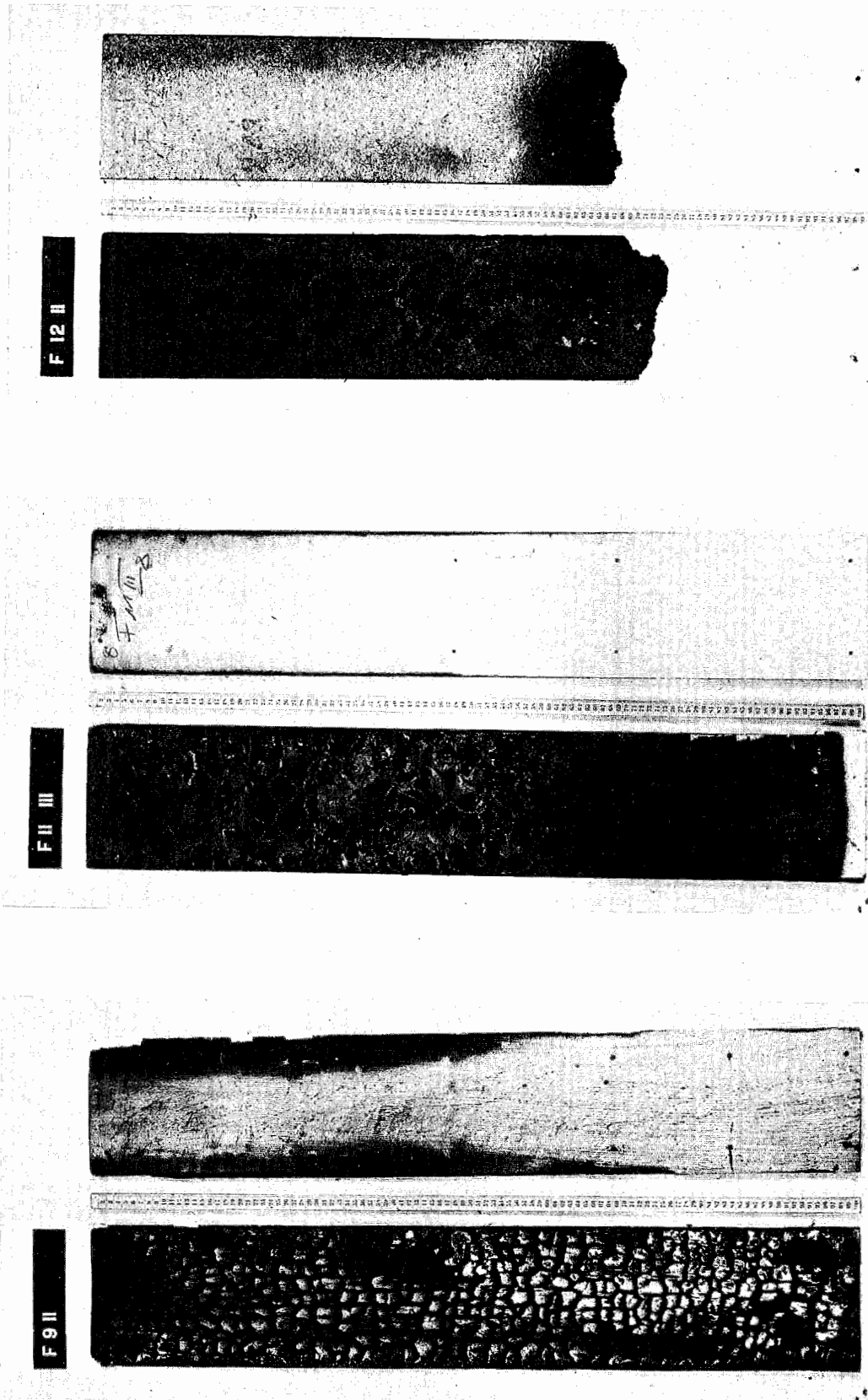


Abb. 22 Dekorativer Schichtpressstoff B 1 (F) auf Eiche (9), ungeschützter Spanplatte (11) und leichter Spanplatte B 1 (12) nach dem Brandversuch; jeweils linke Probe von Brandseite, rechte Probe von Rückseite gesehen

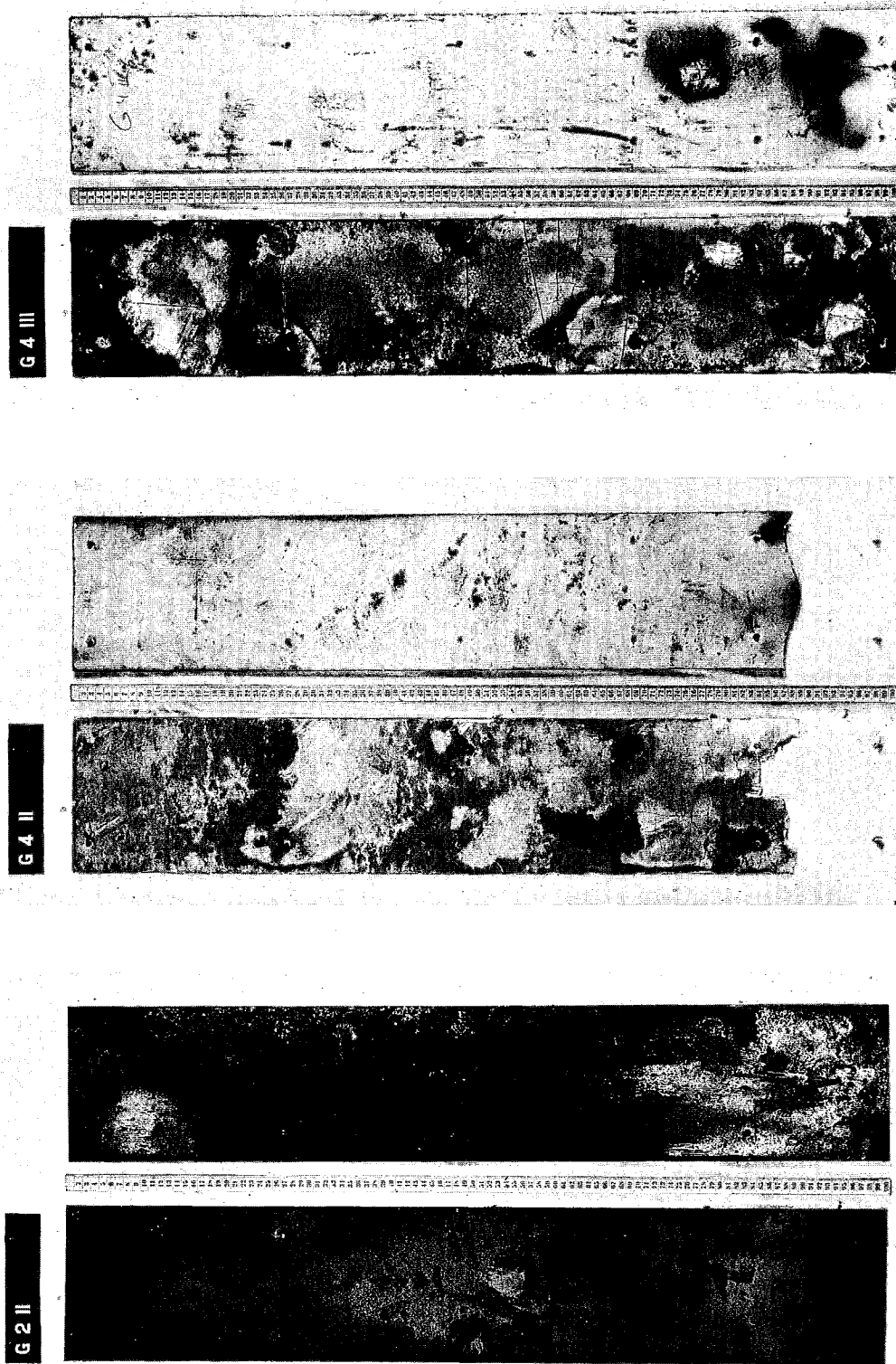


Abb. 23 Dekorativer Schichtpressstoff B 3 (G) auf Stahlblech (2) und Gipskarton (4); (II und III = verschiedene Kleber); jeweils eine Probe von Brandseite, eine Probe von Rückseite gesehen

Zusammenstellung 9

Meßwerte bei den Brandversuchen an Sandwichplatten mit Aluminiumblech (M) als Deckmaterial

Kernmaterial	Probekörperbezeichnung	Länge des nicht zersetzten Proben- teils		gröÙte Rauchgas- temperatur und Zeitpunkt ihres Auftretens	gröÙte Flammen- höhe und Zeitpunkt ihres Auftretens		Flächen- integral der Rauchgas- temperatur- Zeitkurve °C min	Verbund schwerentflam- bar
		Einzel- werte cm	Mittel- wert cm		cm	nach min s		
PS-Hart- schaum B1, 20 mm	M 14 II a			115	10	50	1070	Ja
	M 14 II b			111	9 1/2	50	-	Ja
PS-Hart- schaum B3, 20 mm	M 15 II a			135	7	> 100	1132	Ja
	M 15 II b			103	10	40	950	Ja
PS-Hart- schaum B3, 50 mm	M 18 II a			110	8 1/2	30/40	864	Ja
	M 18 II b			101	10	40	898	Ja
PF-Hart- schaum B1, 20 mm	M 16 II	30 32 35 34	34	113	10	90/100	958	Ja
	M 19 II a	58 45 60 37	50	102	6	60/70	924	Ja
PF-Hart- schaum B1, 50 mm	M 19 II b	52 55 52 36	49	106	10	50	924	Ja
	M 17 II a	0	0	350	3	> 100	1720	nein
PUR-Hart- schaum B3, 20 mm	M 17 II b	0	0	310	5	> 100	1460	nein

