

Untersuchungen über die Brand-
ausbreitung an Wärmedämmver-
bundsystemen mit brennbaren
Befestigungsmitteln

T 1501/1

T 1501/1

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00
Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

**UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE BRANDAUSBREITUNG
AN WÄRMEDÄMMVERBUNDSYSTEMEN
MIT BRENNBAREN BEFESTIGUNGSMITTELN**

**Dipl.-Ing. H.G. Klingelhöfer
Dipl.-Phys. T. Ueberall**

**Forschungsauftrag des Instituts für Bautechnik
vom 03.01.1984
Az.: IV / I-5-3.93/83
Bearbeitungsnummer im MPA NRW 23-80.01 292**



1 Aufgabenstellung

Wärmedämmverbundsysteme mit Dämmschicht aus schwerentflammbarem Polystyrol-Hartschaum, die in geeigneter Weise auf massiv mineralischem Untergrund befestigt ist, erfüllen bei geeignetem Aufbau sowie bei geeigneter Ausbildung der Putzabdeckung die Anforderungen an schwerentflammbare Baustoffe, Klasse B 1 nach DIN 4102 Teil 1 (Mai 1981). Für zahlreiche Systeme ist das zum Nachweis der Schwerentflammbarkeit vorgeschriebene Prüfzeichen des Instituts für Bautechnik erteilt.

Aufgrund verschiedener Schadensfälle, bei denen nicht zu ermitteln war, ob Wärmedämm-Verbundsysteme dieser Art eine Brandweiterleitung begünstigen, sollten Brandversuche im Originalmaßstab mit Anordnung der Brandlast in einer Fassadenecke sowie Versuche bei Anordnung der Brandlast vor der Fassade mitte durchgeführt werden. Dabei sollten folgende Befestigungen der Polystyrolhartschaumplatten untersucht werden:

- Montage mittels PVC-Schienen
- Montage mittels Alu-Schienen
- Verklebung.

Die Versuchsergebnisse sollen als Grundlage für verallgemeinernde Festlegungen über die Befestigung der Polystyrolhartschaumplatten dienen.

2 Versuchsanordnung

Die Versuche wurden in einem Brandversuchshaus des Amtes durchgeführt (s. Abb. 1). Die zu untersuchenden Fassaden wurden in einer Raumecke über eine Breite von 2,4 m bzw. 3,59 m angebracht. Als Unterkonstruktion wurde an den Wänden des Raumes, die aus Schamottesteinen bestehen, eine horizontale Lattung angebracht. Auf diese Lattung wurden bei den Versuchen Nr. 1 bis Nr. 4 20 mm dicke Kalzium-Silikatplatten, bei den Versuchen Nr. 5 und Nr. 6 6 mm dicke Asbestzementplatten aufgeschraubt.



Da sich bei den ersten Versuchen zeigte, daß ein Eintreten von Flammen in den Zwischenraum hinter den Kalzium-Silikatplatten nicht vollständig ausgeschlossen war, wurden beim letzten Versuch die Stoßstellen der Platten verspachtelt und der Spalt zwischen den Platten und dem Schamotte-Mauerwerk mit Mineralwolle verstopft und verspachtelt.

Als Wärmedämmverbundsystem wurde ein Aufbau gemäß Prüfbescheid PA-III 2.1656 gewählt. Parallel zu den Versuchen im Maßstab 1 : 1 durchgeführte Brandschachtuntersuchungen bestätigten, daß das Material die Anforderungen an schwerentflammbare Baustoffe erfüllte.



Die Befestigung der Polystyrol-Hartschaum-Platten erfolgte

- bei Versuch 1 und 2 über angeschraubte T-förmige Schienen aus PVC-Hart, die in entsprechende Nuten der Polystyrol-Hartschaumplatten eingriffen (s. Abb. 2).
- bei Versuch 3 und 4 mit entsprechenden Profilen aus Alu (s. Abb. 3).
- bei Versuch 5 und 6 durch vollflächige Verklebung (s. Abb. 4) (Auftragsmenge $3,4 \text{ kg/m}^2$) mit dem zugehörigen Baukleber (pulverförmiger Trockenmörtel mit etwa 25% Zementanteil).

Die eingesetzten Polystyrol-Hartschaumplatten waren 50 mm dick, hatten eine Rohdichte von 15 kg/m^3 und entsprachen der Norm DIN 18 164.

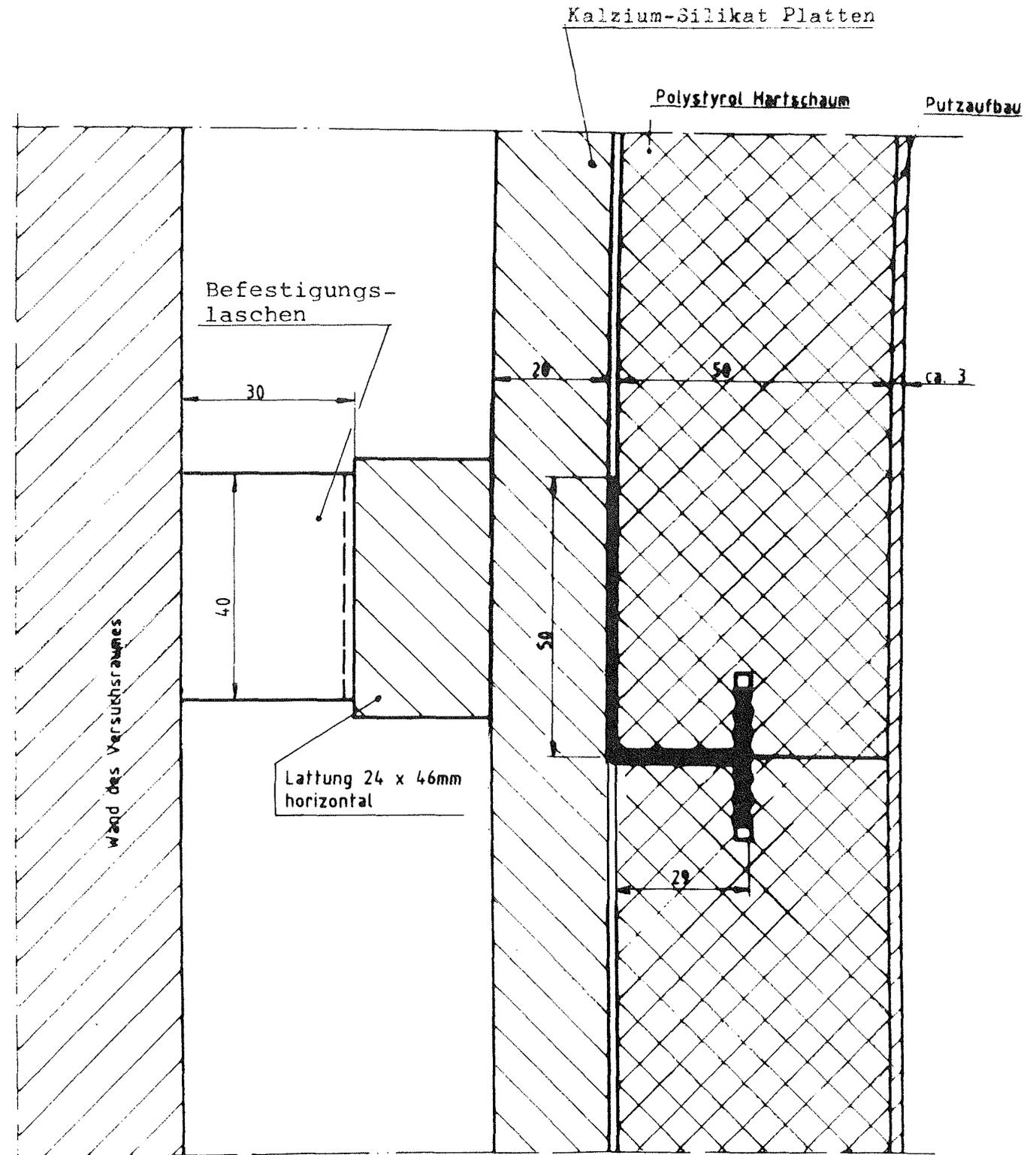
Auf die Polystyrolhartschaumplatten wurde zunächst ein 1 mm bis 2 mm dicker Unterputz auf Acrylat-Mischpolymerisatbasis (ca. $2,5 \text{ kg/m}^2$) aufgetragen.

In den noch feuchten Putz wurde ein Glasfasergewebe (Maschenweite 4 mm x 4 mm, Flächengewicht 160 g/m^2) eingelegt.

Als Schlußbeschichtung wurde ein Kunstharzputz mit Kratzputzstruktur - Körnung Nr. 2 (ca. $2,5 \text{ kg/m}^2$) aufgetragen.

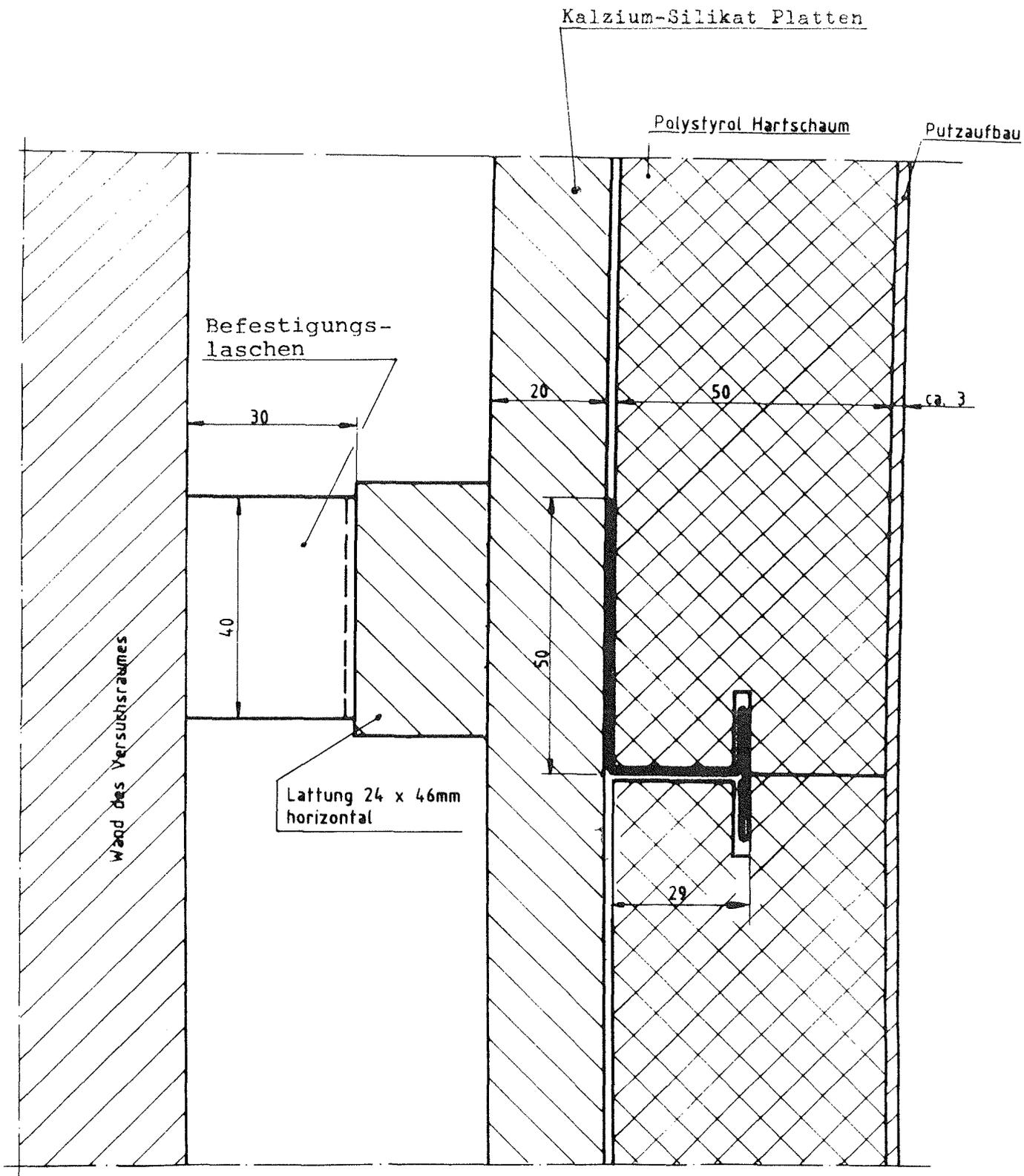
Nähere Einzelheiten sind den nachfolgenden Abb. 2 bis 5 zu entnehmen.





M 1:1

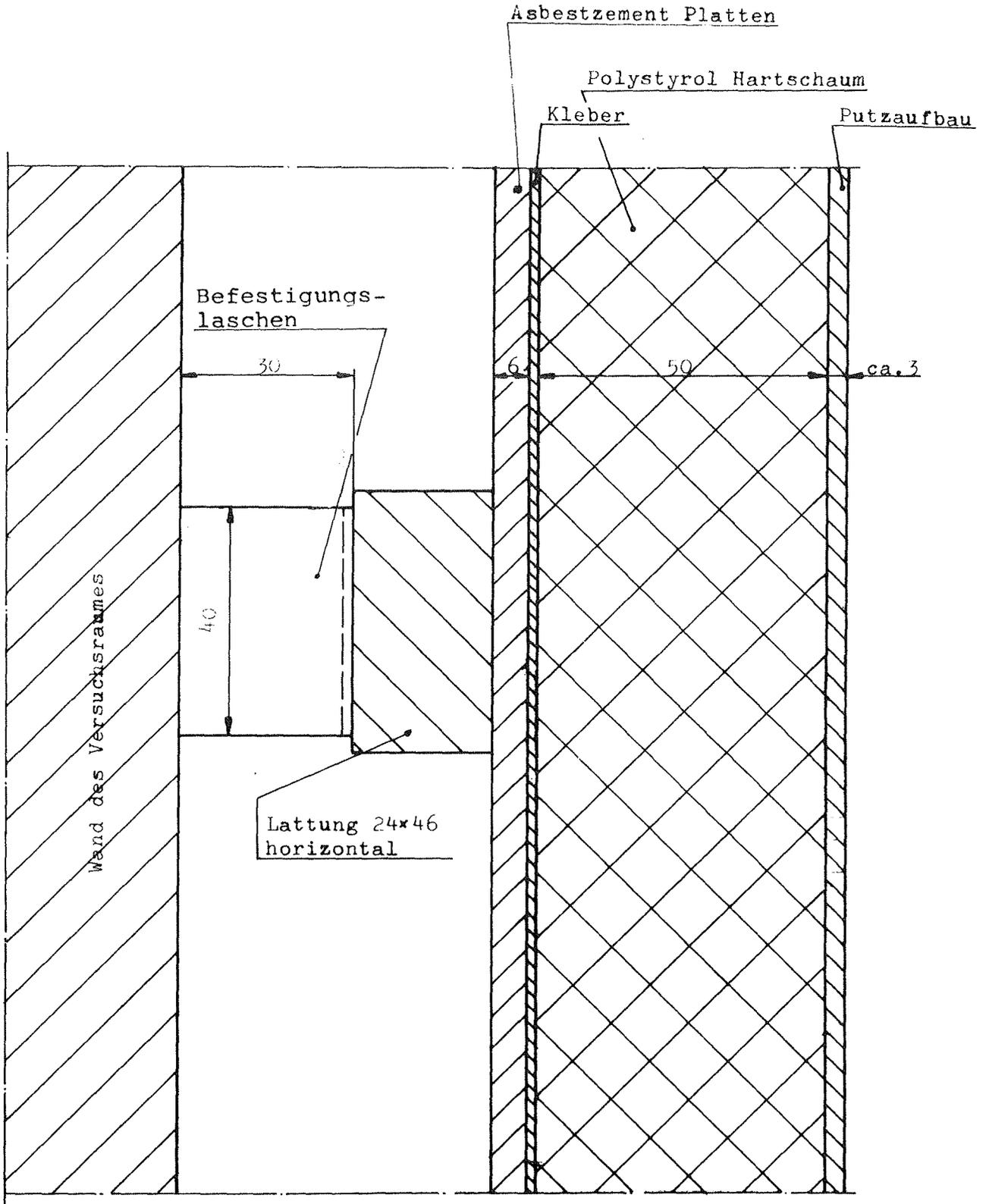
Abb. 2: Aufbau des Wärmedämmverbundsystems bei den Versuchen 1 und 2 (PVC hart-Profile)
- senkrechter Schnitt



M 1:1

Abb. 3: Aufbau des Wärmedämmverbundsystems bei den Versuchen 3 und 4 (Alu-T-Profile) - senkrechter Schnitt

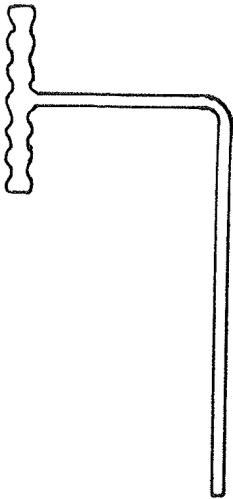




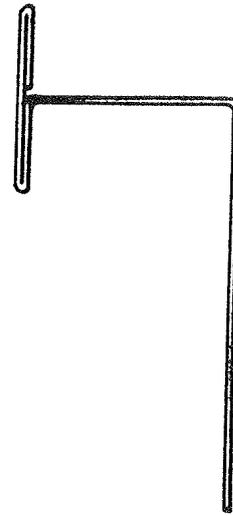
M 1:1

Abb. 4: Aufbau des Wärmedämmverbundsystems bei den
Versuchen 5 und 6
- senkrechter Schnitt

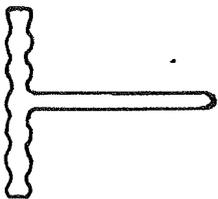




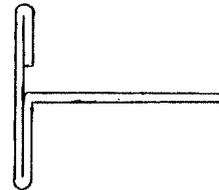
PVC-Hart-Profil



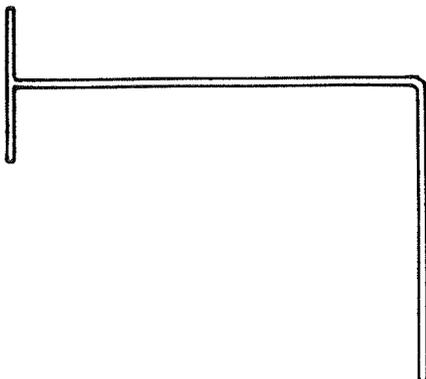
Alu-Profil



PVC-Profile zur vertikalen Versteifung



Alu-T-Profile zur vertikalen Versteifung



Abschlußprofil an der Fassadenunterkante aus Alu bei den Versuchen 1 bis 4

Abb. 5: Befestigungsprofile

Die Beanspruchung der Wärmedämm-Verbundsysteme erfolgte durch den Abbrand von 25 kg schweren Holzkrippen. Die Stapelhöhe betrug 380 mm, seine Grundfläche 1000 mm x 500 mm. Die Zündung erfolgte jeweils durch 3 mit 10 ml Petroleum getränkte Weichfaserdämmstreifen in der Mitte und an den Seiten des Stapels in der untersten Lage.

Die Krippen bestanden aus Stäben
(3 Lagen 40 mm x 40 mm x 500 mm,
3 Lagen 40 mm x 40 mm x 1000 mm,
letzte Lage: 40 mm x 40 mm x 500 mm)

und waren im Verhältnis Holz zu Luft wie 1 zu 1 aufgebaut.

Dieser Krippenaufbau war gewählt worden, weil er in Vorversuchen mit nichtbrennbarer Oberfläche sowohl im Eckbereich als auch vor der ebenen Wand im Mittel ca. 3 m hohe - also nicht bis zur Decke reichende - Eigenflammen entwickelte, so daß eine größere Flammenausbreitung bei den Versuchen an den Wärmedämm-Verbundsystemen erkannt werden konnte.

Der aus dem Abbrand der Holzkrippe bei nichtbrennbarem Wandaufbau resultierende Temperaturverlauf ist in den Temperatur-Zeit-Diagrammen zum Vergleich eingetragen.

Die bei den Versuchen aufgetretenen Temperaturen wurden in einem Abstand von 10 mm von der Wand gemessen. Bei den Versuchen 5 und 6 wurden zusätzlich Temperaturen im Innern des Wandaufbaus gemessen. Die Lage der Meßstellen ist jeweils bei den Versuchsergebnissen wiedergegeben. Sie ist in der Skizze der Zerstörungen des Wärmedämmverbundsystems eingetragen.

3 Versuchsergebnisse

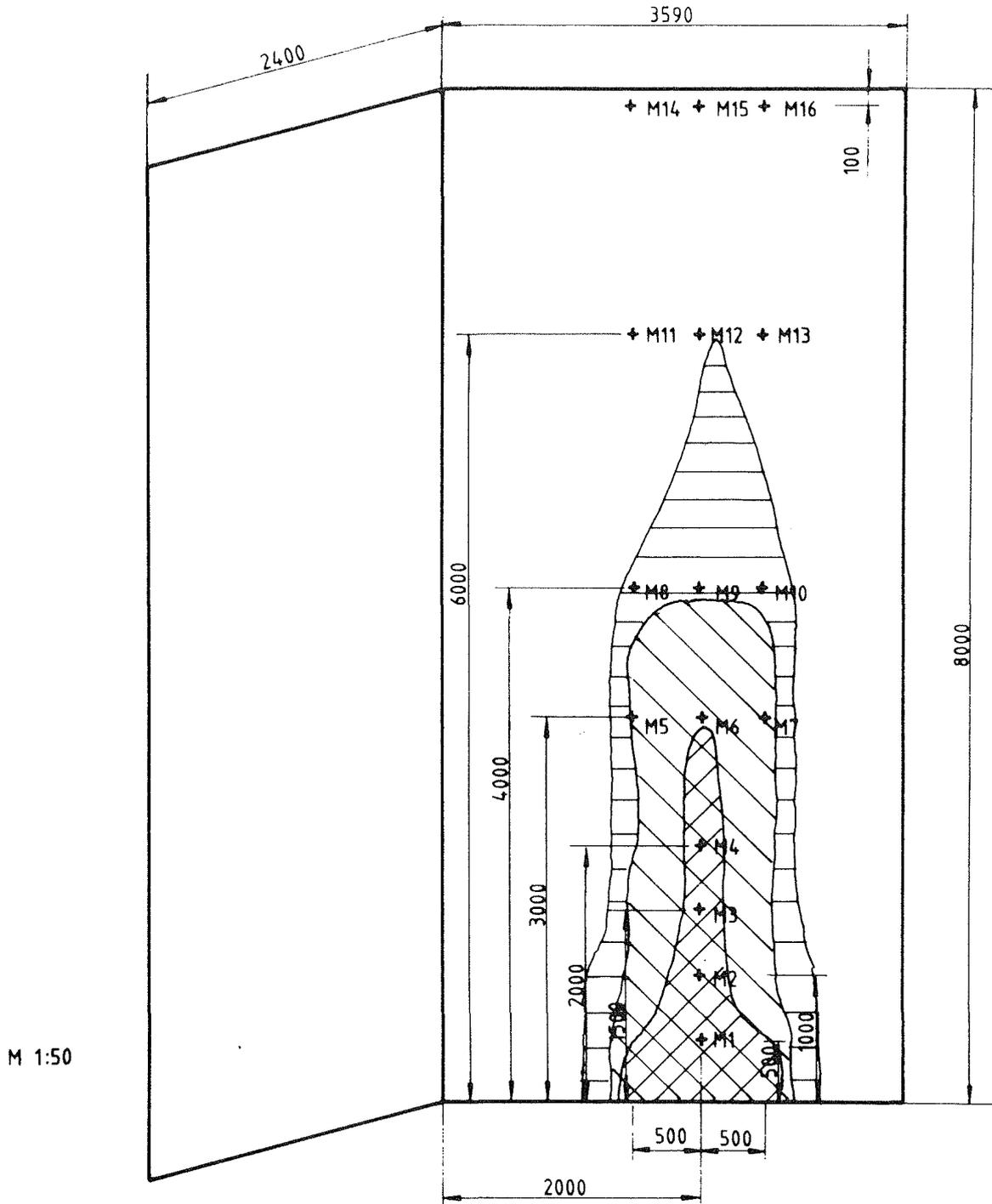
Im nachfolgenden werden für jeden Versuch zunächst die Temperaturmeßergebnisse tabellarisch wiedergegeben. Im Anschluß daran folgt die Skizze mit der Lage der Meßstellen und einer schematischen Darstellung der Zerstörungen. Die Beobachtungen während und nach den Versuchen schließen sich hieran an und werden durch die folgenden Lichtbilder ergänzt.



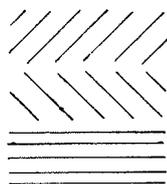
3.1 Versuch Nr. 1 an einem Wärmedämm-Verbundsystem - mit PVC-Hart-Profilen befestigt - Anordnung der Brandlast vor der Wand am 23.05.1984

ZEIT/MFSS-ST.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0.3 MIN T	16	17	18	18	17	19	18	17	19	18	18	19	18	19	19	19
0.7 MIN T	17	16	18	18	19	19	19	19	20	19	18	18	19	20	21	21
1.0 MIN T	17	17	19	19	19	22	20	20	22	19	20	20	19	22	23	24
1.3 MIN T	18	17	18	20	20	24	21	20	25	20	21	22	20	24	24	24
1.7 MIN T	19	18	19	22	22	27	21	23	27	20	22	23	20	26	26	26
2.0 MIN T	22	18	20	24	23	30	22	24	29	22	23	25	21	29	29	29
2.3 MIN T	24	18	21	29	23	34	25	24	32	25	23	24	24	31	32	32
2.7 MIN T	25	21	34	40	24	45	27	25	40	28	26	30	26	33	34	33
3.0 MIN T	29	32	44	48	31	48	27	30	43	30	30	32	28	35	36	36
3.3 MIN T	34	47	58	62	39	54	28	38	47	29	34	35	29	41	40	39
3.7 MIN T	43	56	73	73	48	64	30	44	53	32	37	39	32	42	42	42
4.0 MIN T	52	64	85	81	57	67	33	51	55	37	41	42	35	45	47	47
4.3 MIN T	60	76	101	98	62	82	38	57	70	40	47	48	39	53	55	52
4.7 MIN T	81	113	134	120	72	98	41	65	77	47	52	52	43	55	58	60
5.0 MIN T	103	170	185	154	75	118	56	67	91	59	54	59	50	58	62	61
5.3 MIN T	127	190	214	175	86	130	66	74	99	64	58	63	54	63	66	66
5.7 MIN T	160	246	253	202	97	149	66	83	110	65	65	68	57	72	75	71
6.0 MIN T	212	277	277	219	103	157	70	87	113	75	70	73	62	74	77	76
6.3 MIN T	252	318	279	240	113	169	75	99	122	80	76	78	66	81	82	81
6.7 MIN T	302	371	349	202	120	181	78	106	132	79	81	83	70	86	89	88
7.0 MIN T	305	483	456	296	127	199	81	113	145	87	87	91	75	89	94	93
7.3 MIN T	507	569	530	333	129	218	83	116	156	91	92	99	79	100	102	102
7.7 MIN T	643	599	480	374	133	228	97	119	164	100	97	101	82	101	103	103
8.0 MIN T	661	616	483	435	138	275	101	127	182	106	101	111	84	113	116	113
8.3 MIN T	670	620	483	401	146	305	106	134	197	114	107	117	92	116	123	121
8.7 MIN T	660	612	490	408	147	332	115	138	206	118	112	122	96	117	123	119
9.0 MIN T	651	608	490	422	150	360	122	141	225	132	115	132	103	124	130	130
9.3 MIN T	643	616	488	438	149	369	131	142	240	142	116	138	109	124	130	129
9.7 MIN T	643	612	487	431	144	374	141	141	241	148	117	140	114	128	133	131
10.0 MIN T	649	618	494	458	157	342	143	145	242	144	124	140	114	130	138	136
10.3 MIN T	650	619	500	467	167	332	140	148	261	149	128	148	119	135	141	139
10.7 MIN T	650	620	510	478	168	340	142	152	246	148	132	150	119	140	147	142
11.0 MIN T	654	626	525	479	165	343	147	150	231	155	130	152	122	137	143	140
11.3 MIN T	652	626	542	478	161	338	155	151	225	158	129	152	128	140	145	143
11.7 MIN T	656	635	559	484	153	344	158	149	227	157	136	158	123	144	152	148
12.0 MIN T	674	641	573	489	156	336	153	151	224	158	135	158	128	144	151	148
12.3 MIN T	663	635	586	495	160	335	154	150	224	161	134	158	129	147	156	149
12.7 MIN T	670	646	603	500	154	335	157	145	226	162	135	158	133	142	150	147
13.0 MIN T	711	665	618	494	153	323	149	145	223	154	138	158	130	145	150	149
13.3 MIN T	680	648	637	510	162	338	153	151	229	168	139	165	138	146	155	153
13.7 MIN T	689	664	643	510	168	333	161	152	226	164	137	162	138	146	155	155
14.0 MIN T	677	651	655	522	162	342	158	154	235	164	142	168	136	151	159	157
14.3 MIN T	682	651	658	528	161	354	161	153	237	168	146	171	140	151	156	153
14.7 MIN T	683	647	653	527	166	352	166	156	234	168	144	168	141	150	159	156
15.0 MIN T	689	659	667	524	169	341	159	160	226	158	140	164	132	142	149	149
15.3 MIN T	700	679	679	517	172	333	163	159	220	159	138	161	134	144	149	148
15.7 MIN T	693	680	677	518	170	337	158	155	223	160	141	164	137	143	149	147
16.0 MIN T	696	679	680	516	164	339	161	150	224	159	137	165	138	144	149	148
16.3 MIN T	716	692	688	511	161	336	157	152	221	158	137	163	134	141	146	146
16.7 MIN T	705	691	691	514	153	338	156	147	222	158	137	164	138	143	147	146
17.0 MIN T	727	697	686	509	145	328	153	142	219	156	134	160	133	134	139	138
17.3 MIN T	721	714	670	493	143	317	151	141	212	152	132	155	132	132	137	137
17.7 MIN T	726	722	667	479	149	305	148	146	208	148	132	153	127	134	135	132
18.0 MIN T	725	717	667	471	146	298	146	142	204	148	128	148	128	129	132	131
18.3 MIN T	765	718	660	470	142	293	143	139	202	142	125	144	126	122	125	123
18.7 MIN T	778	718	648	455	142	283	142	138	197	143	123	140	122	123	126	123
19.0 MIN T	781	709	637	442	140	276	139	137	194	138	122	139	120	120	123	121
19.3 MIN T	762	698	630	435	136	271	139	135	192	135	120	140	118	121	123	121
19.7 MIN T	767	686	624	422	130	264	135	132	187	132	117	136	116	119	119	117
20.0 MIN T	766	674	610	408	128	259	133	130	183	129	115	134	114	114	116	116
20.3 MIN T	764	607	510	375	128	247	129	130	177	122	113	126	108	110	110	0





M 1:50



Putzschicht zerstört

PVC und Polystyrol verbrannt

PVC und Polystyrol geschmolzen

Abb. 6: Zerstörungen am Wärmedämmverbundsystem nach Versuch Nr 1

Beobachtungen während des Versuchs

Zeit nach Versuchsbeginn	Beobachtungen
0'	Zündung.
23"	Flammenspitzen über Oberkante Holzkrippe.
1'	Flammenhöhe ca. 0,5 m.
2'	Flammenhöhe ca. 0,7 m. Die Krippe brennt in der Mitte und an den Seiten.
4'	Krippe vollständig in Brand gesetzt. Flammenhöhe ca. 1 m.
4' 50"	Aus dem Wärmedämm-Verbundsystem austretendes Gas brennt mit. Flammenhöhe ca. 1,20 m.
5' 45"	Flammenhöhe ca. 1,50 m. Funken schlagen bis zur Decke.
7'	Die Putzschicht des Dämmsystems sinkt auch außerhalb der Flammen ein. Flammenhöhe ca. 2,50 m. Der Putz sintert an den Randzonen der Flammen und wird auch im angrenzenden noch nicht brennenden Bereich weich.
7' 45"	Flammenhöhe ca. 3 m.
8'	Austretende Brandgase oder der Putz brennen bis in ca. 2 m Höhe mit.
8' 30"	Flammenhöhe ca. 3,50 m. Mäßige Rauchentwicklung.
9'	Flammenhöhe ca. 3,50 m. Im unteren Bereich oberhalb der Krippe hat die Flammenfront eine Breite von ca. 75 cm.
9' 30"	Flammenhöhe ca. 4 m. Die Oberfläche des Putzes brennt auf einer Fläche von ca. 0,8 m Breite und einer Höhe von ca. 2 m mit.

...



Zeit nach Versuchsbeginn	Beobachtungen
11'	Flammenhöhe ca. 4 m. Zunehmende Rauchentwicklung.
11' 45"	Flammenhöhe bis 4 m. Der innere Bereich der Brandwunde ist bereits ausgebrannt, es sind dort keine Flammen zu beobachten. Flammen schlagen aus dem Putz außerhalb dieser bereits zerstörten Flächen bis zu einer Höhe von ca. 2,30 m.
12' 30"	Flammenhöhe bis 4 m.
15'	Die einsetzende starke Rauchentwicklung macht eine Beobachtung des Brandgeschehens unmöglich. Der Rauch verursacht ein Brennen der Augen und hat den typischen Geruch von verbranntem PVC. Flammenhöhe bis 3 m.
15' 10"	Keine Eigenflammen mehr an der Putzoberfläche erkennbar.
15' 20"	Die Holzkrippe fällt zusammen.
18'	Flammenhöhe bis 2,50 m.
20'	Flammenhöhe bis 2 m.
30'	An der Kante des Wärmedämm-Verbundsystems tritt schwarzer Rauch zwischen den Kalzium-Silikat-Platten und der Polystyrol-Isolierung aus.
	Versuchsende.

...



Beobachtungen nach dem Brandversuch von 30 Minuten Dauer

Im Bereich der Primärflammen ist eine nach oben spitz zulaufende, ca. 3 m hohe und ca. 0,5 m breite Fläche, in deren Bereich die Putzschicht zerstört ist. Diese Fläche wird durch einen Bereich begrenzt, in dem die PVC-Profile sowie das Polystyrol verbrannt sind. Daran schließt sich ein bis in ca. 4 m Höhe erstreckender Bereich an, in dem PVC-Schienen und das Polystyrol geschmolzen sind.

Die nach dem Versuch festgestellten Schädigungen in der Putz- und in der Dämmschicht sind auch in den Lichtbildern zu erkennen.