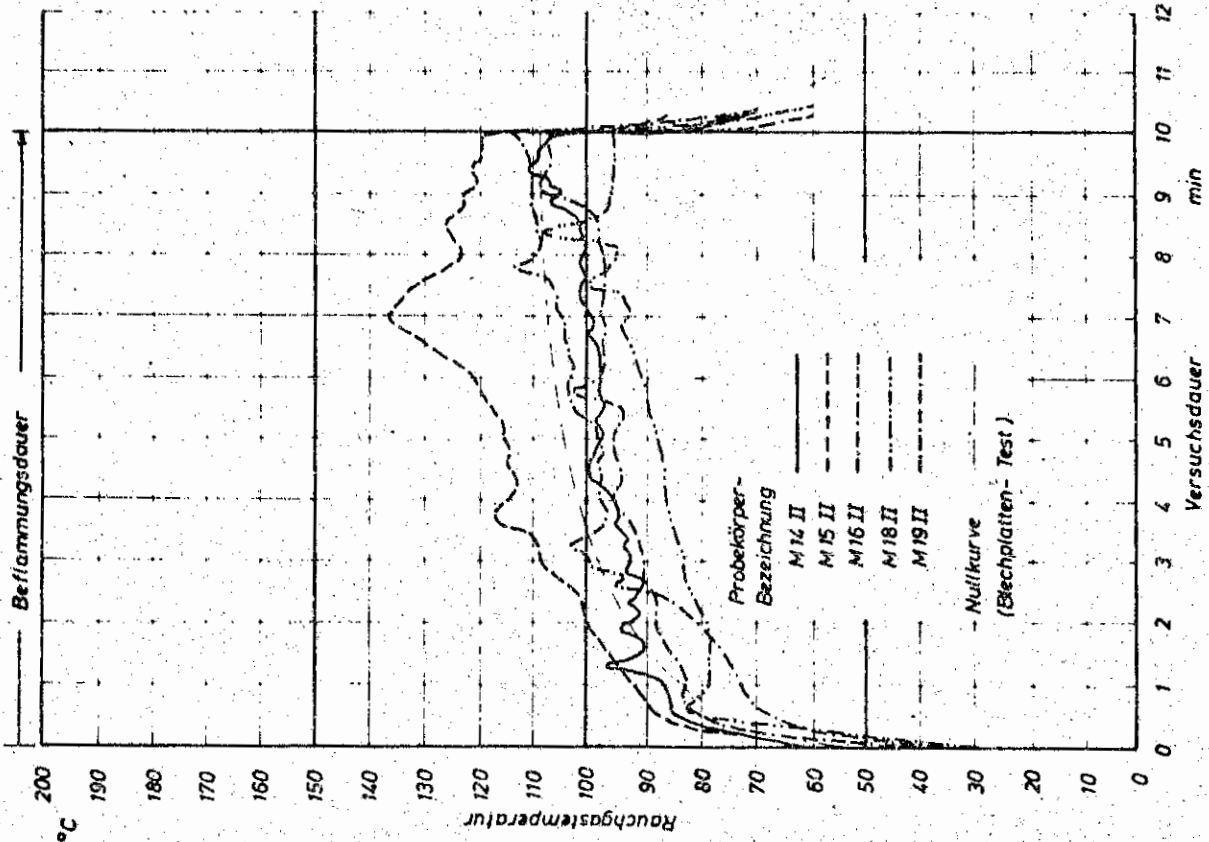
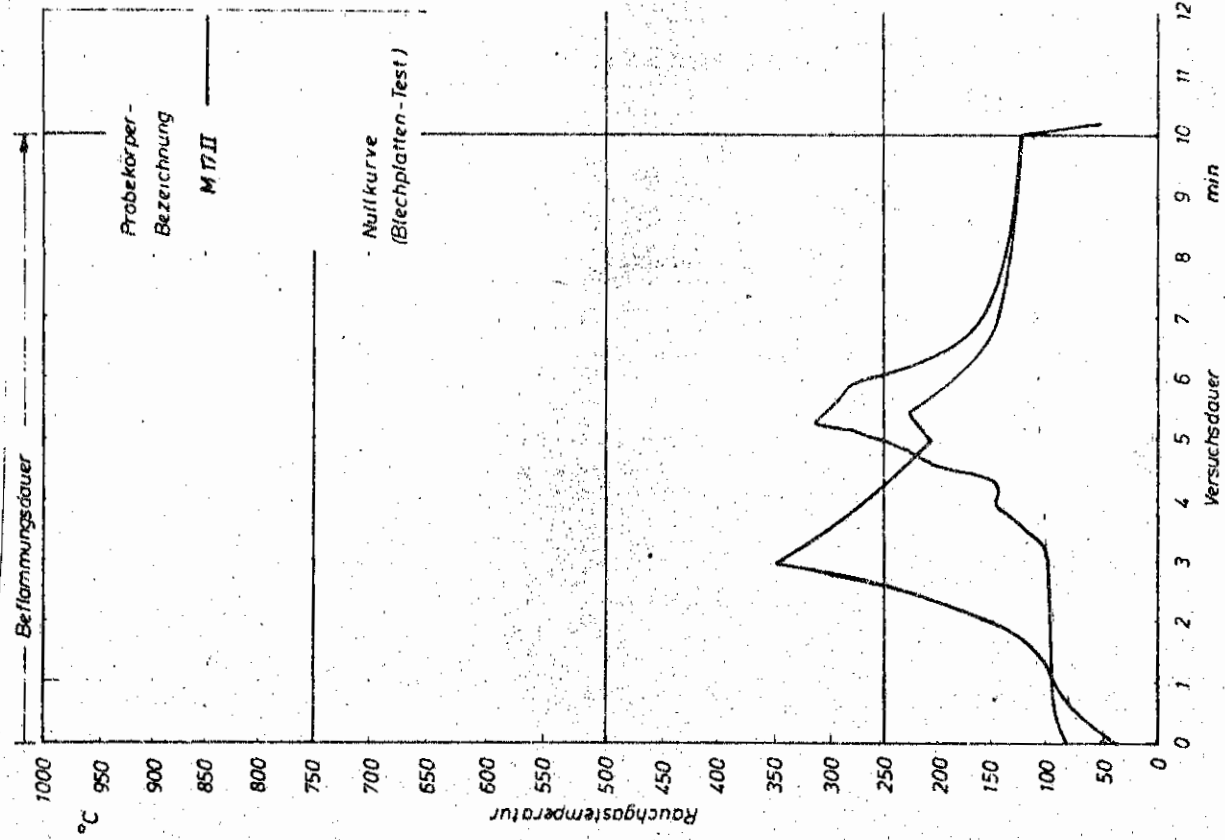
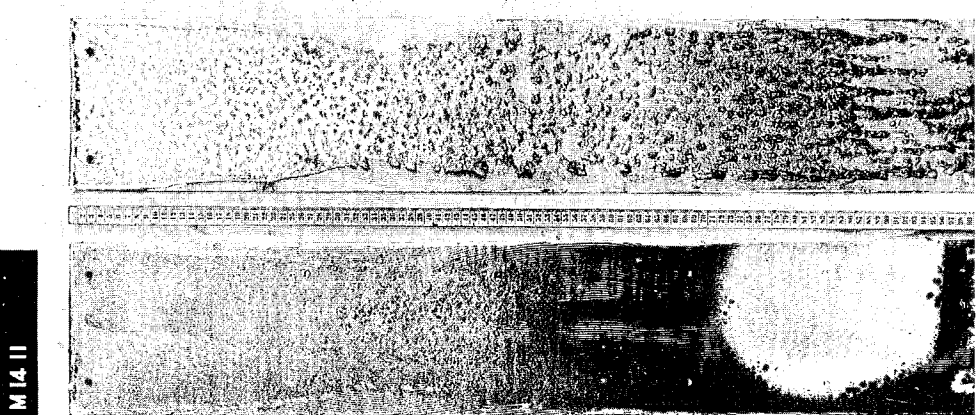
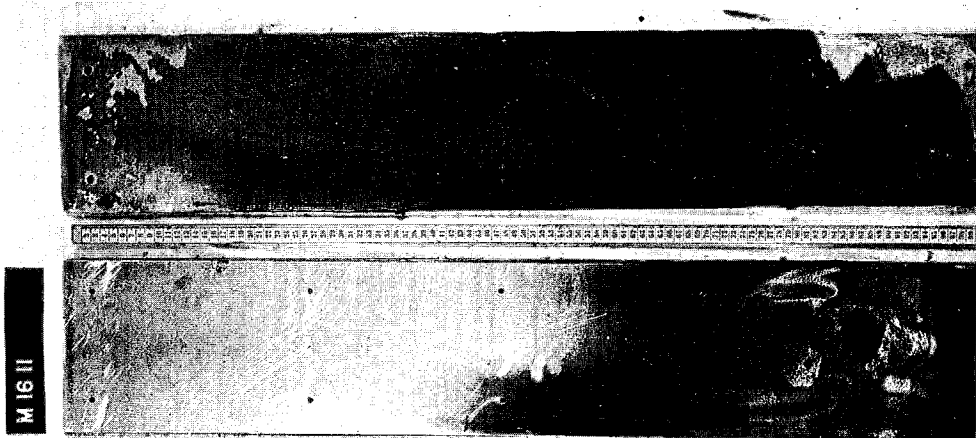
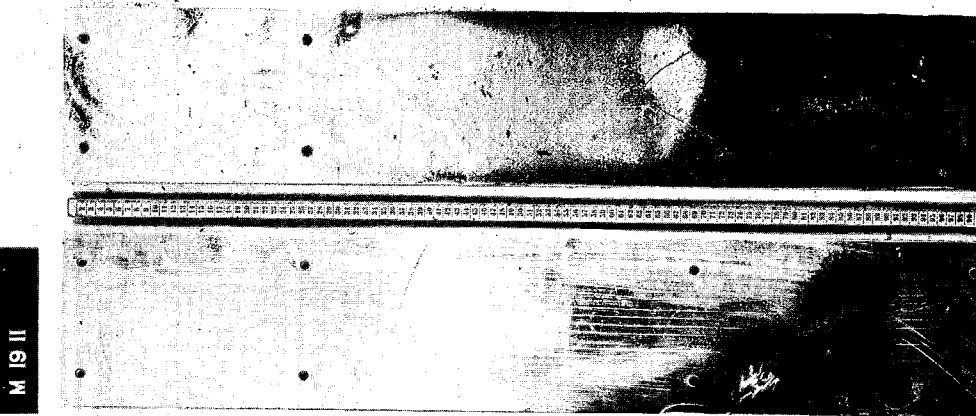