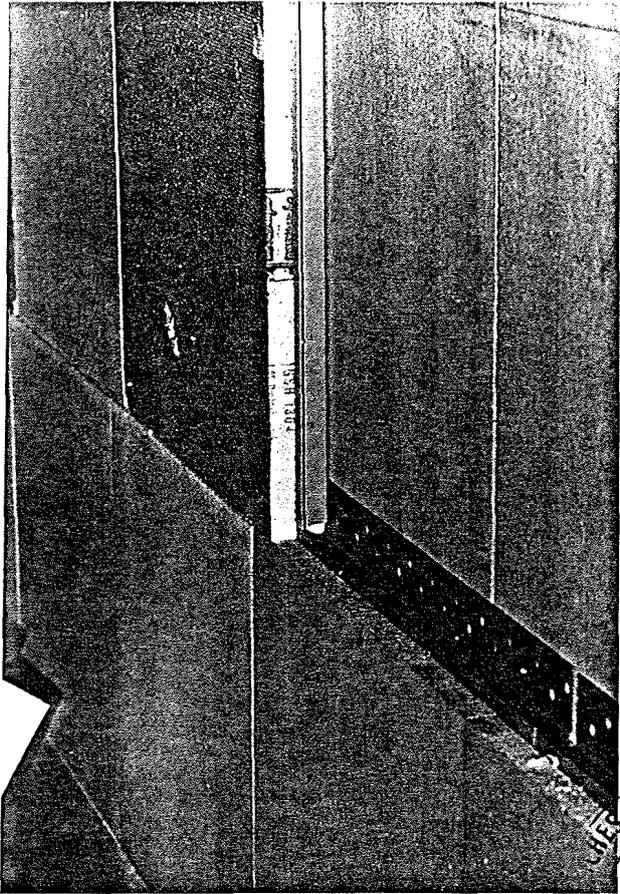


Abb. 7

PVC-Profile mit Polystrol-
dämmung

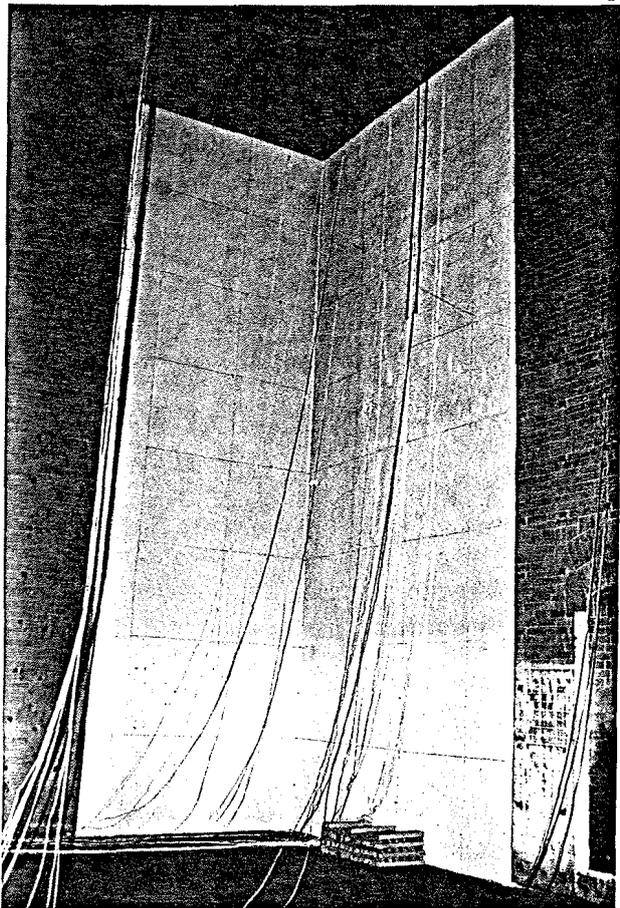


Abb. 8

Wärmedämmverbundsystem vor
dem Brandversuch Nr. 1



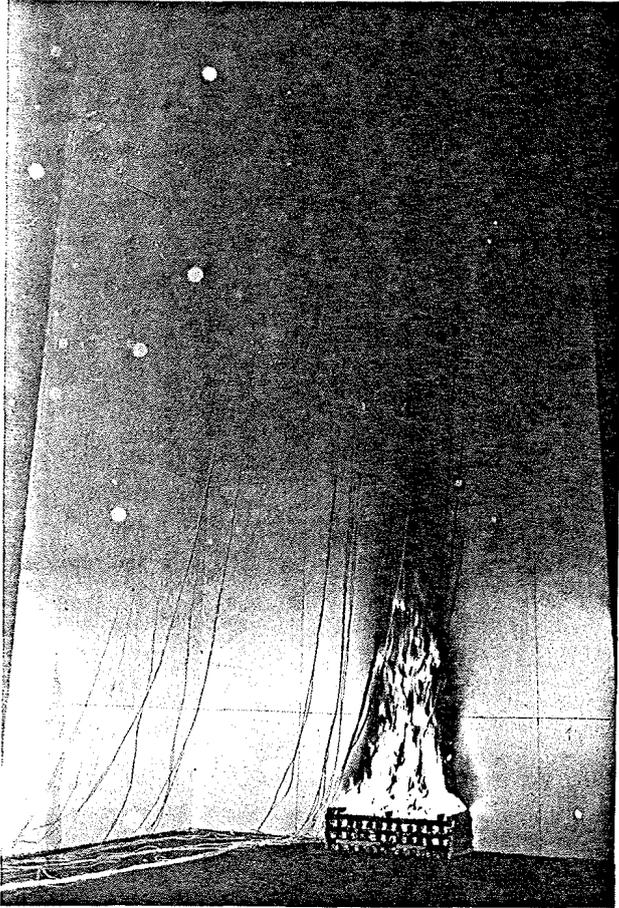


Abb: 9

Brandgeschehen in der
6. Minute

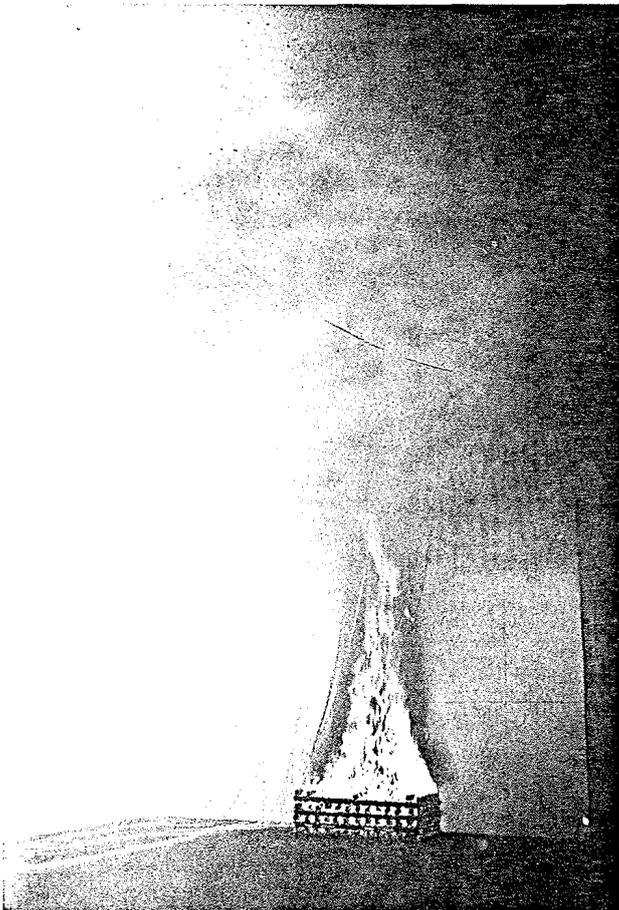


Abb: 10

Brandgeschehen in der
7. Minute



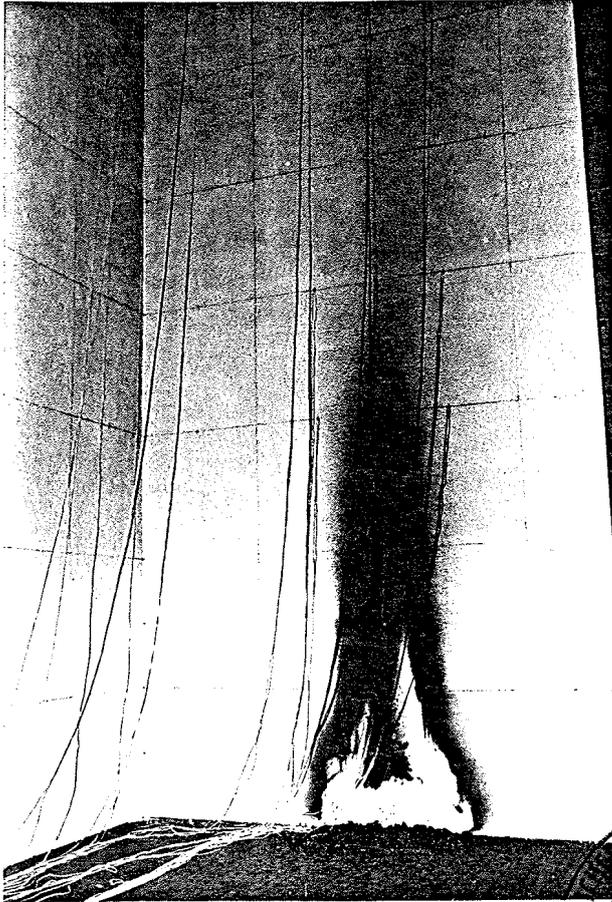


Abb: 11

Wärmedämmverbundsystem nach dem Brandversuch

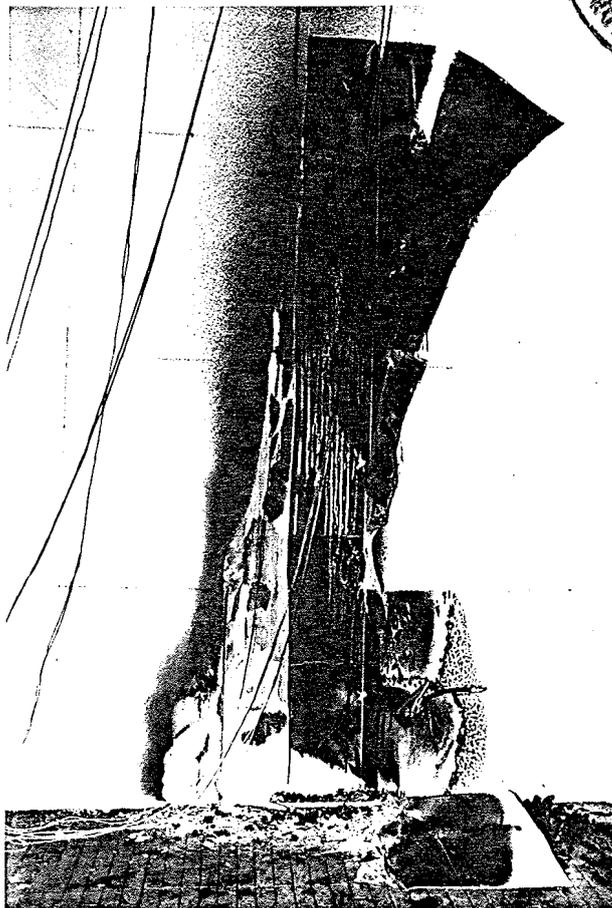


Abb: 12

Wärmedämmverbundsystem nach dem Brandversuch. Putzaufbau aufgeschnitten



3.2 Versuch Nr. 2 an einem Dämmsystem mit Halterungen aus Hart-PVC bei Anordnung der Brandlast in der Ecke am 23.05.1984

ZFEIT/MFSS-S1.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0.3 MIN T	23	22	22	23	25	24	23	24	25	24	24	24	25	30	27	32
0.7 MIN T	26	24	26	27	32	31	28	30	32	30	29	31	28	41	33	39
1.0 MIN T	34	28	32	33	41	41	35	35	40	37	34	38	33	45	38	45
1.3 MIN T	41	31	40	42	49	47	41	41	44	42	40	42	37	50	42	51
1.7 MIN T	50	38	51	54	57	57	44	48	52	46	44	46	40	53	44	53
2.0 MIN T	58	46	61	65	68	66	48	54	59	50	48	50	43	59	50	59
2.3 MIN T	69	56	73	78	80	78	53	62	68	53	52	58	47	66	56	69
2.7 MIN T	87	73	97	99	89	96	58	70	81	58	57	67	53	72	61	74
3.0 MIN T	118	96	133	124	105	115	63	79	98	61	65	75	60	84	69	84
3.3 MIN T	164	132	170	155	135	131	71	91	107	74	74	80	66	90	74	92
3.7 MIN T	216	173	212	187	143	154	80	102	123	78	81	89	71	100	82	102
4.0 MIN T	289	234	270	224	169	179	92	116	138	88	90	99	78	102	86	107
4.3 MIN T	407	309	373	260	178	203	102	129	156	96	102	114	88	136	108	141
4.7 MIN T	471	350	374	320	201	273	112	149	191	110	117	129	98	131	108	137
5.0 MIN T	512	393	416	356	242	292	127	168	209	118	127	135	107	147	114	143
5.3 MIN T	541	418	449	395	282	346	136	187	258	126	141	156	116	162	135	166
5.7 MIN T	557	436	473	428	346	390	141	204	290	136	153	166	130	176	141	178
6.0 MIN T	571	456	498	452	354	423	148	216	314	135	158	173	135	173	141	178
6.3 MIN T	582	472	514	469	305	454	160	236	356	146	169	188	136	187	149	192
6.7 MIN T	618	491	533	485	305	491	167	254	391	145	178	197	145	186	157	204
7.0 MIN T	625	502	540	494	307	510	169	249	410	149	181	212	149	204	167	206
7.3 MIN T	636	518	545	499	308	514	176	233	423	150	178	215	149	200	168	202
7.7 MIN T	639	527	551	504	310	510	181	225	413	153	183	212	152	197	165	201
8.0 MIN T	646	533	547	505	306	500	187	219	392	152	184	207	153	195	165	200
8.3 MIN T	651	542	552	510	313	489	185	218	370	165	186	205	153	204	170	205
8.7 MIN T	665	554	556	515	312	481	186	221	362	158	188	208	157	202	169	204
9.0 MIN T	676	561	563	516	313	482	186	227	362	164	189	216	158	212	174	211
9.3 MIN T	685	567	567	519	313	474	187	230	357	159	191	221	162	211	177	211
9.7 MIN T	689	574	575	522	315	463	191	236	354	166	190	220	162	195	169	206
10.0 MIN T	688	578	580	524	311	461	196	236	364	168	193	224	162	203	169	198
10.3 MIN T	693	577	583	534	313	463	204	234	358	169	196	216	162	206	176	211
10.7 MIN T	692	579	585	532	328	453	203	233	357	171	198	214	167	205	178	211
11.0 MIN T	686	562	581	532	335	447	219	267	356	170	202	216	170	212	181	220
11.3 MIN T	688	584	574	529	341	434	217	277	356	173	204	217	170	210	181	210
11.7 MIN T	694	588	564	523	334	426	215	281	365	174	203	219	171	211	181	211
12.0 MIN T	702	592	554	513	334	414	212	290	345	175	202	218	173	206	181	212
12.3 MIN T	712	592	534	496	347	399	209	287	348	176	201	216	175	204	180	212
12.7 MIN T	720	592	516	481	352	388	205	290	355	177	198	216	178	203	181	207
13.0 MIN T	714	583	495	463	357	372	205	288	358	175	197	210	174	195	173	197
13.3 MIN T	706	570	477	445	365	363	204	282	332	174	190	209	171	195	173	195
13.7 MIN T	690	561	464	434	365	355	203	273	340	171	186	208	168	187	170	186
14.0 MIN T	657	551	446	417	367	338	194	272	338	166	180	203	163	187	169	186
14.3 MIN T	633	545	431	401	357	325	185	275	339	164	174	201	160	182	167	182
14.7 MIN T	632	537	417	388	351	313	180	268	330	162	172	195	155	178	164	179
15.0 MIN T	639	529	407	377	319	306	183	265	331	161	167	192	153	171	160	169
15.3 MIN T	638	519	406	370	300	300	182	266	325	162	163	190	152	164	156	168
15.7 MIN T	635	519	419	374	312	303	182	257	326	157	162	192	150	165	156	166
16.0 MIN T	635	529	439	388	313	302	183	284	326	152	162	190	148	161	153	162
16.3 MIN T	635	540	458	402	287	303	192	285	314	155	161	191	147	156	152	160
16.7 MIN T	653	554	476	419	287	304	186	286	330	154	161	191	146	161	151	157
17.0 MIN T	660	566	497	428	278	303	187	281	330	149	161	191	143	155	150	154
17.3 MIN T	665	576	516	442	271	306	195	283	324	148	160	191	142	154	149	153
17.7 MIN T	654	583	535	451	278	305	185	277	315	142	159	192	139	154	149	154
18.0 MIN T	647	587	551	465	269	306	173	296	298	141	158	191	136	151	146	151
18.3 MIN T	660	596	562	470	263	304	172	269	306	137	158	193	135	151	146	150
18.7 MIN T	665	602	566	479	257	300	197	279	309	138	157	187	134	144	142	145
19.0 MIN T	675	604	571	486	258	297	196	265	301	137	156	189	132	143	142	144
19.3 MIN T	672	603	575	495	256	291	189	267	290	133	155	186	127	137	137	136
19.7 MIN T	655	601	579	500	259	283	193	263	283	136	153	183	124	133	134	128
20.0 MIN T	647	600	581	499	264	280	198	263	287	129	151	181	122	132	133	131
20.3 MIN T	645	601	584	498	264	277	198	264	309	130	150	184	122	131	132	130



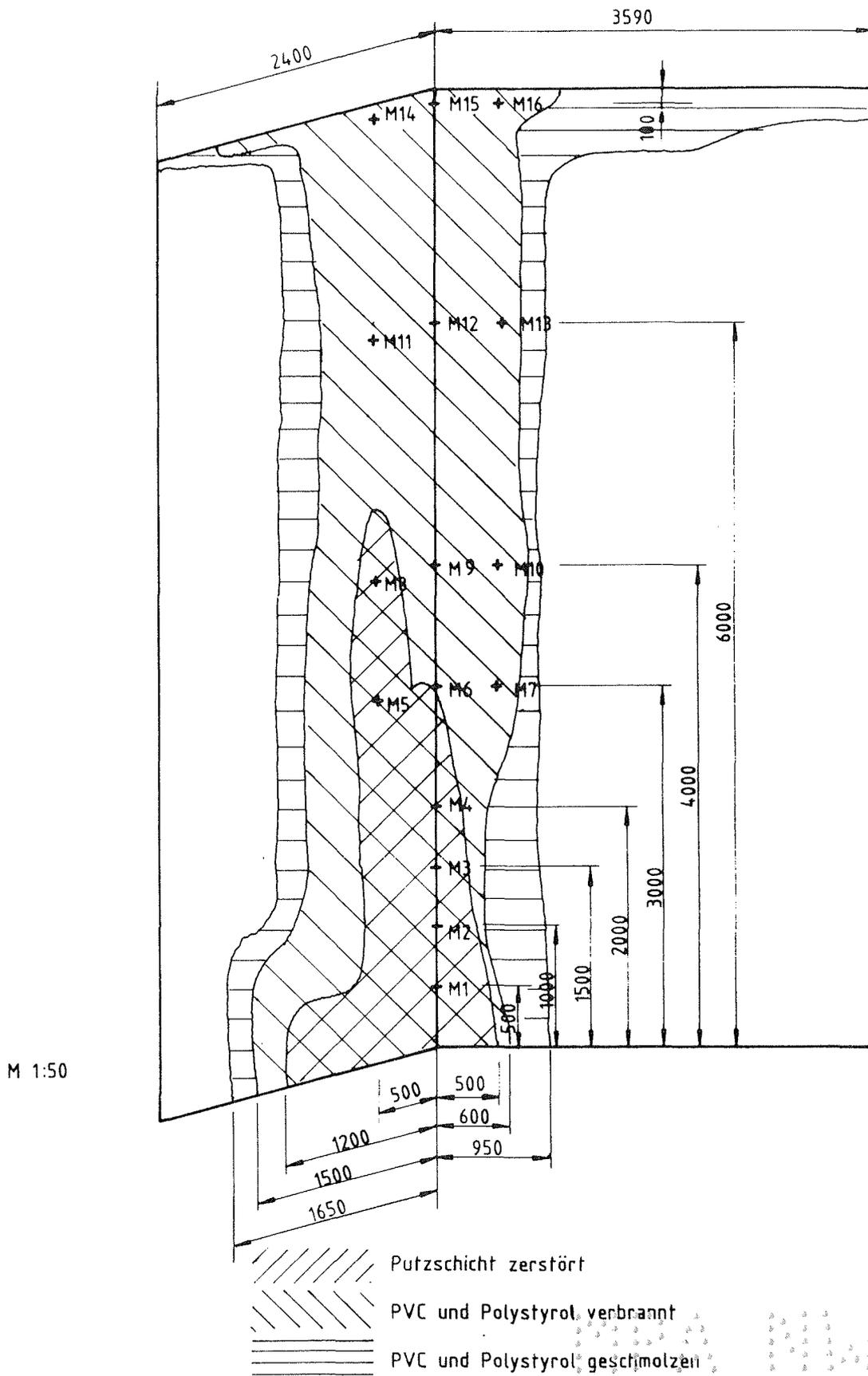


Abb. 13: Zerstörungen am Wärmedämmverbundsystem nach Versuch Nr. 2

Beobachtungen während des Versuchs

Zeit nach Versuchsbeginn	Beobachtungen
0'	Zündung.
15"	Flammen über Oberkante Holzkrippe.
1'	Flammenhöhe ca. 1 m. Die Holzkrippe brennt an 3 Stellen oberhalb des Zündortes mit.
1' 10"	Im westlichen Teil der Fassadenecke schlagen Flammen gegen den Putz; austretende Gase brennen mit.
2'	Flammenhöhe ca. 1 m.
3'	Krippe nahezu vollständig in Brand gesetzt.
3' 35"	Flammenhöhe ca. 1,50 m.
4' 15"	Die Putzschicht sinkt im Bereich der Krippe ein.
4' 30"	Der Putzaufbau brennt bis zu einer Höhe von ca. 1,50 m mit den Flammen aus der Primärbrandlast mit. Rascher Anstieg der Flammenhöhe bis auf 4 m.
5'	Das Wärmedämm-Verbundsystem brennt bis zu einer Höhe von 2 m mit. Höhe der Krippenflammen bis ca. 4 m. Zunehmende Rauchentwicklung.
5' 20"	Starke Rauchentwicklung zwischen der Calcium-Silikatplatte und dem Wärmedämm-Verbundsystem.
5' 45"	Flammenhöhe ca. 4 m.
6'	Flammenhöhe ca. 5 m, einzelne Flammenspitzen bis 6 m. Breite der Flammenfront an der Südseite der Holzkrippe ca. 1 m, an der Westseite ca. 0,5 m. Die Höhe der Eigenflamme aus dem Wärmedämm-Verbundsystem beträgt 2 bis 3 m. Stark zunehmende Rauchentwicklung.



Zeit nach Versuchsbeginn	Beobachtungen
7' 15"	An der Südseite der Fassadenecke brennt die Wand bis in ca. 3 m Höhe mit. An der Westseite der Fassadenecke geht das Brandgeschehen zurück.
7' 50"	Flammenhöhe bis ca. 4,50 m.
8'	Teile der Oberfläche, die zuerst von Flammen beaufschlagt wurden sind ausgebrannt; es sind dort keine Eigenflammen mehr zu erkennen. Weitere Flammen sind nur am Rand der angrenzenden Oberfläche zu erkennen. Eine Ausdehnung des Brandgeschehens zu den Seiten hin findet nur langsam statt.
9'	Flammenhöhe ca. 5 m.
10'	Weiterhin stark zunehmende Rauchentwicklung in Verbindung mit dem Geruch nach verbrennendem PVC. Flammenhöhe ca. 5 m.
12'	Wegen zu starker Rauchentwicklung ist eine Beobachtung des Brandgeschehens innerhalb des Brandraumes nicht möglich.
13'	Die Holzkrippe bricht zusammen.
15'	Flammenhöhe ca. 3 m. Wegen der starken Rauchentwicklung ist das Brandgeschehen an der Oberfläche des Wärmedämm-Verbundsystems nicht zu erkennen.
17' 30"	Flammenhöhe ca. 2,50 m. Die Holzkrippe ist vollständig zusammengefallen. Rauchaustritt aus allen Undichtigkeiten und Öffnungen des Brandraumes.
20'	Versuchsende.

...



Beobachtungen nach dem Versuch von 20 Minuten Dauer.

Im Bereich der Primärflammen ist eine nach oben spitz zulaufende, ca. 4,20 m hohe Fläche des südlichen Teils der Fassadenecke weiß ausgebrannt. Im westlichen Bereich der Ecke erstreckt sich die spitz zulaufende, ausgebrannte Fläche bis in ca. 2,60 m Höhe. Diese Flächen werden durch verrußte Streifen, die sich bis zu einer Höhe von 6 m ausdehnen, begrenzt. Die Putzbeschichtung hat sich wellig verformt und weist im Bereich der Primärbrandlast Risse auf.

Nach Abnehmen des Putzes zeigte sich, daß die PVC-Profile und die Polystyrol-Platten bis zur Decke in 8 m Höhe und auf einer Breite von 1 m im südlichen Teil der Ecke sowie 0,8 m im westlichen Teil der Ecke verbrannt waren. An diesen Bereich schloß sich ein relativ schmales Gebiet an, in dem die PVC- und die Polystyrol-Platten geschmolzen waren. Im Bereich der Brandlast und unterhalb der Decke werden die beschädigten Gebiete breiter.

Die nach dem Versuch festgestellten Schädigungen in der Putz- und in der Dämmschicht sind aus den Lichtbildern Abb. 14 bis 24 zu ersehen.



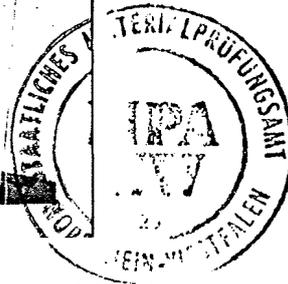
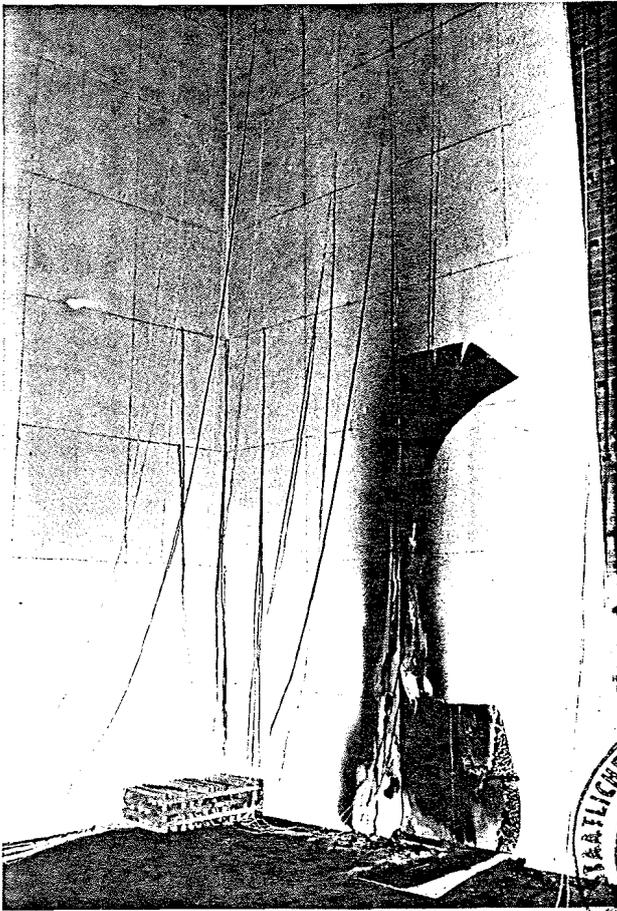


Abb: 14

Wärmedämmverbundsystem vor
dem Brandversuch Nr. 2



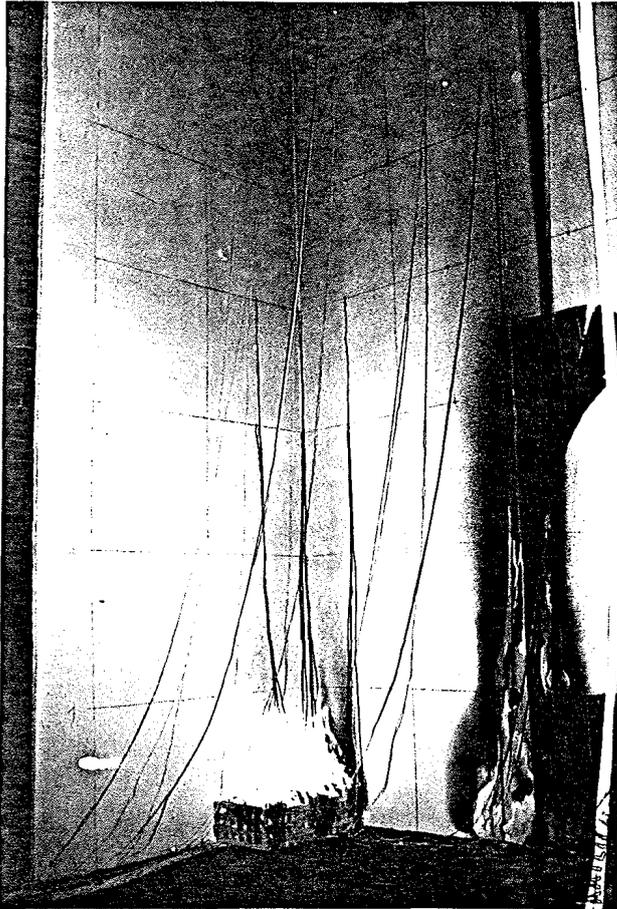


Abb: 15

Brandgeschehen in der
2. Minute

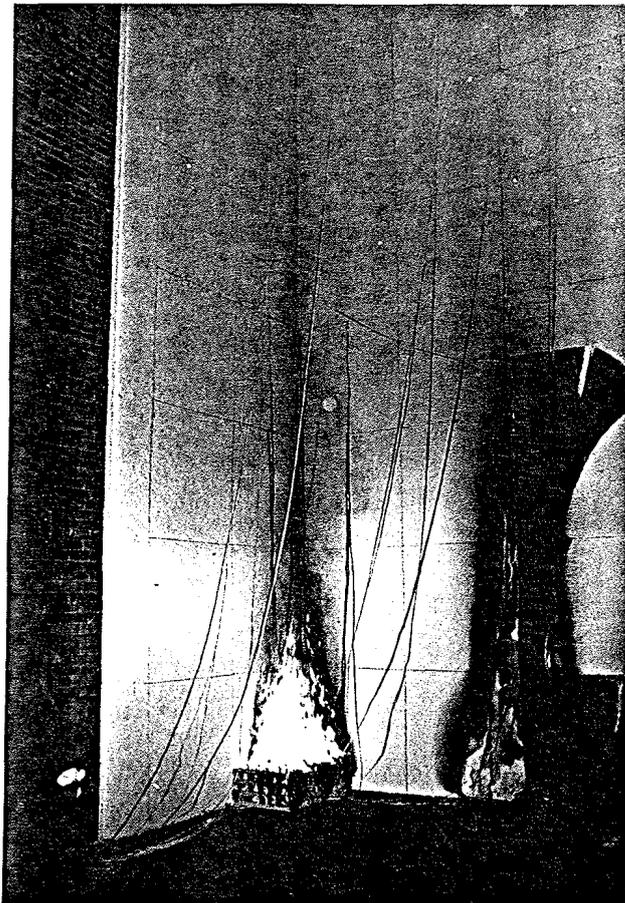
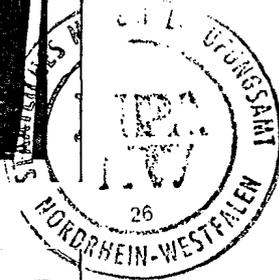


Abb: 16

Brandgeschehen in der
3. Minute



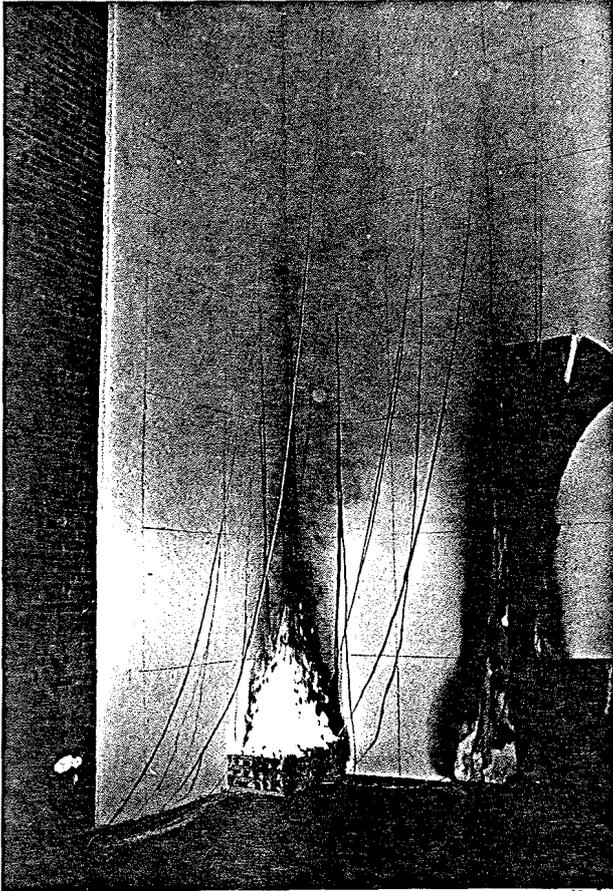


Abb: 17

Brandgeschehen gegen Ende
der 3. Minute

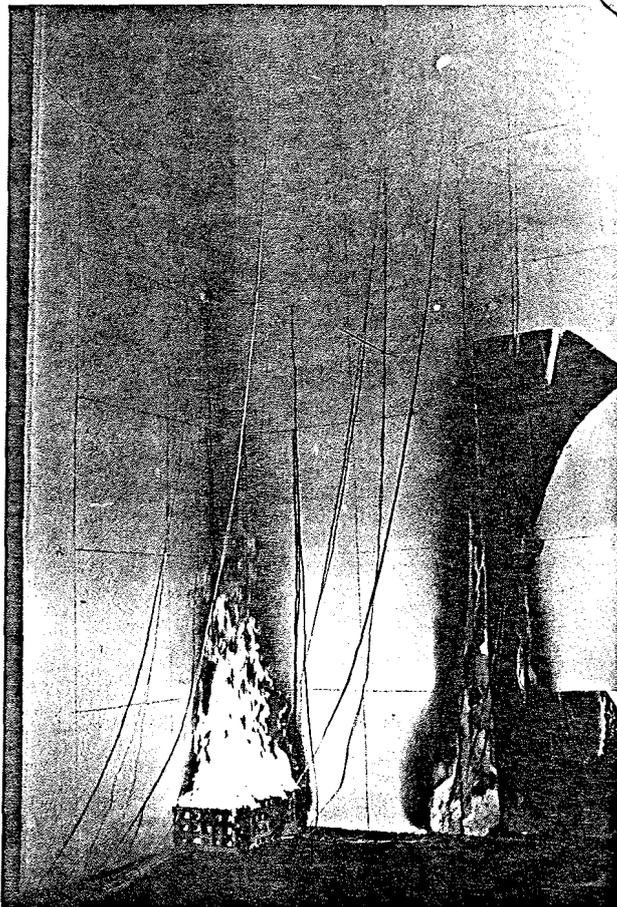


Abb: 18

Brandgeschehen in der
4. Minute

...



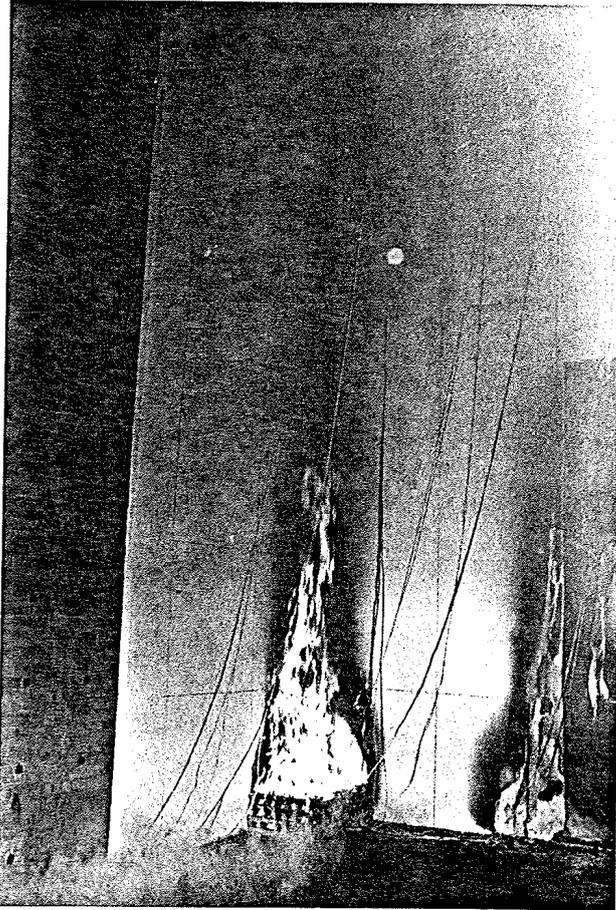


Abb: 19

Brandgeschehen gegen Ende
der 4. Minute

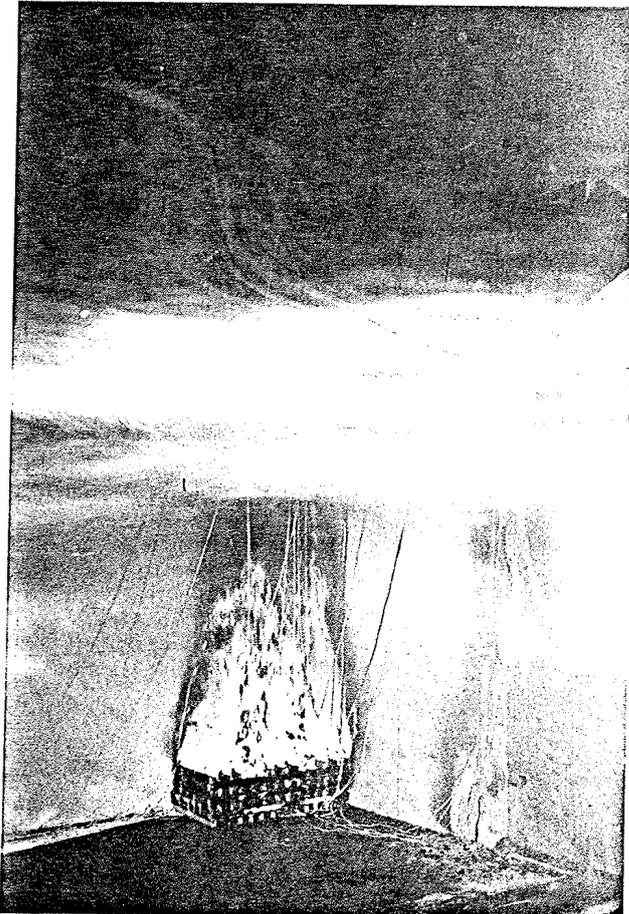


Abb. 20

Brandgeschehen in der
5. Minute

...