Abb. 24

Rauchgasstemperaturkurven von Sandwichplatten mit Deckschichten aus Aluminiumblech (M) und verschiedenem Schaumstoff-Kernmaterial

- 14 = PS-Hartschaum 20mm B1
- 15 = PS-Hartschaum 20mm B3
- 16 = PF-Hartschaum 20mm
- 17 = PUR-Hartschaum 20mm
- 18 = PS-Hartschaum 50mm B3
- 19 = PF-Hartschaum 50mm

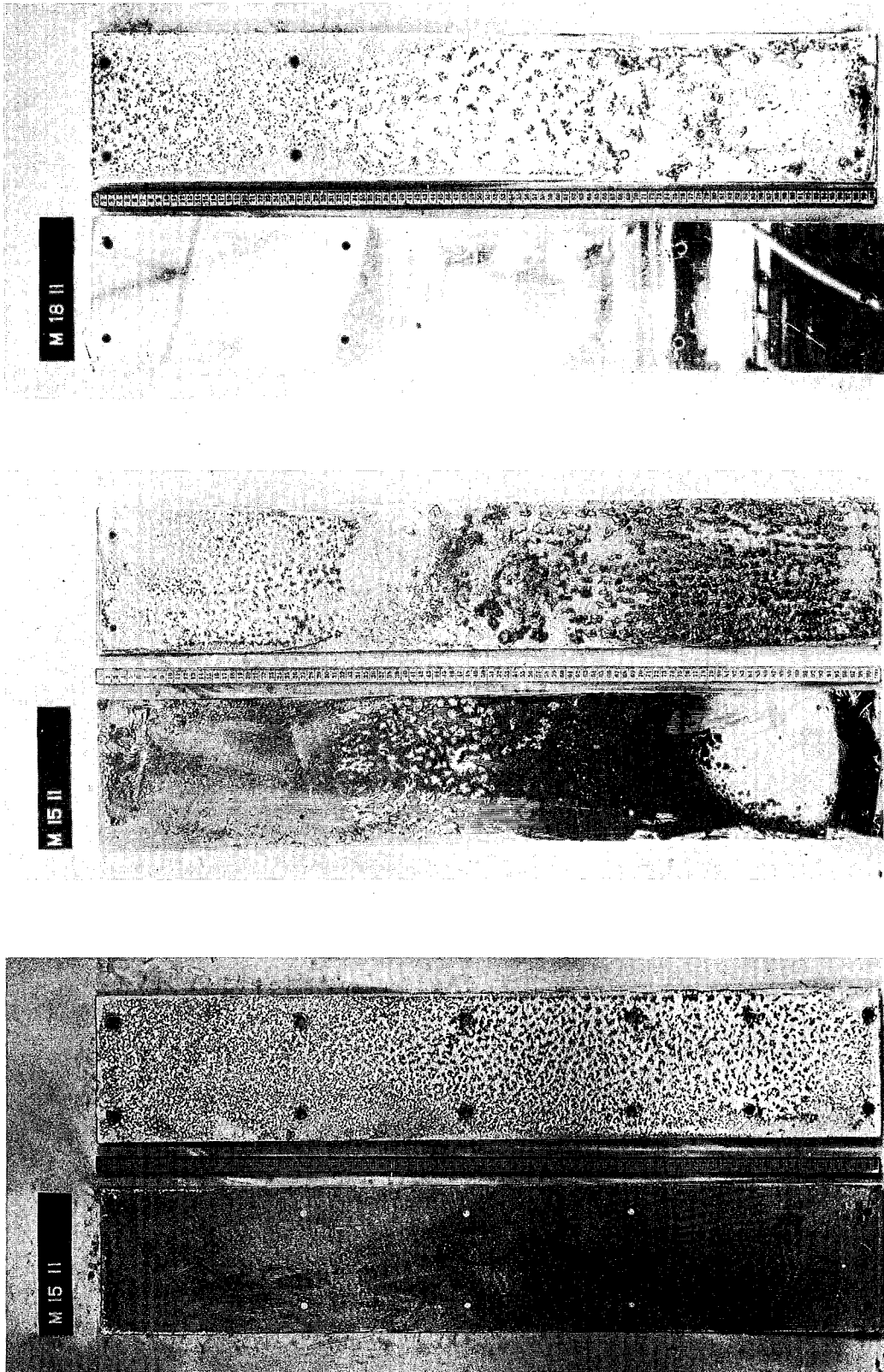


Brandseite Alublech  
abgenommen

Brandseite Alublech  
abgenommen

Blech der Brand- und Rück-  
seite von innen gesehen

Abb. 25 Sandwichplatte mit Deckschichten aus Aluminiumblech (M) und Kern aus PS-Hartschaum 20 mm B 1 (14), PF-Hartschaum 20 mm (16) und PF-Hartschaum 50 mm (19) nach dem Brandversuch



Blech der Brand- und Rückseite von innen gesehen Brandseite Blech abgenommen

Abb. 26 Sandwichplatte mit Deckschichten aus Aluminiumblech (M) und Kern aus PS-Hartschaum  
20 mm B 3 (15) und 50 mm B 3 (18)

## Zusammenstellung 10

Meßwerte bei den Brandversuchen mit Asbestzement (N) als Deckmaterial

Kernmaterial	Probekörperbezeichnung	Länge des nicht zersetzten Proben- teils		gröÙte Rauchgas- temperatur und Zeitpunkt ihres Auftretens	gröÙte Flammen- höhe und Zeitpunkt ihres Auftretens		Flächen- integral der Rauchgas- temperatur- Zeitkurve °C min	Verbund- schwerent- flammbar	
		Einzel- werte	Mittel- wert		cm	cm			nach min
PS-Hart- schaum B1, 20 mm	N 14 II a			99	10	40	6'	906	ja
	b			102	6 1/2	40	2'	973	
PS-Hart- schaum B3, 20 mm	N 15 II a			90	10	40	3'	558	ja
	b			90	10	40	2'	909	
PS-Hart- schaum B3, 50 mm	N 18 II a			102	4 1/2	40	4'	863	ja
	b			100	6 1/2	40	6'	990	
PF-Hart- schaum B1, 20 mm	N 16 II a	69 76 71 76	73	87	10	40	1'	785	ja
	b	66 78 78 75	74	89	10	40	1'	810	
PF-Hart- schaum B1, 50 mm	N 19 II a	76 73 82 74	76	86	10	50	4'	754	ja
	b	67 69 73 67	69	82	10	40	1'	746	
PUR-Hart- schaum B3, 20 mm	N 17 II a	0 0 20 0	5	148	8 1/2	> 100	6'	1086	nein
	b	0 0 60 30	23	123	9	> 100	10'	965	