Abb: 21

Brandgeschehen gegen Ende
der 5. Minute



Abb: 22

Brandgeschehen in der
6. Minute

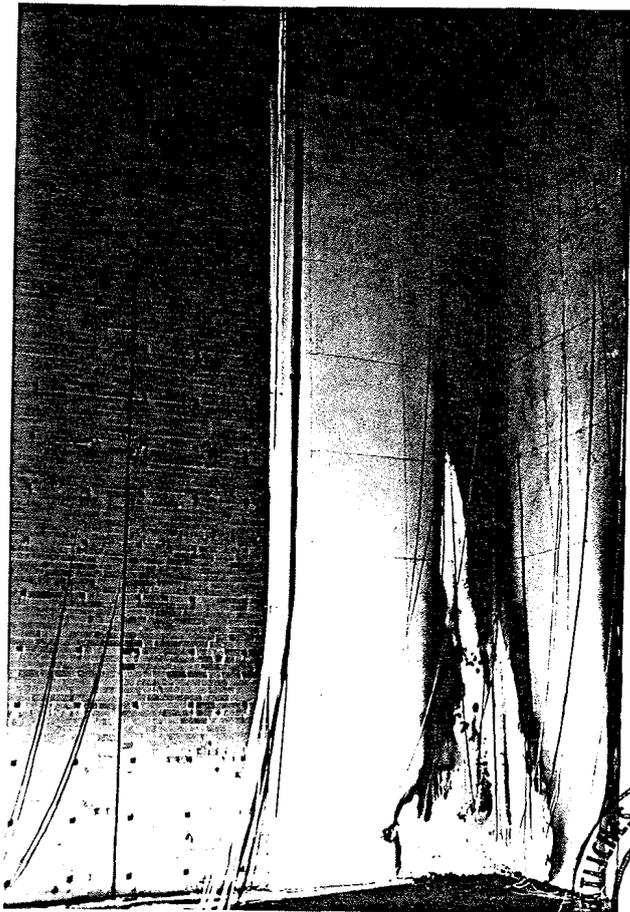


Abb: 23

Wärmedämmverbundsystem nach dem Brandversuch Nr. 2 in der Ecke

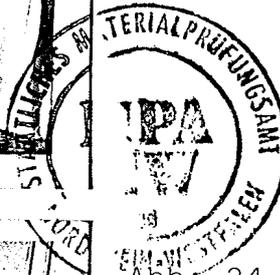


Abb: 24

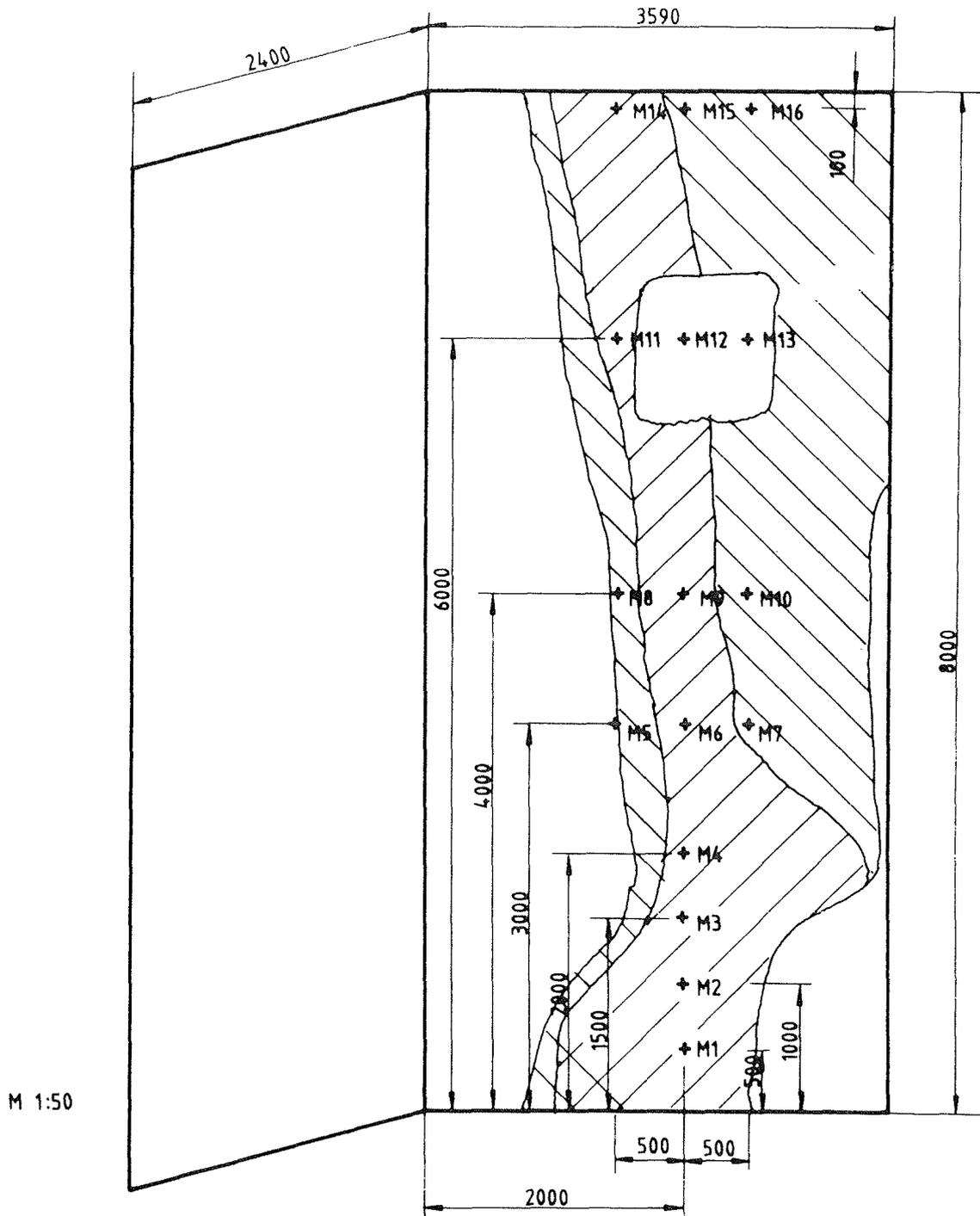


Wärmedämmverbundsystem nach dem Brandversuch Nr. 2 in der Ecke

3.3 Versuch Nr.3 an einem mit Alu-Schienen befestigten
 Wärmedämm-Verbundsystem bei Anordnung der Brandlast
 vor der Wand am 26.07.1984

ZEIT/MFSS-SI.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0.3 MIN T	19	19	20	19	20	20	21	22	20	21	21	20	21	21	21	21
0.7 MIN T	20	20	22	24	22	22	21	23	23	23	21	22	22	23	24	24
1.0 MIN T	21	22	23	26	25	25	22	25	26	23	24	26	24	28	28	30
1.3 MIN T	25	23	30	37	27	33	25	28	33	27	26	31	27	34	33	36
1.7 MIN T	32	29	44	51	31	40	27	33	39	29	30	32	28	33	33	36
2.0 MIN T	37	36	54	59	35	48	28	37	43	31	31	37	31	37	38	40
2.3 MIN T	44	50	70	65	46	50	28	44	45	33	36	36	32	40	40	41
2.7 MIN T	54	63	87	86	48	59	31	47	54	38	37	44	36	46	46	50
3.0 MIN T	69	95	111	109	47	73	38	46	64	44	39	51	42	51	52	55
3.3 MIN T	100	118	134	129	61	89	42	57	76	51	47	57	49	58	58	61
3.7 MIN T	126	151	176	166	67	109	46	66	90	49	51	64	50	65	66	71
4.0 MIN T	177	206	224	196	83	126	49	82	105	54	61	73	55	75	74	80
4.3 MIN T	236	301	312	268	88	157	58	86	118	63	65	78	60	79	76	85
4.7 MIN T	343	340	361	321	96	183	61	94	138	74	72	89	68	92	87	96
5.0 MIN T	495	441	497	409	105	209	65	106	148	76	79	97	77	99	100	107
5.3 MIN T	623	562	576	468	99	233	76	106	158	86	81	101	78	94	92	100
5.7 MIN T	689	604	622	526	115	259	75	117	176	89	86	110	82	104	105	115
6.0 MIN T	693	621	665	604	109	306	83	113	198	99	93	121	97	116	115	127
6.3 MIN T	715	649	696	625	111	316	88	129	202	97	98	118	96	112	114	125
6.7 MIN T	716	668	719	662	112	355	93	122	210	105	95	127	105	122	125	135
7.0 MIN T	700	670	710	678	122	385	104	128	224	112	104	133	110	126	128	138
7.3 MIN T	710	682	708	680	123	388	103	133	216	110	106	134	110	129	127	135
7.7 MIN T	708	682	706	678	117	391	102	133	218	112	112	141	116	133	132	140
8.0 MIN T	719	669	710	674	120	358	107	132	221	113	107	141	117	136	132	140
8.3 MIN T	707	676	716	680	121	340	114	130	220	122	113	142	122	134	130	142
8.7 MIN T	697	680	699	654	115	324	111	132	222	119	114	144	121	140	138	146
9.0 MIN T	697	679	719	684	123	305	117	136	227	126	114	144	120	140	137	144
9.3 MIN T	707	693	682	622	138	290	114	145	220	123	116	146	120	144	141	149
9.7 MIN T	684	680	727	682	121	297	122	136	230	137	116	153	129	145	145	152
10.0 MIN T	701	690	728	669	121	296	124	138	228	129	115	156	126	145	145	153
10.3 MIN T	730	691	699	606	132	289	123	145	217	124	121	153	121	145	144	154
10.7 MIN T	723	684	714	598	142	291	125	151	218	133	125	155	127	151	147	154
11.0 MIN T	743	682	690	557	149	291	127	155	213	131	124	156	131	155	155	160
11.3 MIN T	740	672	709	565	139	296	132	149	213	132	123	156	136	151	148	160
11.7 MIN T	767	670	706	552	143	301	132	160	214	130	126	165	137	160	156	159
12.0 MIN T	766	669	699	542	147	308	131	152	217	130	128	165	138	156	152	165
12.3 MIN T	791	671	709	542	148	313	131	150	215	134	124	166	136	161	158	166
12.7 MIN T	789	673	704	527	159	314	135	160	214	136	128	161	132	159	154	161
13.0 MIN T	768	665	708	523	158	311	136	160	216	141	127	165	136	157	154	160
13.3 MIN T	735	655	699	521	160	306	139	154	214	143	123	161	136	151	150	160
13.7 MIN T	739	657	688	512	155	297	137	152	210	134	125	160	132	149	147	154
14.0 MIN T	726	643	681	514	143	294	138	149	209	137	123	159	133	154	150	156
14.3 MIN T	715	626	669	517	138	291	141	145	209	140	121	158	133	147	144	152
14.7 MIN T	704	615	650	509	130	285	142	141	205	139	117	151	130	144	143	151
15.0 MIN T	710	610	626	503	133	279	142	136	201	141	117	146	127	141	140	143
15.3 MIN T	707	606	606	497	137	275	141	134	198	138	115	145	126	137	138	143
15.7 MIN T	701	599	591	487	135	272	140	131	195	137	114	144	126	136	139	144
16.0 MIN T	697	592	575	475	143	267	144	128	192	140	112	141	121	132	132	138
16.3 MIN T	700	585	535	462	133	262	139	130	188	133	109	136	119	128	127	135
16.7 MIN T	699	574	507	437	120	256	135	121	184	129	107	133	119	128	127	132
17.0 MIN T	698	567	495	420	117	254	136	120	181	131	104	128	119	120	120	127
17.3 MIN T	709	562	482	400	116	249	135	122	178	122	104	128	115	120	120	126
17.7 MIN T	713	557	475	386	119	244	131	118	173	122	101	123	114	115	114	119
18.0 MIN T	751	539	455	362	120	237	130	117	170	125	101	120	110	112	112	116
18.3 MIN T	760	521	429	341	115	231	125	114	166	114	98	117	106	109	108	111
18.7 MIN T	730	504	412	325	112	225	121	112	163	113	96	116	105	106	106	108
19.0 MIN T	724	491	398	312	108	218	120	111	159	110	94	112	102	102	103	106
19.3 MIN T	711	479	395	300	102	213	117	109	155	109	93	110	100	101	100	103
19.7 MIN T	706	470	381	293	102	208	115	104	153	110	90	108	99	99	98	99
20.0 MIN T	695	459	374	287	100	207	114	102	151	105	89	108	98	97	98	100
20.3 MIN T	685	452	367	280	101	202	112	101	147	104	87	104	95	94	94	100





M 1:50

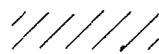
-  Putzschicht, Polystyrol, zerstört Alu-Profile teilweise geschmolzen
-  Alu-Schiene teilweise geschmolzen, Polystyrol zerstört

Abb. 25: Zerstörungen am Wärmedämmverbundsystem nach Versuch Nr 3

Beobachtungen während des Versuchs

Zeit nach Versuchsbeginn	Beobachtungen
0'	Zündung.
30"	Flammen oberhalb Oberkante Holzkrippe, Flammenhöhe 0,5 m.
3'	Flammenhöhe 1 m. Krippe nahezu vollständig in Brand gesetzt.
4'	Flammenhöhe 2 m.
5'	Die Oberfläche der Fassade brennt bis zu 1,50 m Höhe mit.
6'	Flammenhöhe 3,50 m. An der rechten Seite tritt gelblicher Rauch aus. Oberfläche der Fassade brennt bis zu 1,50 m Höhe mit.
7' 30"	Starke Rauchentwicklung - der gesamte Brandraum ist von Rauch erfüllt.
9'	Flammenhöhe 4 m.
11'	Weiter zunehmende Rauchentwicklung, keine visuelle Beobachtung im Brandraum mehr möglich.
14' bis 18'	Holzkippe fällt zusammen.
20'	Versuchsende.

...



Beobachtungen nach dem Brandversuch

Im Bereich der Primärflammen ist ein nach rechts zur Fassadenkante verlaufendes Gebiet weiß ausgebrannt. Dieses erreicht nach ca. 2 m die Fassadenkante und verläuft bis in ca. 6 m Höhe parallel zur Fassadenkante. Oberhalb dieses Bereichs ist die nördliche Ecke des Wärmedämm-Verbundsystems durch Brandeinwirkung umgeklappt und hängt nach unten. Diese Fläche wird durch einen verrußten Streifen an den Seiten begrenzt. Die Putzbeschichtung hat sich in diesem Bereich wellig verformt bzw. weist Beulen auf.

Nach Abnehmen des Putzes zeigt es sich, daß unter dem Putzaufbau im weiß ausgebrannten Bereich die Polystyrol-Platten vollkommen verbrannt waren und die Alu-T-Profile teilweise geschmolzen waren. Diese Beschädigungen erstreckten sich bis unter die Decke in 8 m Höhe.

Im Bereich, in dem das Wärmedämm-Verbundsystem vollständig zerstört wurde, haben sich die Kalzium-Silikat-Platten von der Brandraumwand weggekrümmt.

Die nach dem Versuch festgestellten Schädigungen in der Putz- und in der Dämmschicht sind den Lichtbildern Abb. 30 und 31 zu ersehen.

• • •



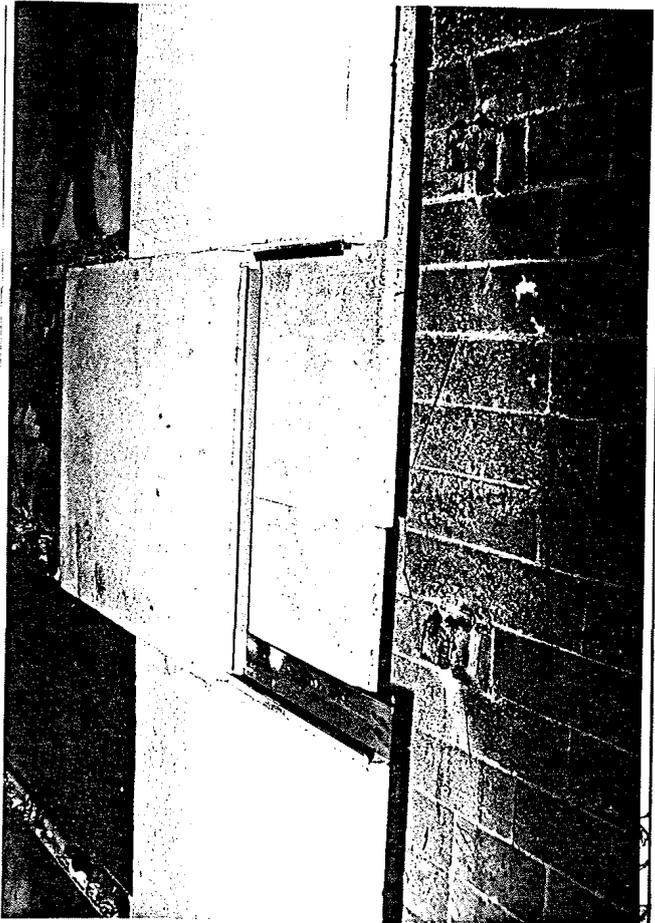


Abb: 26

Anbringung des Wärmedämmverbundsystems mit Alu-T-Profilen bei den Versuchen Nr. 3 und 4