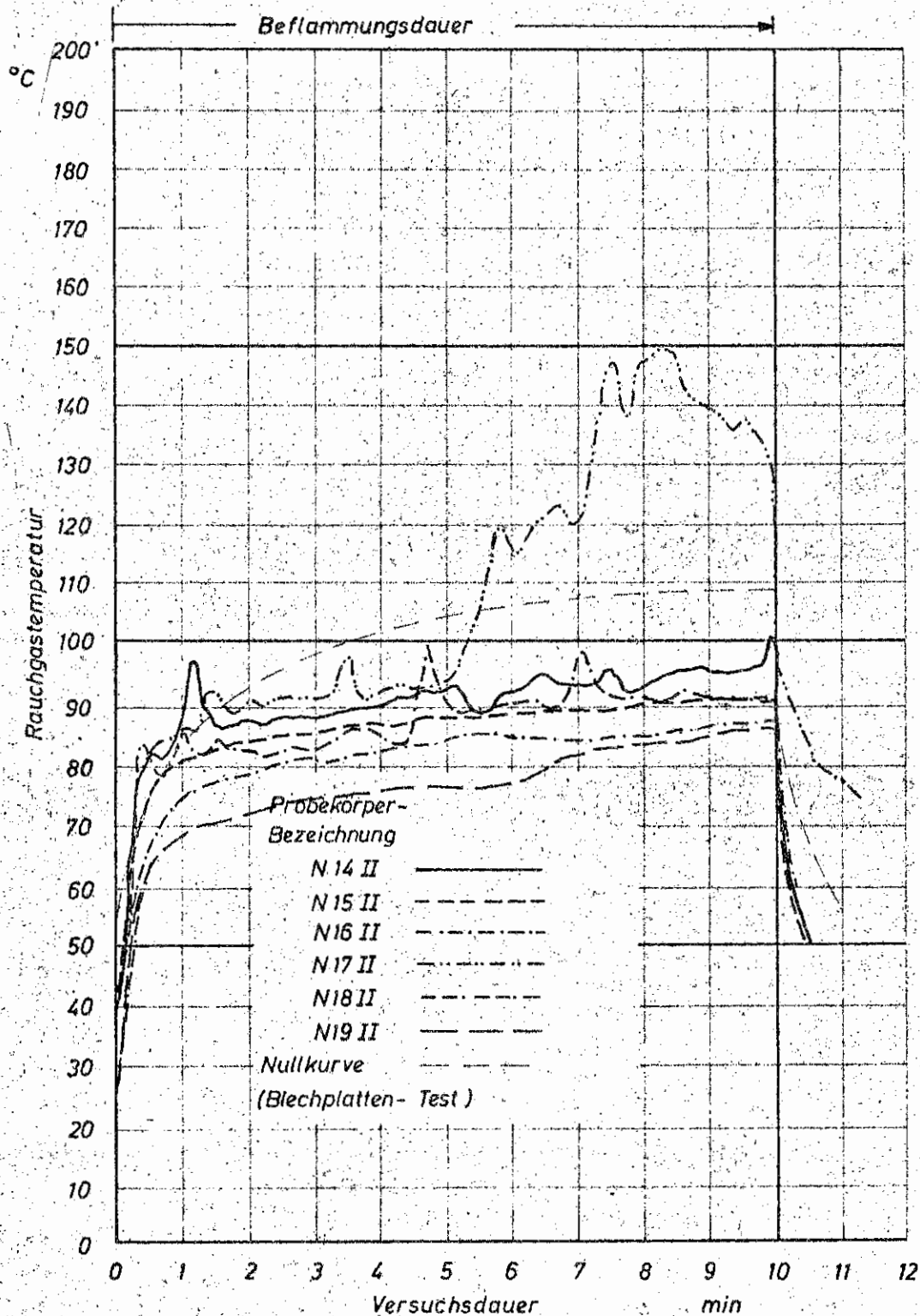


Abb. 27

Rauchgastemperaturkurven von Sandwichplatten mit Deckschichten aus Asbestzement (N) und verschiedenen Schaumstoff-Kernmaterialien

14 = PS-Hartschaum 20 mm B1  
 15 = PS-Hartschaum 20 mm B3  
 16 = PF-Hartschaum 20 mm

17 = PUR-Hartschaum 20 mm  
 18 = PS-Hartschaum 50 mm B3  
 19 = PF-Hartschaum 50 mm



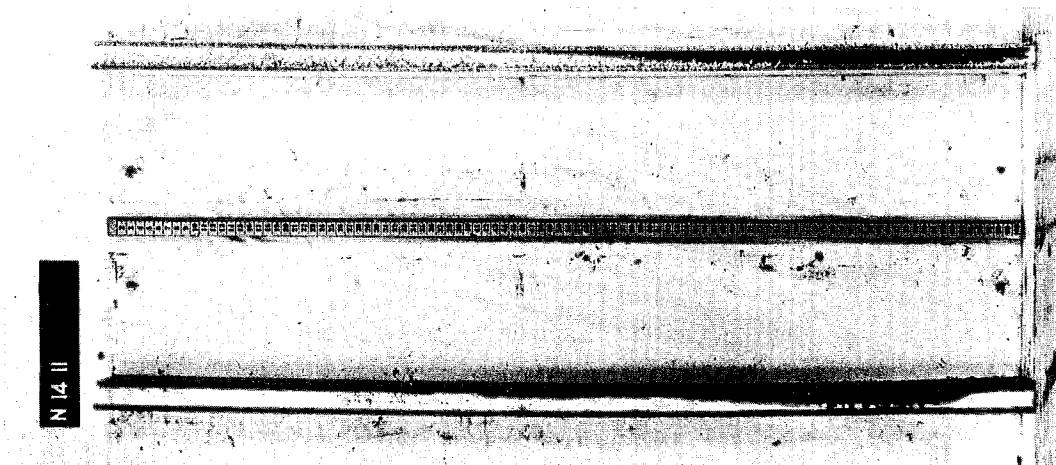
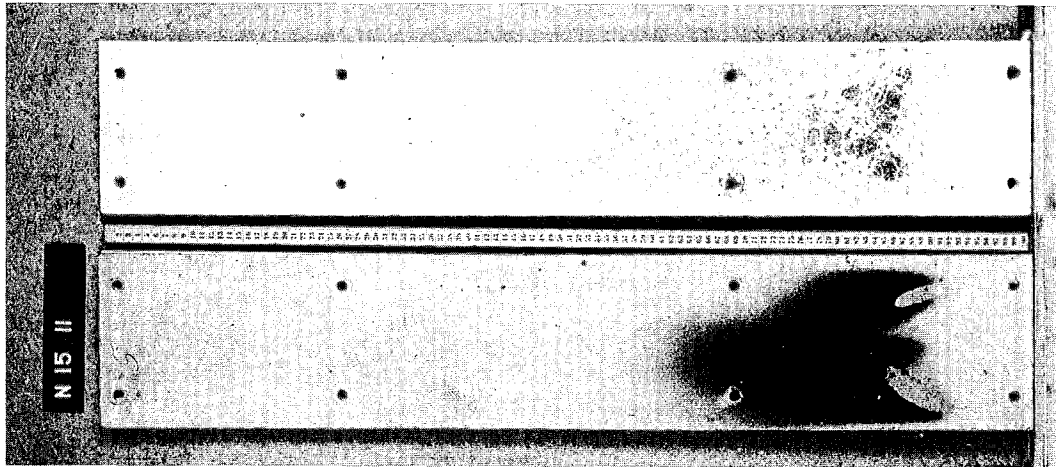
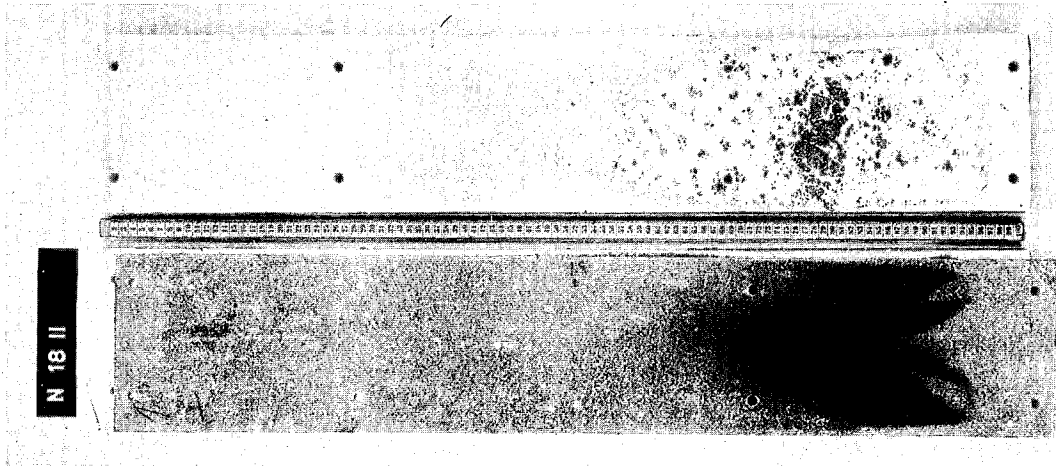


Abb. 28 Sandwichplatte mit Deckschichten aus Asbestzement (N) und Kern aus PS-Hartschaum 20 mm B 1 (14), PS-Hartschaum 20 mm B 3 (15) und PS-Hartschaum 50 mm B 3 (18) nach dem Brandversuch; bei Probe N 14 Längsschnitt, bei Proben N 15 und N 18 brandseitige Decklage abgenommen

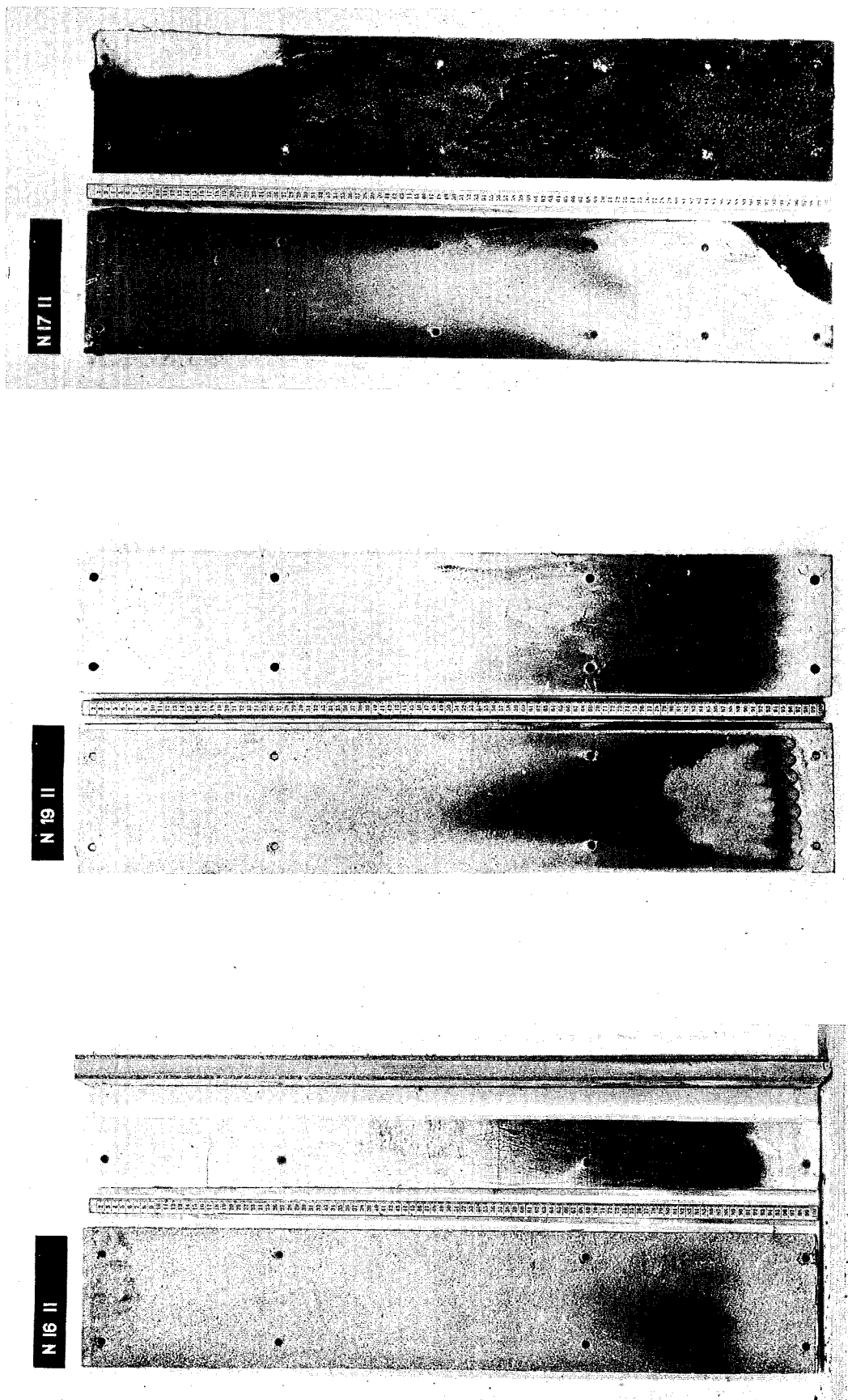


Abb. 29 Sandwichplatte mit Deckschichten aus Asbestzement (N) und Kern aus PF-Hartschaum 20 mm (16), 50 mm (19) und PUR-Hartschaum 20 mm (17) nach dem Brandversuch; bei rechter Probe Asbestzementplatte abgenommen

Zusammenstellung 11

Meßwerte bei den Brandversuchen mit Gipskarton (O) als Deckmaterial

Kernmaterial	Probekörperbezeichnung	Länge des nicht zersetzten Proben- teils 1)		gröÙte Rauchgas- temperatur und Zeitpunkt ihres Auftretens	gröÙte Flam- men- höhe und Zeitpunkt ihres Auftretens	Flächen- integral der Rauchgas- temperatur- Zeitkurve °C min	Verbund schwerentflam- bar				
		Einzel- werte cm	Mittel- wert cm					°C	nach min	cm	nach min s
PS-Hart- schaum B1, 20 mm	a	40	44	40	42	101	10	60	1'	985	ja
	b	49	50	58	40	105	7 1/2	60	4'	1059	
PS-Hart- schaum B3, 20 mm	a	51	50	56	50	91	10	40/50	2'	991	ja
	b	51	49	55	48	92	7	50	2'	-	
PS-Hart- schaum B3, 50 mm	a	60	53	60	58	93	10	60	9'	841	ja
	b	58	50	55	53	87	10	50	1'	826	
PF-Hart- schaum B1, 20 mm	a	62	64	63	61	94	6 1/2	40	3'	840	ja
	b	63	60	62	63	91	10	40	3'	841	
PF-Hart- schaum B1, 50 mm	a	62	58	63	57	90	10	50/60	5'	838	ja
	b	58	56	62	58	87	10	50	3'	812	
PUR- Hart- schaum B3, 20 mm	a	0	0	40	45	110 (160)	2 1/2 (13 1/2)	60 (>100)	2' (10')	1040	nein
	b	55	55	61	57	91	10	100	10'	860	

1) Gemessen an Kartonschicht der beflamnten Decklage, da Zersetzung bzw. Anschmelzung in Kernschicht gleich groß oder kleiner

2) Einzelwerte in Kernschicht gemessen, da diese teilweise ausgebrannt

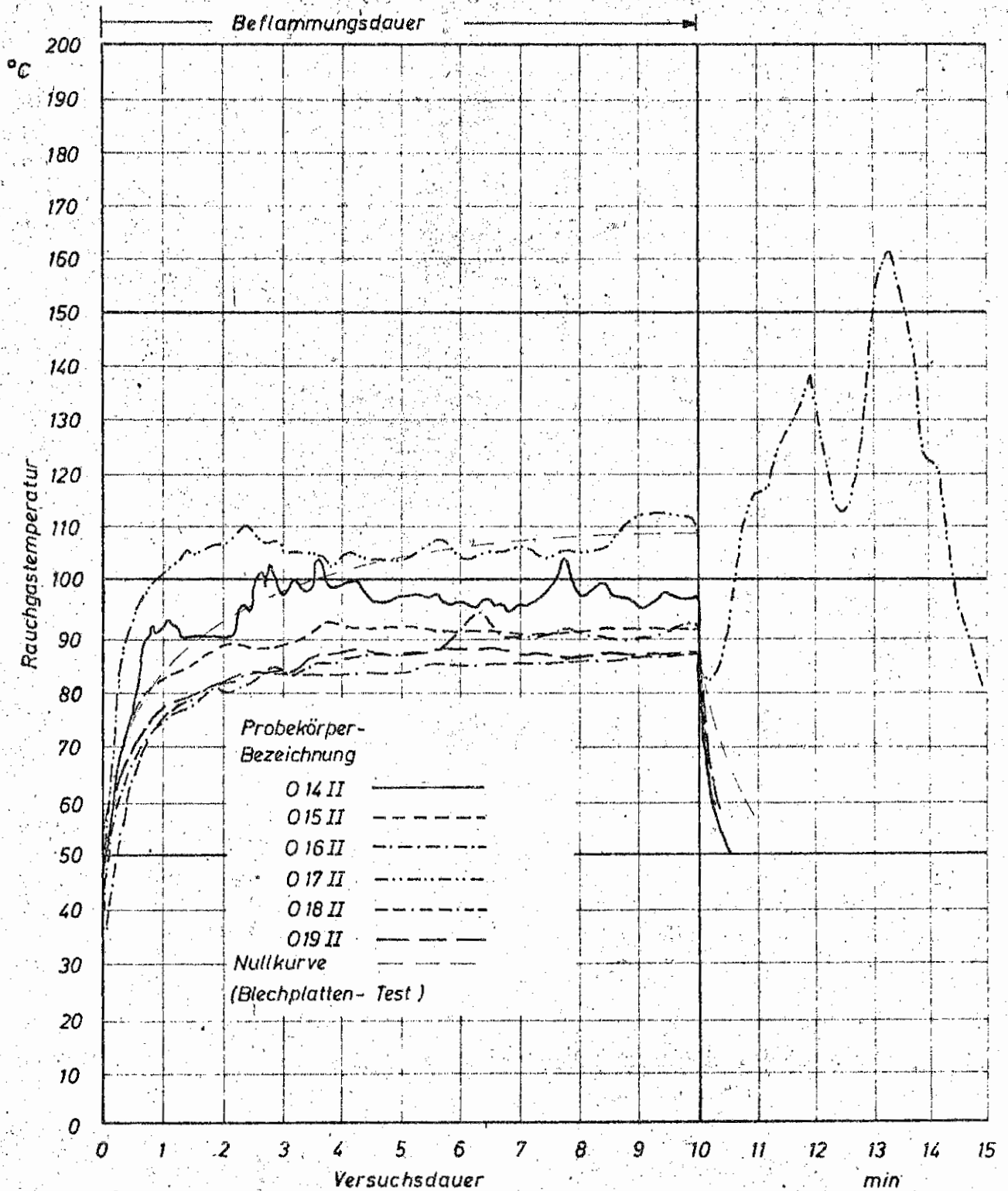


Abb. 30

Rauchgastemperaturkurven von Sandwichplatten mit Deckschichten aus Gipskarton (O) und verschiedenen Schaumstoff-Kernmaterialien