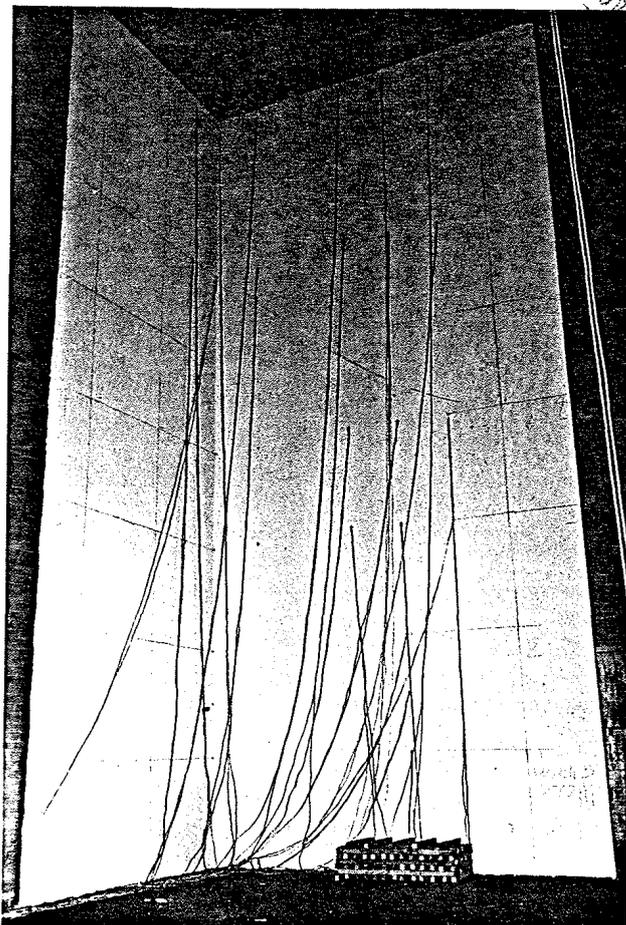


Abb: 27

Sicht auf die Versuchsanordnung vor dem Versuch Nr. 3

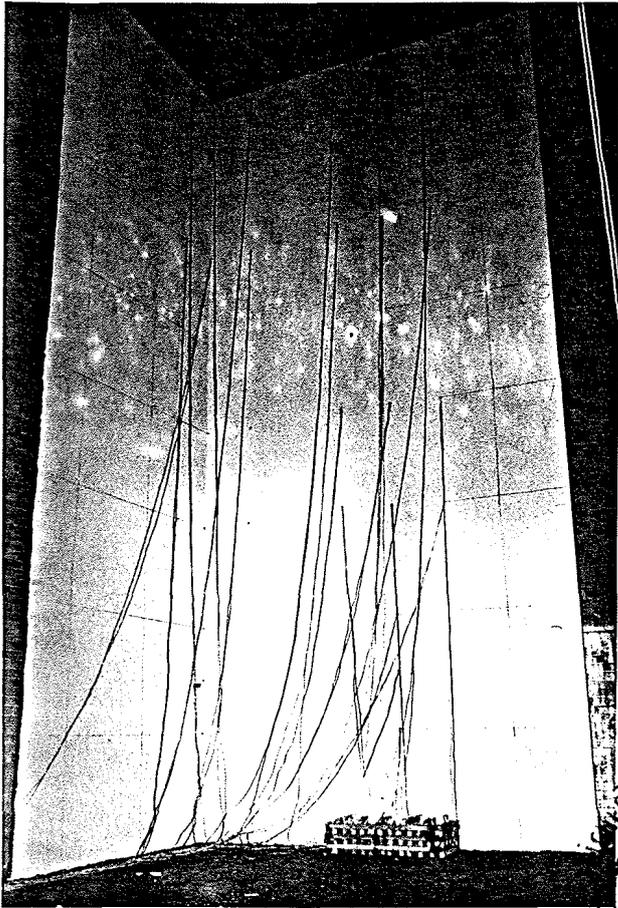


Abb: 28

Brandgeschehen in der
2. Minute des Versuchs
Nr. 3

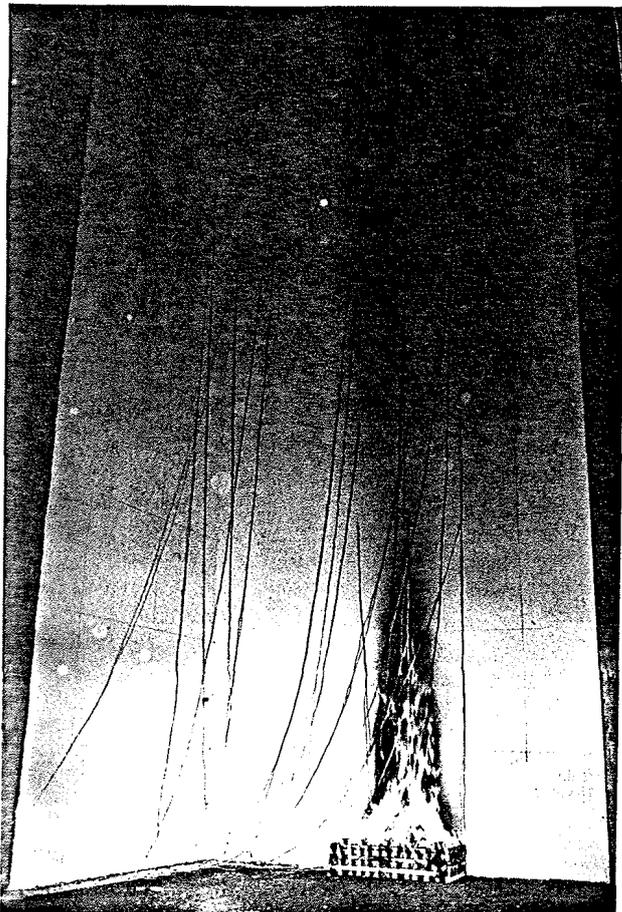


Abb: 29

Brandgeschehen in der
3. Minute des Versuchs
Nr. 3

...



Abb: 30

Wärmedämmverbundsystem
nach dem Brandversuch
Nr. 3

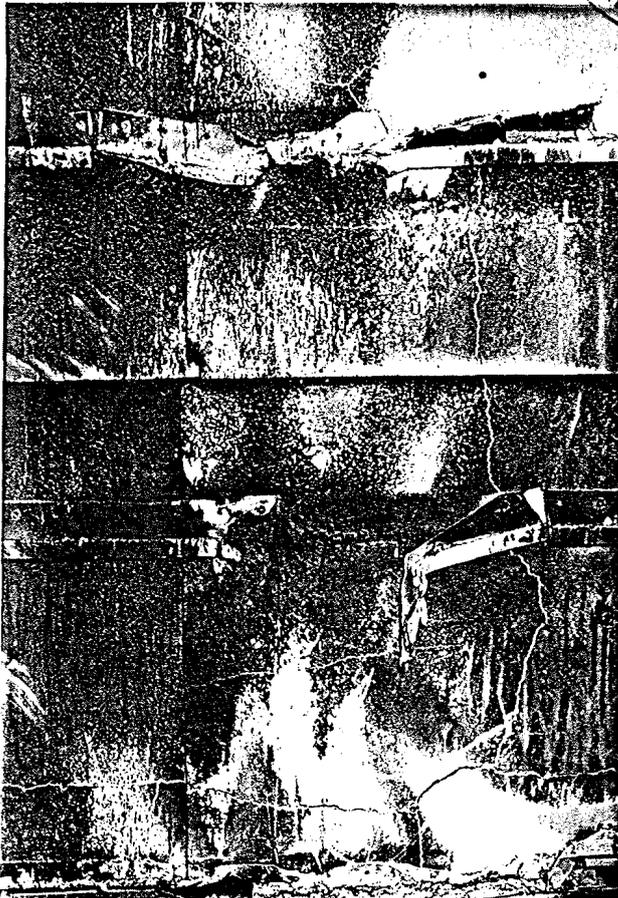
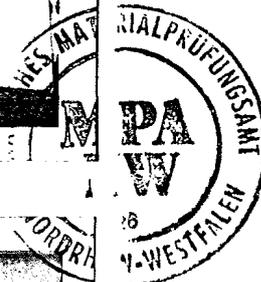


Abb: 31

Wärmedämmverbundsystem
nach dem Brandversuch
Nr. 3 - Sicht auf die
z. T. geschmolzenen
Profile nach dem Abnehmen
des Putzes.



3.4 Versuch Nr.4 an einem mit Alu-Schienen befestigten
 Wärmedämm-Verbundsystem bei Anordnung der Brandlast
 in der Fassadenecke am 27.07.1984

7FTI/MFSS-S1.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0.3 MIN I	20	20	22	22	22	21	22	21	22	22	22	21	22	23	23	23
0.7 MIN I	21	22	23	23	28	23	23	26	25	25	24	26	24	24	27	28
1.0 MIN I	23	24	26	27	40	26	25	33	31	29	27	33	26	32	32	33
1.3 MIN I	27	26	30	32	50	32	29	42	39	35	32	40	29	38	39	40
1.7 MIN I	32	33	43	42	62	39	33	51	48	40	36	46	33	43	43	46
2.0 MIN I	38	47	69	57	67	48	40	59	58	42	41	50	34	47	46	51
2.3 MIN I	50	62	98	76	92	59	46	75	70	51	47	61	39	54	54	60
2.7 MIN I	68	85	127	96	112	74	52	86	89	59	52	73	45	63	63	67
3.0 MIN I	98	120	174	128	137	93	57	100	105	67	58	83	51	69	74	81
3.3 MIN I	134	174	228	164	165	113	63	118	126	74	69	94	56		82	90
3.7 MIN I	234	322	329	222	184	142	68	135	151	93	77	111	69		89	98
4.0 MIN I	370	483	417	262	205	157	83	150	159	98	86	114	71		100	109
4.3 MIN I	461	554	487	320	248	183	93	168	179	105	100	124	82		103	115
4.7 MIN I	515	589	549	388	277	231	100	189	226	113	116	148	90		121	137
5.0 MIN I	540	601	565	389	346	282	112	233	280	120	127	179	99		149	164
5.3 MIN I	576	608	555	483	366	352	123	258	326	132	138	196	109		152	163
5.7 MIN I	602	614	570	528	393	383	137	277	337	136	144	195	118		148	167
6.0 MIN I	640	643	591	536	371	392	144	258	366	151	149	219	127		166	176
6.3 MIN I	659	658	616	542	366	407	147	269	387	149	158	219	130		167	181
6.7 MIN I	675	670	642	562	334	423	148	259	411	164	163	217	132		175	182
7.0 MIN I	677	680	656	580	334	446	150	250	494	162	170	245	138		183	190
7.3 MIN I	684	705	688	611	358	461	158	243	539	165	173	246	137		190	198
7.7 MIN I	693	733	724	607	344	482	168	238	554	172	174	250	144		194	199
8.0 MIN I	712	755	744	622	339	467	178	237	553	177	179	267	152		194	200
8.3 MIN I	714	758	753	635	336	451	187	236	531	173	179	248	154		182	197
8.7 MIN I	719	766	754	638	326	441	195	236	506	186	182	267	161		200	206
9.0 MIN I	727	780	755	645	338	447	206	242	505	183	188	272	163		197	202
9.3 MIN I	737	787	756	640	350	445	214	246	473	177	192	261	167		198	201
9.7 MIN I	751	808	756	640	332	445	224	247	447	179	193	250	172		198	200
10.0 MIN I	757	810	759	642	352	449	228	249	454	187	190	276	192		214	205
10.3 MIN I	761	816	748	633	349	457	240	248	444	194	193	283	182		237	220
10.7 MIN I	771	815	751	665	348	456	242	252	426	192	192	254	185		214	202
11.0 MIN I	780	819	760	669	351	459	259	248	419	188	194	270	200		235	210
11.3 MIN I	792	818	743	673	363	464	305	250	418	192	189	260	222		234	206
11.7 MIN I	788	810	733	676	350	477	358	253	438	199	181	272	225		259	210
12.0 MIN I	784	815	734	676	359	486	409	256	449	198	178	276	218		263	210
12.3 MIN I	791	803	703	670	372	486	439	261	437	209	178	274	252		261	214
12.7 MIN I	776	800	704	665	387	485	466	261	427	224	178	267	253		255	210
13.0 MIN I	770	789	690	664	390	483	489	259	410	239	177	262	272		253	205
13.3 MIN I	781	705	622	634	378	472	497	256	383	250	176	248	290		266	198
13.7 MIN I	743	665	574	606	374	461	511	254	364	255	174	237	287		264	194
14.0 MIN I	721	648	555	601	385	460	544	251	371	279	173	239	262		269	191
14.3 MIN I	727	630	540	602	400	460	551	250	368	290	174	244	252		263	192
14.7 MIN I	720	639	549	623	395	455	546	248	377	303	172	241	253		271	186
15.0 MIN I	714	637	566	637	380	447	518	241	368	312	172	239	245		264	182
15.3 MIN I	682	613	553	607	372	436	495	234	366	326	173	240	219		245	178
15.7 MIN I	651	595	540	603	359	432	455	222	355	348	175	235	216		237	172
16.0 MIN I	631	564	514	571	343	433	410	215	347	372	172	230	206		234	166
16.3 MIN I	617	558	511	580	323	450	379	212	353	401	171	233	212		219	169
16.7 MIN I	601	541	500	567	314	479	336	211	343	439	173	233	218		195	166
17.0 MIN I	599	536	486	610	304	510	307	212	343	477	175	238	233		205	168
17.3 MIN I	591	523	462	655	296	524	285	212	346	509	174	242	247		222	165
17.7 MIN I	553	508	431	667	293	529	262	211	343	527	173	247	257		199	166
18.0 MIN I	574	498	415	690	249	534	243	213	360	525	172	249	273		198	176
18.3 MIN I	593	465	405	686	250	536	240	216	376	511	175	258	298		219	186
18.7 MIN I	589	458	390	681	241	536	226	223	392	519	180	266	327		209	195
19.0 MIN I	621	450	378	665	241	532	208	234	411	524	187	275	359		229	210
19.3 MIN I	638	445	363	662	237	520	196	244	425	517	194	291	386		247	235
19.7 MIN I	646	440	353	637	234	512	190	253	437	496	208	456	381		242	265
20.0 MIN I	653	431	337	610	232	484	184	263	440	469	231	316	334		232	253

Meßstellenausfall



3.4 Versuch Nr.4 an einem mit Alu-Schienen befestigten
Wärmedämm-Verbundsystem bei Anordnung der Brandlast
in der Fassadenecke am 27.07.1984

ZEIT/MESS-ST.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
20.3 MIN T	642	418	330	590	232	442	182	279	438	457	268	261	326		247	235
20.7 MIN T	633	399	320	574	231	415	176	287	428	451	305	500	348		249	229
21.0 MIN T	620	388	317	567	220	397	173	300	424	439	322	621	362		268	210
21.3 MIN T	621	382	304	565	219	381	166	311	408	412	331	762	358		281	210
21.7 MIN T	609	370	312	565	208	366	156	313	392	420	363	571	406		207	138
22.0 MIN T	623	364	306	566	217	357	161	332	370	412	369	716	454		178	126
22.3 MIN T	611	367	298	529	233	347	158	338	358	399	439	579	480		158	121
22.7 MIN T	596	372	287	497	249	339	152	357	346	387	516	648	427		146	120
23.0 MIN T	575	379	279	465	280	326	160	382	333	358	523	545			215	344
23.3 MIN T	546	371	285	425	282	327	172	354	267	198	433	472			189	420
23.7 MIN T	523	358	269	396	281	320	173	399	275	172	386	421			130	422
24.0 MIN T	505	357	274	378	418	323	170	356	282	189	355	364			156	417
24.3 MIN T	499	343	260	181		262	156	295	335	184	328	478			104	404
24.7 MIN T	608	275	212	156		240	152	364	353	172	306	499			92	389
25.0 MIN T	625	236	186	130		225	151	391	363	147	287	505			75	375
25.3 MIN T	617	190	183	190		203	152	454	365	155	272	505			93	360
25.7 MIN T	626	154	176	236		195	158	478	370	138	259	506			86	348
26.0 MIN T	643	142	173	236		191	159	504	375	161	244	502			84	335
26.3 MIN T	669	141	183	234		189	161	516	378	175	232	496			93	323
26.7 MIN T	673	143	188	232		195	164	527	383	186	223	489			100	312
27.0 MIN T	681	147	189	230		198	167	537	387	190	215	484			101	302
27.3 MIN T	684	160	185	228		200	171	533	394	189	211	480			106	293
27.7 MIN T	683	167	185	224		208	175	543	401	192	208	480			110	283
28.0 MIN T	685	143	181	222		209	178	545	409	198	202	489			108	275
28.3 MIN T	689	130	180	219		209	182	542	417	189	195	497			102	268
28.7 MIN T	692	118	175	216		208	186	527	425	181	185	507			99	262
29.0 MIN T	696	124	170	212		202	189	517	432	176	177	518			99	254
29.3 MIN T	693	117	161	208		199	191	508	440	175	168	527			93	248
29.7 MIN T	691	112	160	204		199	194	495	446	171	9999	535			87	243
30.0 MIN T	691	105	157	201		196	197	487	451	168	9999	536			83	238
30.3 MIN T	690	105	147	198		189	199	482	455	153	9999	534			81	231
30.7 MIN T	693	105	145	194		189	201	476	460	156	9999	530			79	227
31.0 MIN T	693	102	143	191		186	203	466	464	152	9999	524			77	220
31.3 MIN T	694	98	139	187		179	205	457	468	149	9999	516			74	215
31.7 MIN T	699	92	135	184		179	207	449	473	144	9999	508			74	211
32.0 MIN T	700	95	131	179		174	209	442	476	140	9999	499			75	207
32.3 MIN T	705	93	130	175		173	211	432	477	138	9999	490			74	203
32.7 MIN T	709	94	122	172		168	212	423	477	128	9999	481			72	199
33.0 MIN T	710	89	123	169		168	213	423	474	127	9999	473			73	194
33.3 MIN T	711	89	125	165		165	214	415	473	129	9999	464			71	190
33.7 MIN T	713	88	122	162		162	215	411	469	123	9999	455			70	186
34.0 MIN T	714	90	123	160		161	217	409	468	123	9999	447			70	182
34.3 MIN T	715	83	122	157		159	218	404	465	121	9999	439			69	180
34.7 MIN T	719	83	114	153		155	219	402	463	117	9999	431			66	176
35.0 MIN T	723	83	117	151		154	221	398	461	117	9999	424			66	173
35.3 MIN T	728	82	115	149		150	221	395	459	114	9999	417			67	170
35.7 MIN T	737	84	113	146		148	222	392	456	110	9999	410			65	168
36.0 MIN T	740	78	114	143		146	224	392	453	108	9999	404			65	165
36.3 MIN T	742	76	115	140		145	224	392	450	106	9999	398			63	162
36.7 MIN T	742	73	114	138		145	226	385	449	105	9999	392			64	160
37.0 MIN T	743	74	112	135		142	227	380	446	102	9999	387			64	157
37.3 MIN T	742	69	116	133		141	227	381	444	103	9999	382			63	154
37.7 MIN T	742	66	116	132		140	229	382	438	102	9999	377			64	152
38.0 MIN T	741	67	114	129		140	229	381	435	102	9999	373			63	150
38.3 MIN T	724	61	114	127		139	230	374	434	101	9999	368			62	148
38.7 MIN T	709	72	112	125		138	230	369	430	101	9999	364			62	146
39.0 MIN T	697	76	111	124		136	231	366	429	100	9999	359			60	143
39.3 MIN T	691	79	112	122		135	232	365	427	93	9999	355			61	141
39.7 MIN T	685	82	108	121		135	232	362	424	93	9999	351			62	139
40.0 MIN T	680	79	106	119		134	233	362	423	93	9999	347			61	137
40.3 MIN T	670	80	105	118		133	233	363	420	95	9999	343			61	136
40.7 MIN T	666	75	104	116		132	234	357	417	92	9999	339			61	134
41.0 MIN T	665	78	106	115		131	235	355	415	92	9999	336			60	132
41.3 MIN T	663	73	105	113		131	235	355	413	92	9999	332			59	131
41.7 MIN T	661	74	102	112		129	235	353	411	90	9999	328			61	129

Meßstellenausfall

Meßstellenausfall

Meßstellenausfall



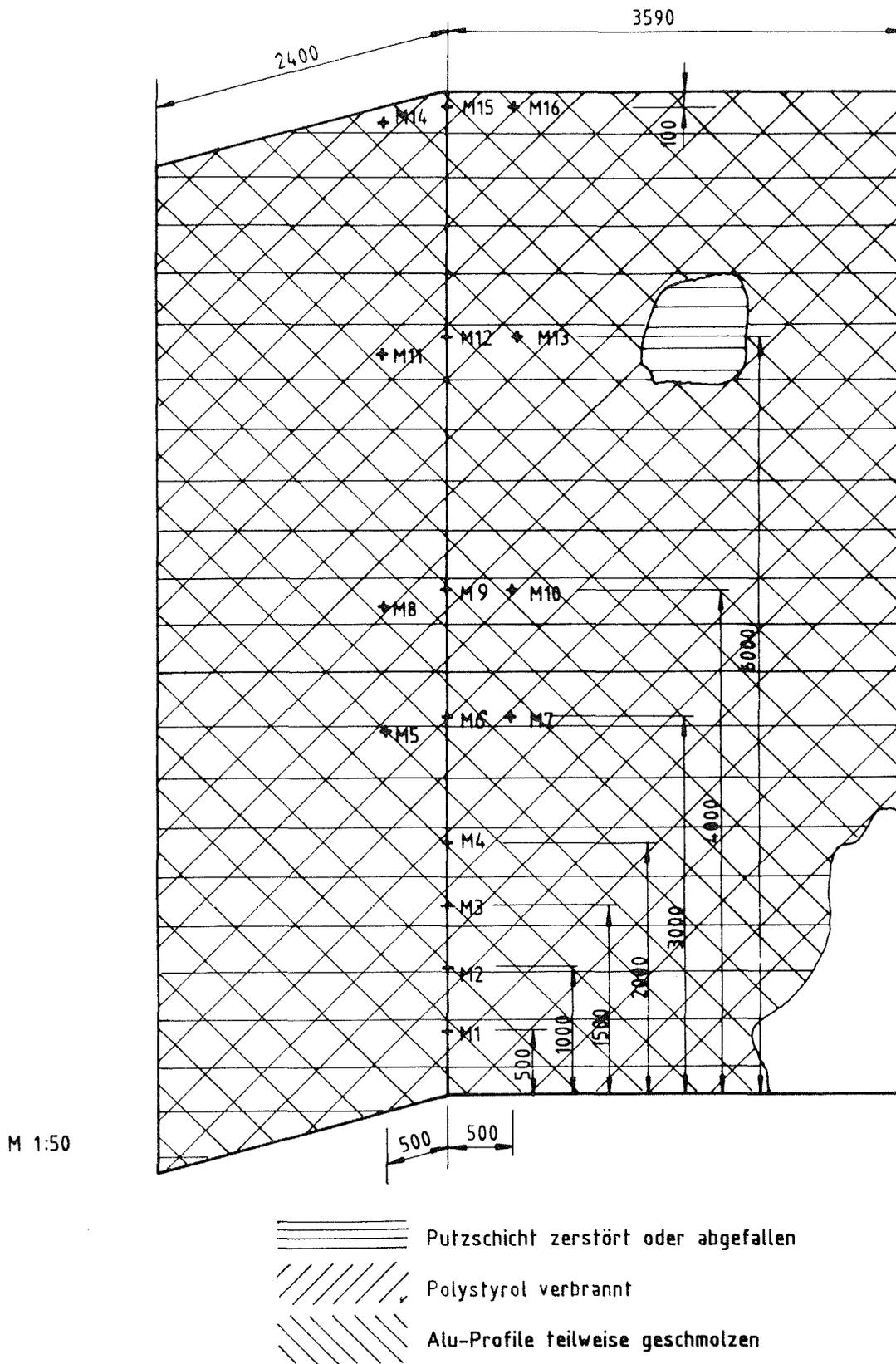


Abb. 32: Zerstörungen am Wärmedämmverbundsystem nach Versuch Nr 4

Beobachtungen während des Versuchs

Zeit nach Versuchsbeginn	Beobachtungen
0'	Zündung.
30"	Flammenhöhe 0,5 m. Die Krippe brennt im vorderen Bereich mit.
1'	Flammenhöhe 1 m. Die Krippe ist nahezu vollständig in Brand gesetzt.
1' 30"	Im westlichen Bereich treten Flammen aus der Fassadenoberfläche aus.
3'	Flammenhöhe ca. 2 m. Fassade brennt im westlichen Bereich mit Eigenflammen von ca. 1,50 m Höhe mit.
4'	Rauchgasaustritt im westlichen, beschädigten Wandbereich. Flammenhöhe ca. 4 m.
5'	Flammenhöhe ca. 4 m. Austretende Gase brennen in 5 m Höhe mit.
6'	Starke Rauchentwicklung behindert eine visuelle Beobachtung des Brandgeschehens. Der gesamte Brandraum ist von Rauch erfüllt.
23'	Knackende Geräusche zeigen weiteres Brandgeschehen an.
25'	Klappernde Geräusche durch herabfallende Teile der Fassade, insbesondere der Alu-Profile.
30'	Versuchsende.



Beobachtungen nach dem Brandversuch

Das gesamte Wärmedämm-Verbundsystem ist bis auf eine kleine Fläche von ca. 1,50 m Höhe und Breite im westlichen unteren Wandbereich auf den Brandraumboden gefallen. Das dort liegende Gewebe ist stark verrußt. In ca. 5 m Höhe befinden sich 2 z. T. angesinterte Polystyrol-Platten die von den Alu-Profilen noch gehalten werden.

Die Kalzium-Silikat-Platten, die den mineralischen Untergrund bildeten, sind z. T. stark von der Schamotteausmauerung des Brandraumes weggekrümmt, so daß ca. 2 cm breite Spalte freigegeben werden.

Die Alu-T-Profile sind im Einwirkungsbereich der Flammen geschmolzen. Im Bereich der verbrannten Polystyrol-Hartschaumplatten war die Oberfläche der Kalzium-Silikat-Platten teilweise mit einer glasigen Schicht gesinterten Polystyrols bedeckt. Nach Abnehmen der in ca. 5 m Höhe befindlichen Polystyrol-Hartschaumplatten wurde festgestellt daß sich die vorher ca. 1 mm breite Haltenut in den Polystyrol-Hartschaumplatten erheblich verbreitert hatte.

Die nach dem Versuch festgestellten Schädigungen sind den Abb. 40 bis 44 zu entnehmen.



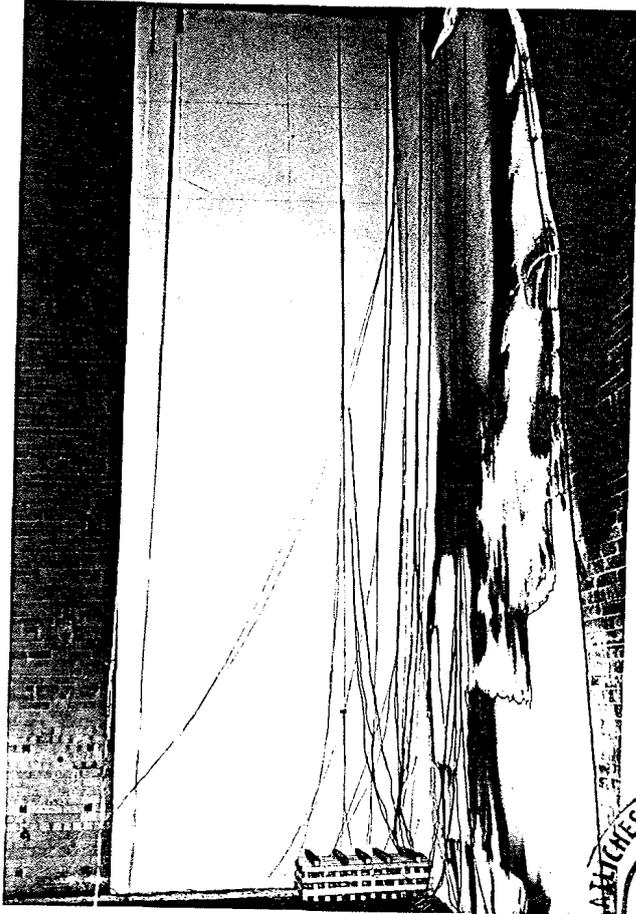


Abb: 33

Wärmedämmverbundsystem
vor dem Brandversuch Nr. 4

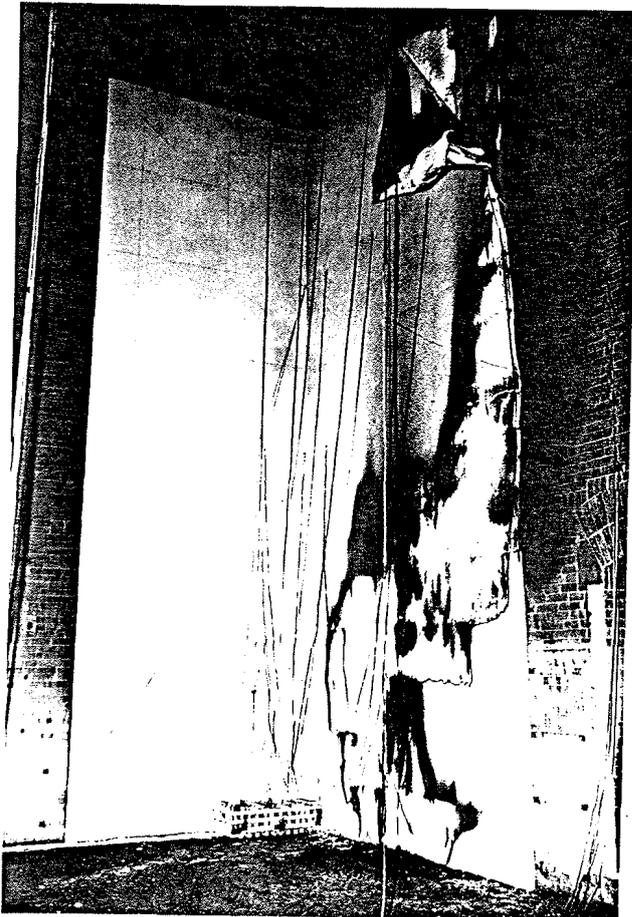


Abb: 34

Brandgeschehen in der
1. Minute des Versuchs Nr.4



Abb: 35

Brandgeschehen in der
2. Minute des Versuchs Nr.4

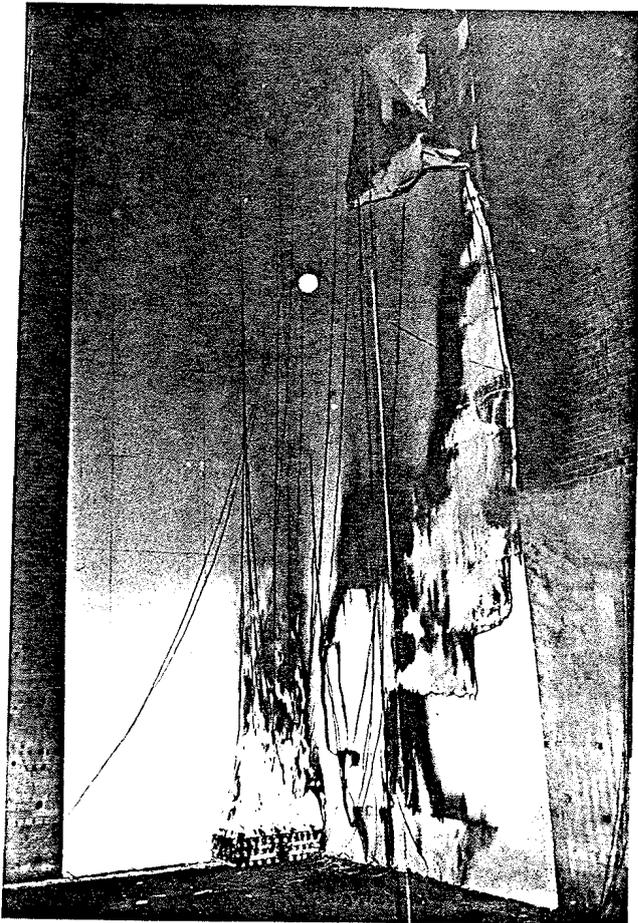
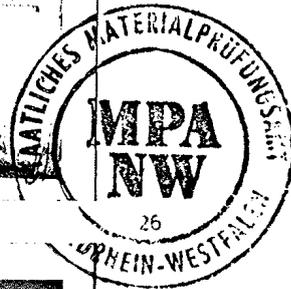


Abb: 36

Brandgeschehen in der
4. Minute des Versuchs Nr.4

... ..



Abb: 37

Brandgeschehen gegen Ende
der 4. Minute des Versuchs
Nr. 4

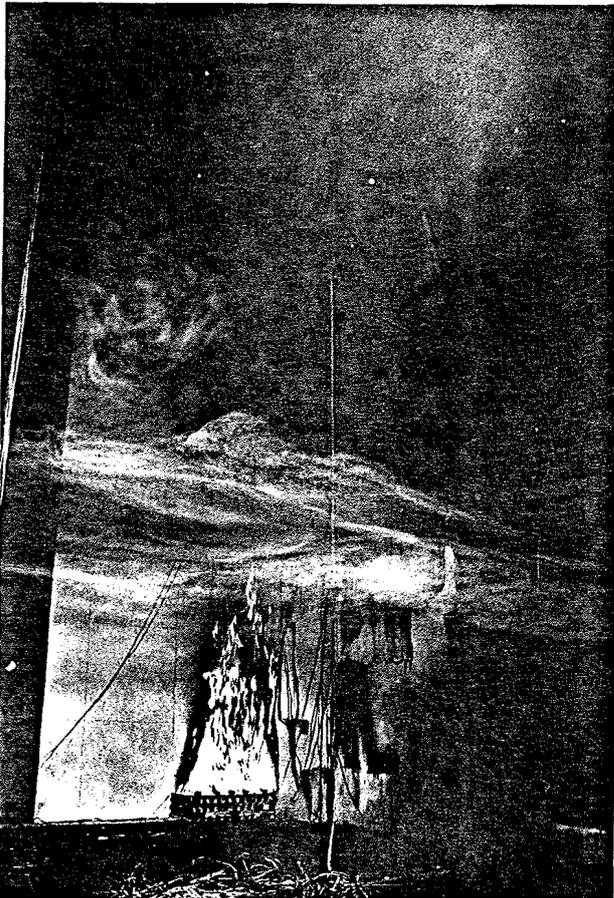


Abb: 38

Brandgeschehen in der
5. Minute des Versuchs
Nr. 4





Abb: 39

Brandgeschehen in der
6. Minute des Versuchs
Nr. 4

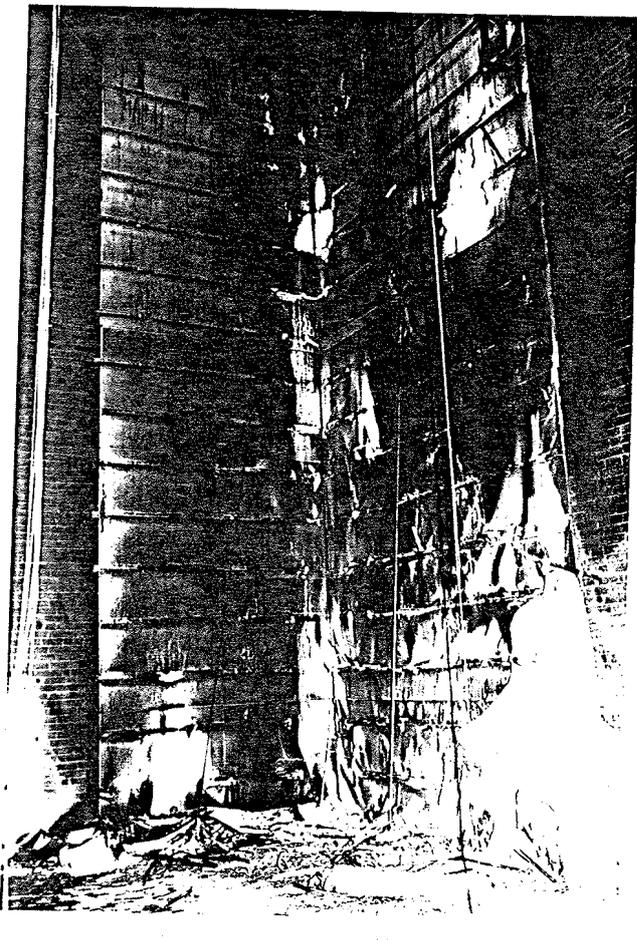


Abb: 40

Wärmedämmverbundsystem
nach dem Versuch Nr. 4



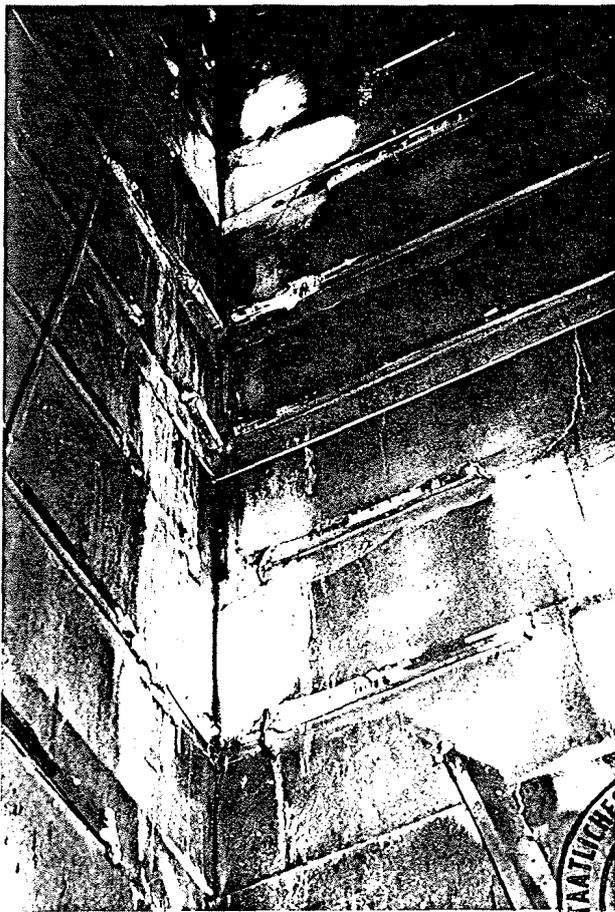


Abb: 41

Wärmedämmverbundsystem
nach dem Versuch Nr. 4

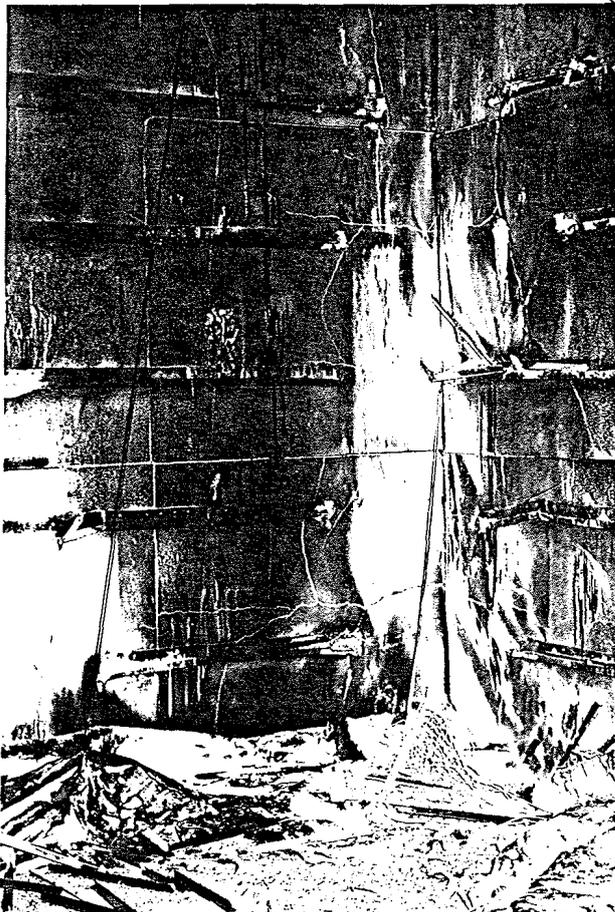
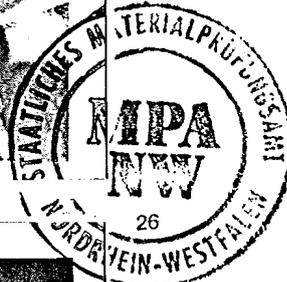