14 = PS-Hartschaum 20 mm B1

15 = PS-Hartschaum 20 mm B3

16 = PF-Hartschaum 20 mm

17 = PUR-Hartschaum 20 mm

18 = PS-Hartschaum 50 mm B3

19 = PF-Hartschaum 50 mm

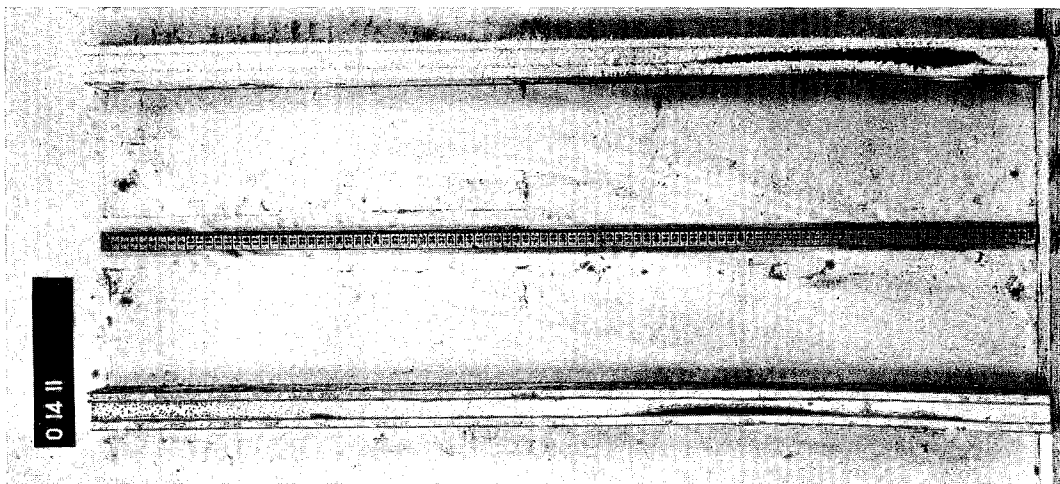
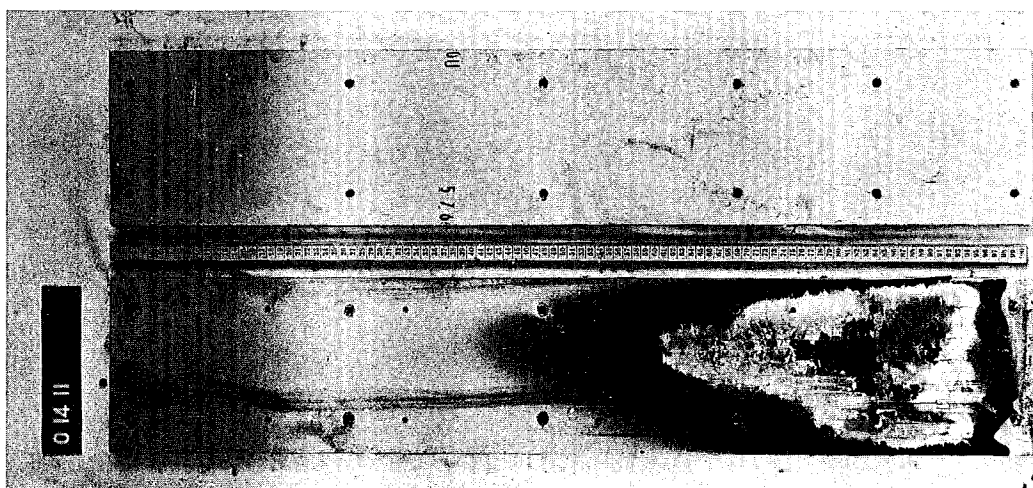


Abb. 31 Sandwichplatte mit Deckschichten aus Gipskarton (0) und PS-Hartschaum 20 mm B 1 (14) als Kernmaterial nach dem Brandversuch; linkes Foto Brand- und Rückseite, rechtes Foto Längsschnitte

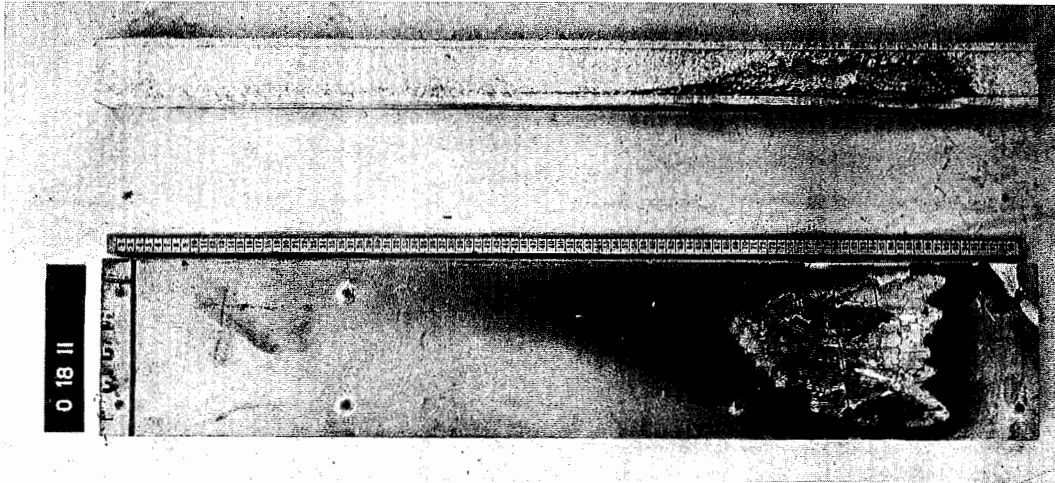
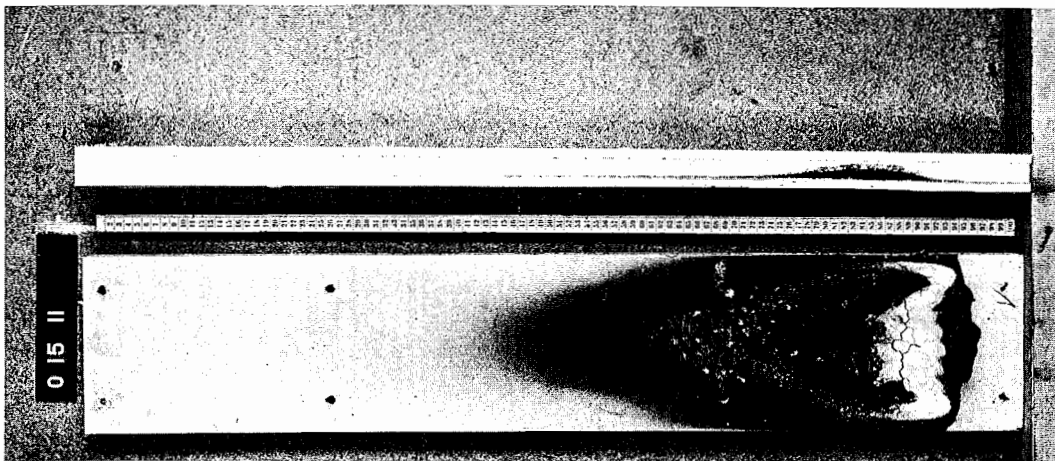


Abb. 32 Sandwichplatte mit Deckschichten aus Gipskarton (0) und PS-Hartschaum 20 mm B 3 (15) und 50 mm B 3 (18) als Kernmaterial nach dem Brandversuch

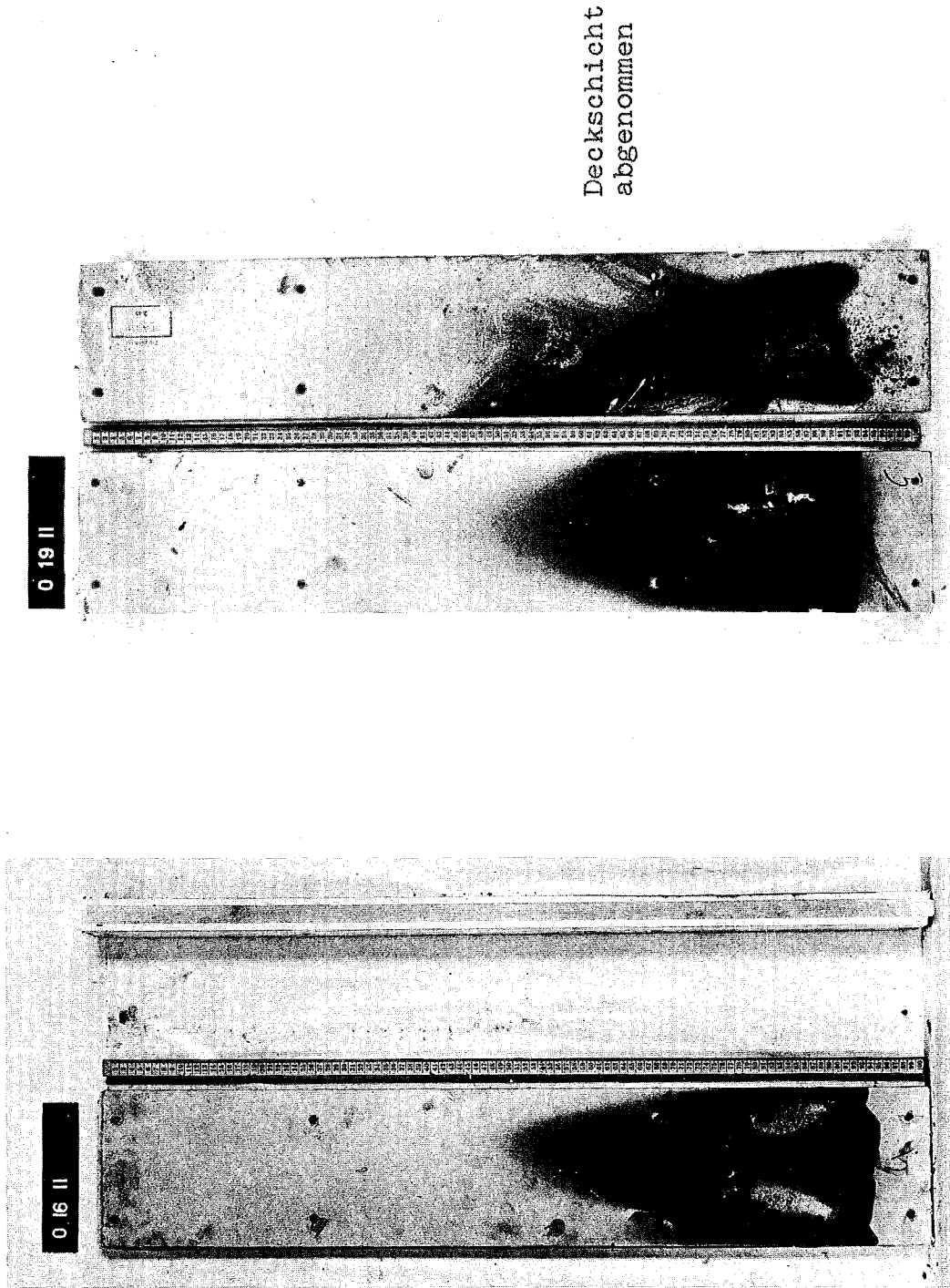


Abb. 33 Sandwichplatte mit Deckschichten aus Gipskarton (0) und PF-Hartschaum 20 mm (16) und 50 mm (19) als Kernmaterial nach dem Brandversuch

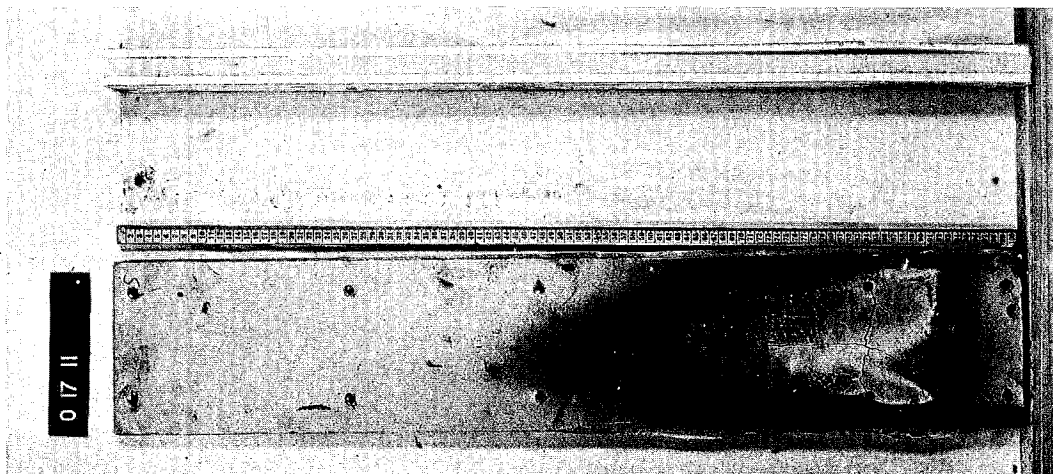
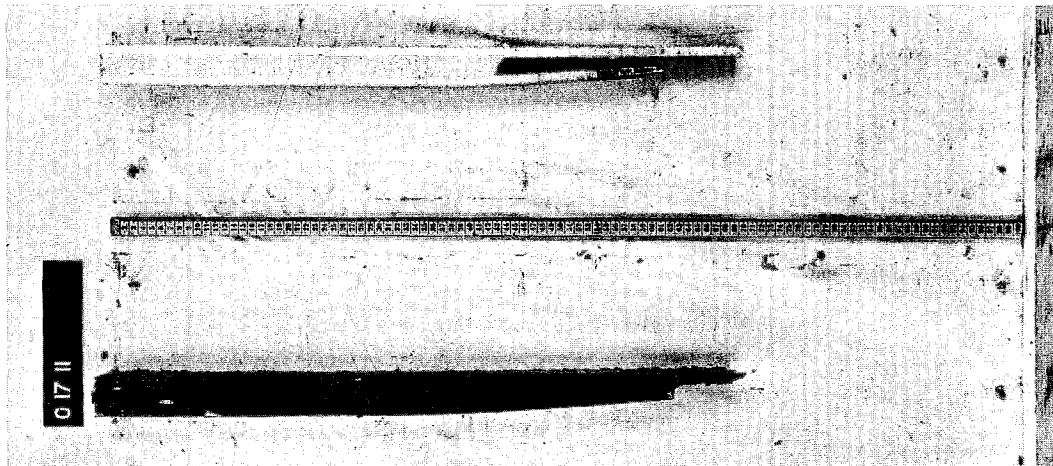
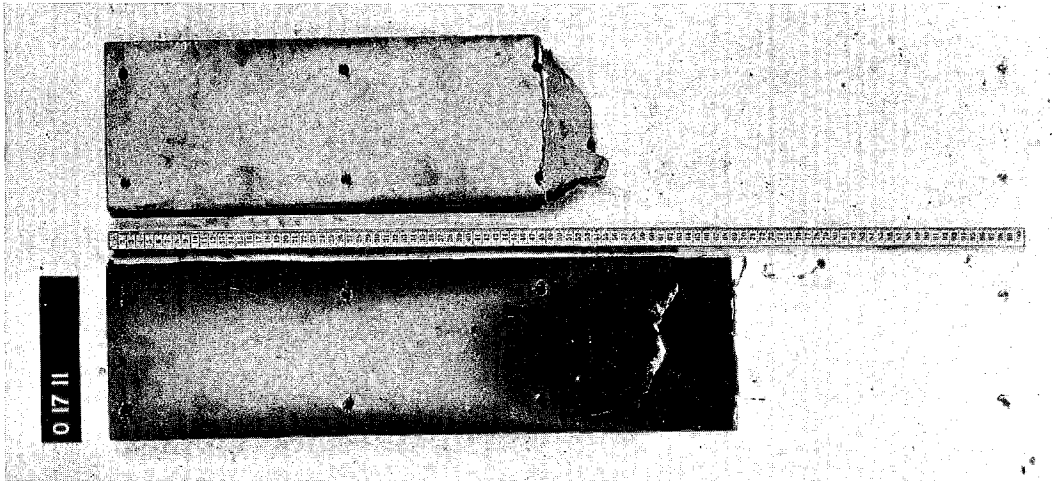


Abb. 34 Sandwichplatte mit Deckschichten aus Gipskarton (0) und PUR-Hartschaum (17) als Kernmaterial nach dem Brandversuch; links Probekörper b, Mitte und rechts Probekörper a, bei dem nach Beflammungsende die Flammen an den Probekanten hochbrannten



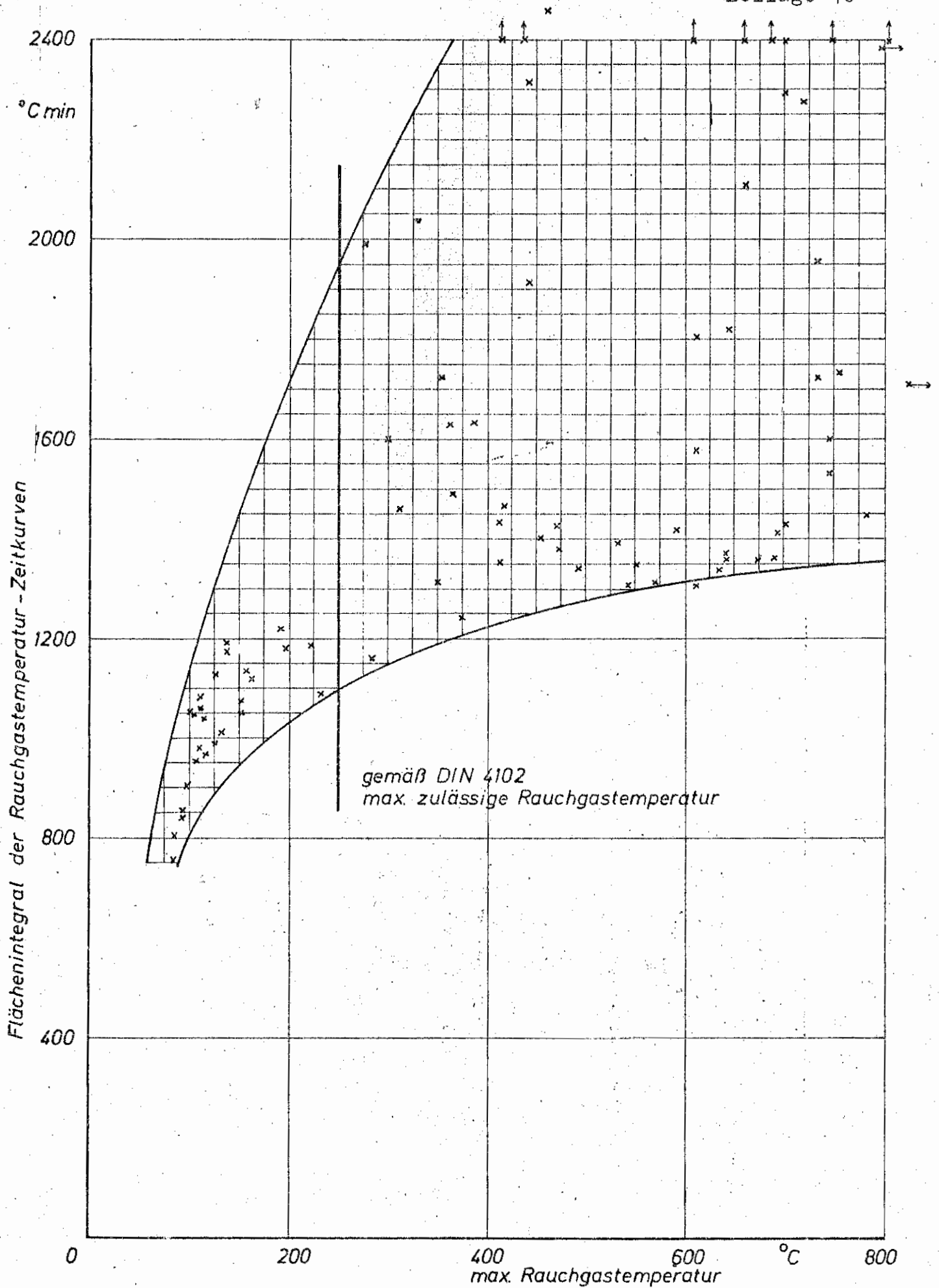
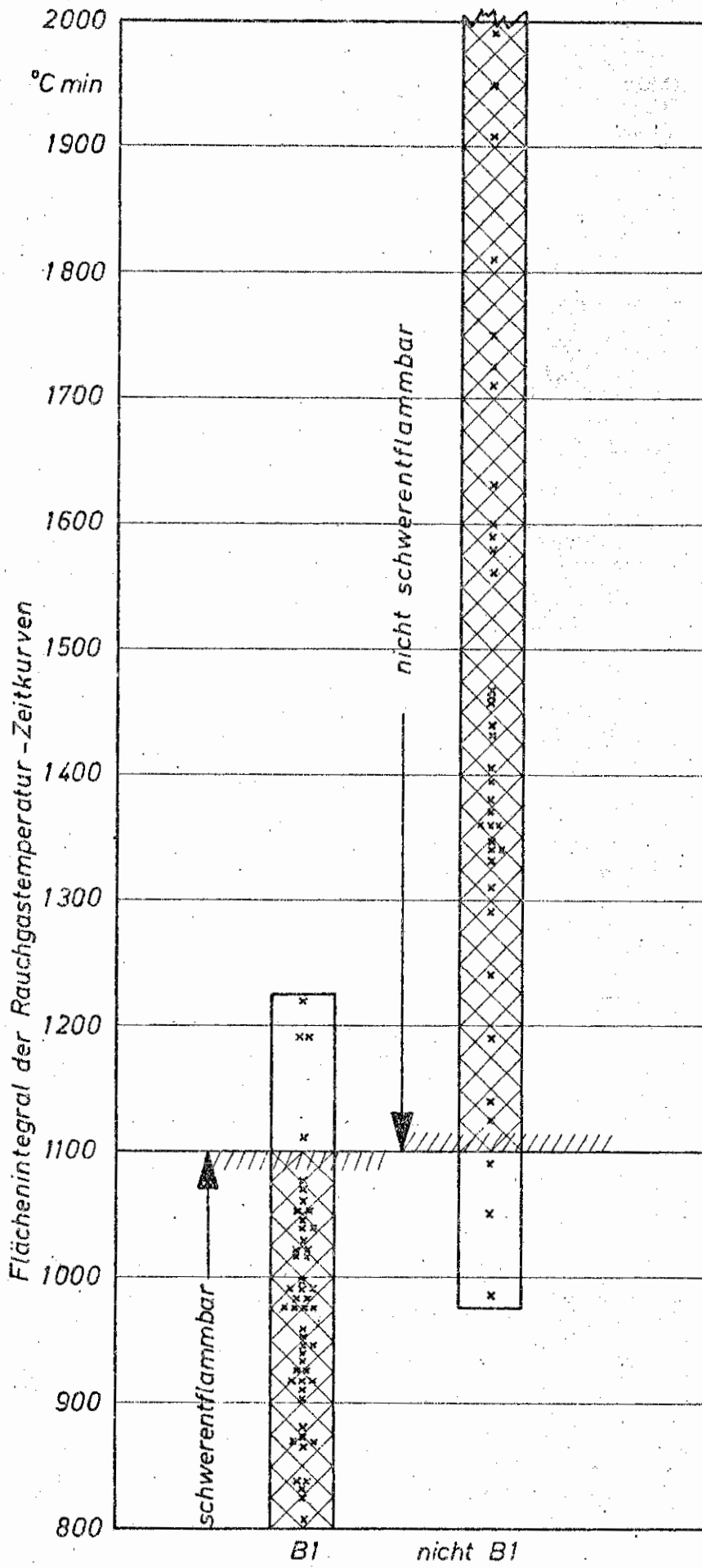


Abb. 35 Zusammenhang zwischen max. Rauchgastemperatur und Flächenintegral der Rauchgastemperaturkurven über 10 min



Einstufung nach DIN 4102

Abb. 36 Einstufung der Einzel- und Verbundbaustoffe in die Baustoffklasse B 1 und zugehöriges Flächenintegral der Rauchgastemperaturkurven über 10 min

Zusammenstellung 12

Ergebnisse der Brandversuche auf Schwerentflammbarkeit an Baustoffkombinationen unter Verwendung von Kleber II + = schwerentflammbar - = nicht schwerentflammbar

Decklage		einseitig						beidseitig (Sandwich)				
Art	Dicke in mm	Alu-folis	PVC weich	PVC hart	Holz-furnier	Dek. Schicht-pres-Stoff	PS-Hart-schaum	FVC weich	Alu-blech	Gips-kart.	Asbest-zementpl.	
Träger- bzw. Kern-material	Dicke in mm	0,05	0,2	2	0,7	1,5	1,5	0,2	2	9,5	6	
Stahlblech	2	A	+	-	-	-	B1		A	B1	A	
Asbestzement	6	A	+ <sup>1)</sup>	+ <sup>1)</sup>	+ <sup>1)</sup>		B1					
Gipskarton	9,5	B1	+	+	-	-4)	B3					
Gipskarton Geschliff	9,5	B1	+	+								
Mineralfaserplatte	13	B1	+ <sup>1)</sup>	- <sup>1)</sup>				- <sup>1)</sup>				
Eiche	18	B2				-3)						
Holzwoolle Leichtbaupl.	13	B1		+ <sup>2)</sup>								
Spanplatte	19	B2		-		-3)						
Leichte Spanplatte	19	B1		-								
PS-Hartschaum	20	B1	- <sup>1)</sup>	- <sup>1)</sup>					+	+	+	
PS-Hartschaum	20	B3							+	+	+	
PS-Hartschaum	50	B3							+	+	+	
PP-Hartschaum	20	B1							+	+	+	
PP-Hartschaum	50	B1							+	+	+	
PUR-Hartsch.	20	B3							-	-	-	

- 1) Gleiches Ergebnis wurde an Proben gewonnen, die unter Verwendung von Kleber I hergestellt waren.
- 2) Proben, hergestellt mit Kleber I, waren nicht schwerentflammbar.
- 3) Gleiches Ergebnis wurde an Proben gewonnen, die unter Verwendung von Kleber III hergestellt waren.
- 4) Proben, hergestellt mit Kleber III, waren schwerentflammbar.