Abb: 42

Wärmedämmverbundsystem
nach dem Versuch Nr. 4



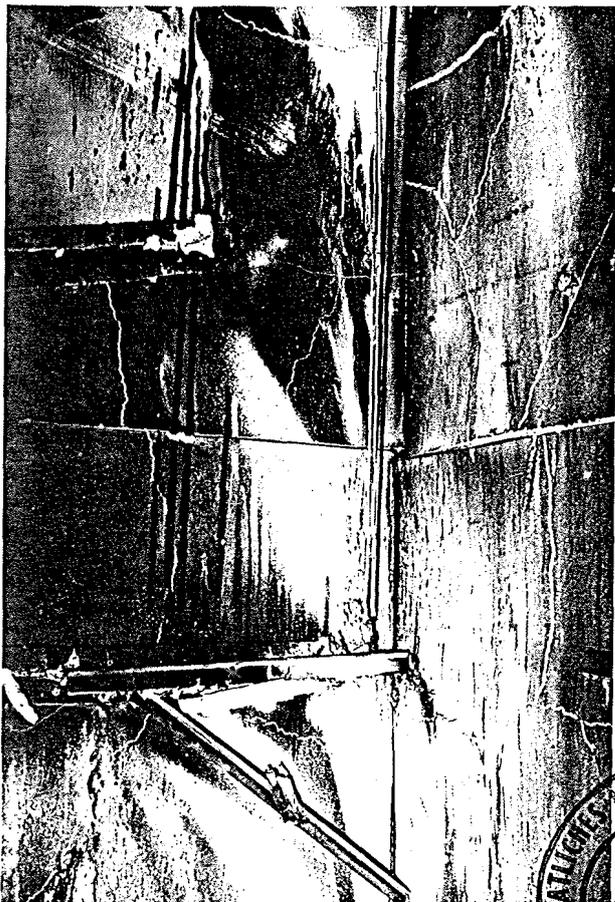


Abb: 43

Wärmedämmverbundsystem nach dem Versuch Nr. 4

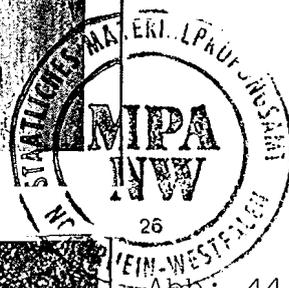
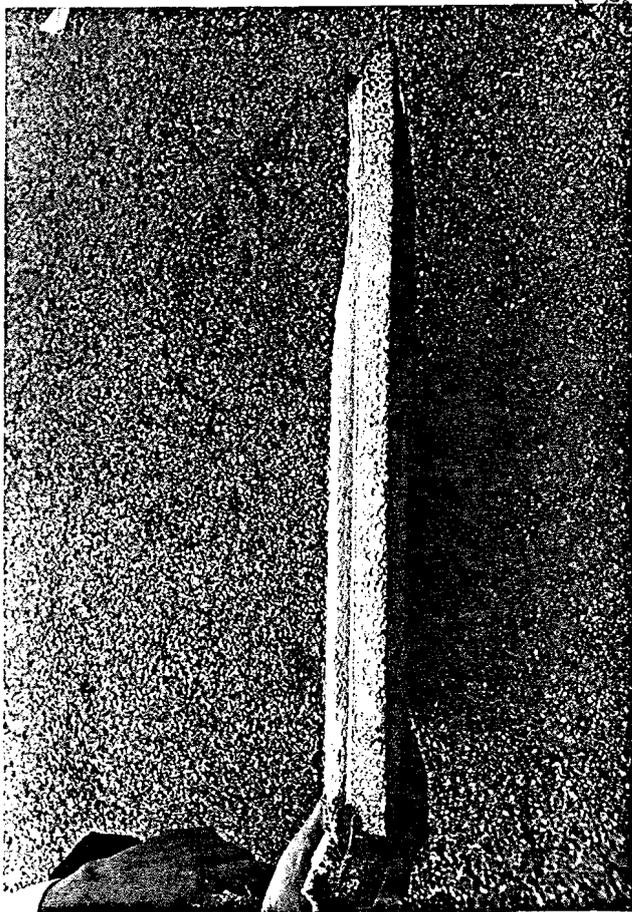


Abb: 44



Polystyrol-Hartschaumplatte nach dem Versuch Nr. 4



3.5 Versuch Nr. 5 an einem aufgeklebten Dämmsystem am 07.02.1985 -
Anordnung der Brandlast vor der Fassadenwand

ZEIT/MFSS-ST.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
T 0.3 MIN T	9	10	12	16	15	15	15	15	15	16	15	15	15	16	15	15	11	15	15
T 0.7 MIN T	13	11	17	21	16	19	16	14	16	16	14	15	15	15	15	15	10	17	13
T 1.0 MIN T	87	33	38	112	17	28	20	17	22	20	16	17	18	18	19	18	10	15	14
T 1.3 MIN T	217	83	80	62	22	45	25	85	33	352	21	24	22	0	26	14	11		15
T 1.7 MIN T	411	399	143	114	28	75	42		52	41	27	33	29	18	35	26	11		18
T 2.0 MIN T	532	228	209	154	34	100	57		71	52	31	46	37	41	53	36	11		20
T 2.3 MIN T	508	263	233	189	53	130	55		93	58	42	55	43	46	59	44	12		25
T 2.7 MIN T	665	351	309	252	69	168	68		120	71	54	71	52	59	75	52	13		31
T 3.0 MIN T	678	511	437	320	80	213	74		142	79	65	79	61	65	79	59	15		37
T 3.3 MIN T	719	627	616	429	106	237	75		171	93	76	91	71	78	98	68	20		44
T 3.7 MIN T	741	692	670	482	145	249	84		173	94	84	102	80	85	105	75	27		51
T 4.0 MIN T	753	687	768	596	155	299	85		196	99	98	112	86	93	114	84	39		58
T 4.3 MIN T	777	704	793	662	175	339	94		209	100	109	124	91	103	127	95	201		66
T 4.7 MIN T	772	717	752	728	182	385	98		234	112	122	133	98	108	126	93	345		74
T 5.0 MIN T	749	705	730	700	193	379	106		224	115	123	140	100	117	136	105	350		81
T 5.3 MIN T	780	705	725	645	198	348	115		219	123	130	139	102	121	141	109	351		87
T 5.7 MIN T	820	692	687	594	226	319	113		219	123	136	144	105	120	134	107	363		92
T 6.0 MIN T	830	692	685	593	226	348	111		239	120	140	153	110	129	144	112	359		99
T 6.3 MIN T	803	658	625	533	236	312	100		239	117	146	155	110	132	147	118	355		104
T 6.7 MIN T	769	640	607	529	228	306	108		226	116	149	154	110	134	147	119	346		109
T 7.0 MIN T	790	624	583	491	227	288	105		225	116	149	156	109	135	148	122	353		113
T 7.3 MIN T	790	637	603	508	221	302	110		237	122	153	160	113	144	159	129	337		116
T 7.7 MIN T	709	602	548	455	223	299	108		236	120	155	162	114	143	155	126	342		120
T 8.0 MIN T	763	603	557	478	222	298	122		229	127	151	160	118	139	148	124	351		123
T 8.3 MIN T	743	597	557	454	225	292	123		247	131	155	163	118	143	155	128	349		126
T 8.7 MIN T	805	615	566	477	234	296	122		243	132	154	161	114	143	154	127	351		128
T 9.0 MIN T	831	617	570	465	230	289	118		242	129	161	163	120	144	153	132	347		131
T 9.3 MIN T	798	616	565	449	238	284	128		242	137	157	162	122	145	154	131	352		132
T 9.7 MIN T	777	632	577	478	237	290	125		245	131	161	172	122	151	165	140	349		135
T 10.0 MIN T	778	625	557	449	241	288	130		244	134	169	170	126	151	160	137	349		137
T 10.3 MIN T	748	599	525	440	244	284	126		241	134	163	175	128	152	166	146	346		139
T 10.7 MIN T	793	603	519	410	243	271	124		240	134	162	171	127	153	160	136	345		141
T 11.0 MIN T	745	593	511	429	245	281	127		247	133	168	178	132	156	163	142	347		142
T 11.3 MIN T	738	589	508	412	241	259	126		236	129	169	177	127	156	164	142	348		144
T 11.7 MIN T	706	560	500	403	245	268	122		235	127	169	172	128	156	161	141	329		144
T 12.0 MIN T	692	512	442	371	240	259	119		231	127	167	170	127	152	157	139	352		145
T 12.3 MIN T	724	515	456	375	240	268	124		227	137	163	170	130	149	154	137	340		145
T 12.7 MIN T	718	529	441	342	226	245	120		214	127	161	166	125	148	152	136	339		145
T 13.0 MIN T	705	499	427	329	214	238	112		207	124	159	160	123	144	146	131	336		144
T 13.3 MIN T	638	448	388	303	209	218	112		192	121	152	150	120	139	138	127	332		143
T 13.7 MIN T	595	409	339	266	197	209	105		182	119	149	149	118	134	135	125	327		142
T 14.0 MIN T	573	374	324	263	189	209	105		180	115	143	144	115	131	132	123	329		140
T 14.3 MIN T	570	345	297	238	182	197	101		175	111	139	139	114	128	127	120	328		139
T 14.7 MIN T	440	307	275	227	172	182	96		164	108	130	134	110	120	118	115	331		136
T 15.0 MIN T	384	282	254	212	157	172	101		150	108	122	125	107	115	112	110	330		134
T 15.3 MIN T	376	266	244	209	147	161	94		143	104	119	121	105	111	108	108	289		131
T 15.7 MIN T	424	274	246	207	141	155	92		137	101	113	115	102	107	103	104	287		129
T 16.0 MIN T	404	260	231	197	135	150	93		132	100	109	112	100	103	99	101	275		126
T 16.3 MIN T	414	248	220	184	131	147	88		129	96	107	109	98	101	98	100	252		124
T 16.7 MIN T	311	242	219	185	123	145	85		125	94	102	106	96	97	95	98	237		121
T 17.0 MIN T	247	228	199	170	120	133	81		119	90	99	103	94	95	93	96	238		119
T 17.3 MIN T	246	214	184	160	114	122	83		112	88	96	99	92	92	90	93	216		116
T 17.7 MIN T	221	204	177	153	112	123	79		111	86	94	97	89	89	88	92	255		114
T 18.0 MIN T	198	202	177	155	109	123	76		110	84	93	96	88	88	87	90	214		112
T 18.3 MIN T	191	197	175	153	104	121	75		106	83	90	94	87	85	85	89	256		110
T 18.7 MIN T	173	179	155	135	106	110	73		102	80	89	91	84	83	83	86	209		108
T 19.0 MIN T	169	178	156	138	102	111	72		99	79	87	88	83	82	81	85	205		106
T 19.3 MIN T	157	174	152	133	97	106	70		97	77	85	86	81	80	79	85	192		104

Meßstellenausfall

Meßstellenausfall

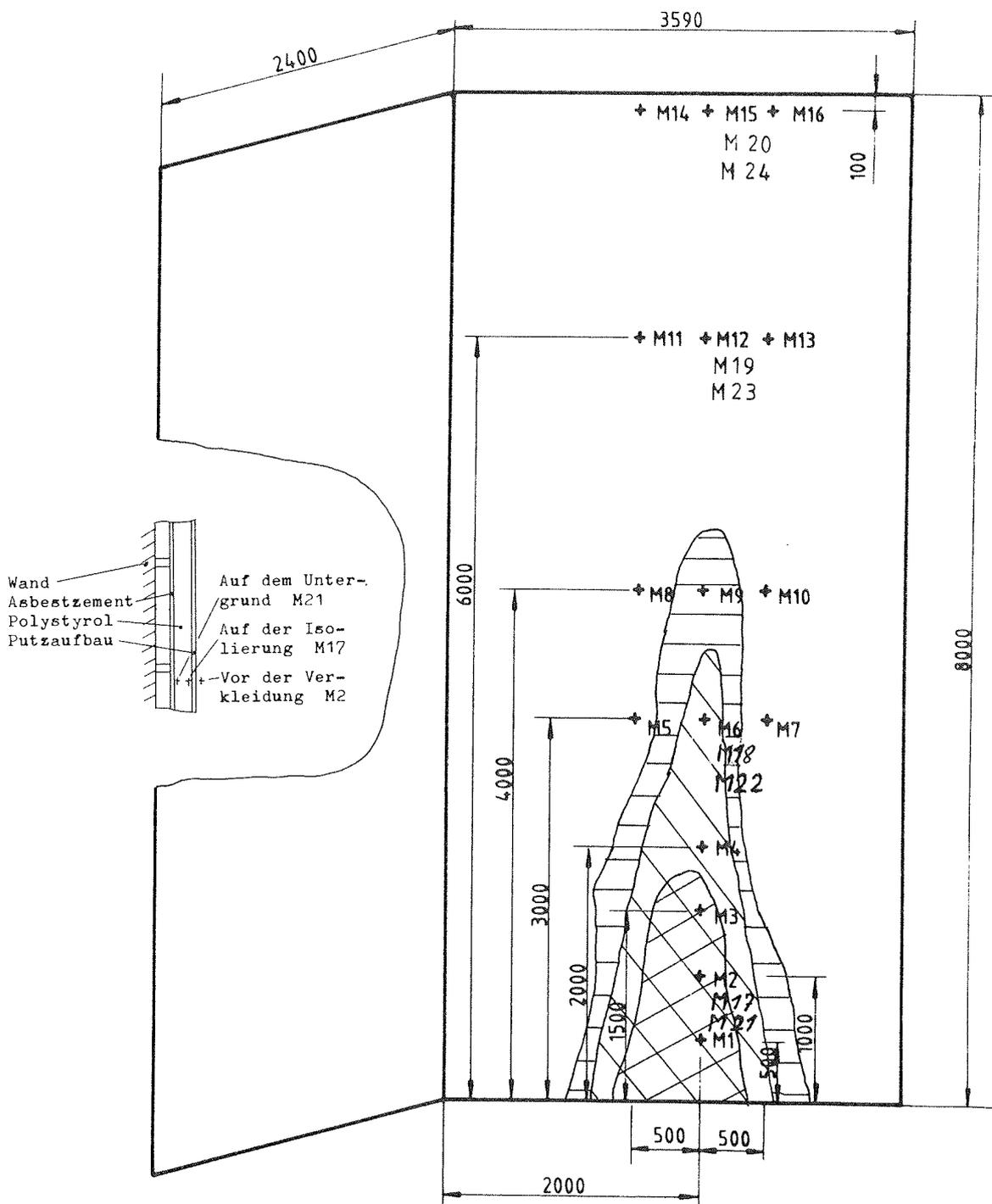
3.5 Versuch Nr. 5 an einem aufgeklebten Dämmsystem am 07.02.1985 -
Anordnung der Brandlast vor der Fassadenwand

ZEIT/MESS-ST.	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
T 0.3 MIN T	14	11		12	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 0.7 MIN T	14	9		9	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 1.0 MIN T	14	11		9	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 1.3 MIN T	103	16		10	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 1.7 MIN T	17	26		11	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 2.0 MIN T	18	43		11	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 2.3 MIN T	22	68		11	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 2.7 MIN T	25	104		11	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 3.0 MIN T	29	152		12	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 3.3 MIN T	34	220		12	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 3.7 MIN T	39	290		12	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 4.0 MIN T	44	336		11	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 4.3 MIN T	49	373		12	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 4.7 MIN T	55	407		12	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 5.0 MIN T	61	443		12	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 5.3 MIN T	66	468		12	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 5.7 MIN T	70	490		12	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 6.0 MIN T	75	516		12	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 6.3 MIN T	80	538		12	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 6.7 MIN T	84	552		13	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 7.0 MIN T	88	561		13	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 7.3 MIN T	92	569		13	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 7.7 MIN T	95	569		13	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 8.0 MIN T	99	570		14	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 8.3 MIN T	102	571		14	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 8.7 MIN T	105	572		14	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 9.0 MIN T	107	571		14	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 9.3 MIN T	109	567		14	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 9.7 MIN T	111	561		16	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 10.0 MIN T	114	554		17	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 10.3 MIN T	116	547		19	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 10.7 MIN T	120	560		22	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 11.0 MIN T	121	533		24	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 11.3 MIN T	123	527		26	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 11.7 MIN T	124	521		33	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 12.0 MIN T	126	511		36	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 12.3 MIN T	126	501		40	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 12.7 MIN T	127	488		42	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 13.0 MIN T	127	476		44	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 13.3 MIN T	127	467		46	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 13.7 MIN T	126	455		47	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 14.0 MIN T	126	443		48	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 14.3 MIN T	125	433		48	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 14.7 MIN T	123	419		49	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 15.0 MIN T	121	403		49	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 15.3 MIN T	120	387		51	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 15.7 MIN T	118	372		52	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 16.0 MIN T	116	359		52	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 16.3 MIN T	114	345		53	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 16.7 MIN T	112	333		54	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 17.0 MIN T	110	320		54	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 17.3 MIN T	109	308		54	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 17.7 MIN T	107	298		54	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 18.0 MIN T	105	289		54	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 18.3 MIN T	103	281		54	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 18.7 MIN T	102	273		54	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 19.0 MIN T	100	265		54	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 19.3 MIN T	99	257		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Meßstellenausfall

Handwritten notes and signatures at the bottom right of the page.

M1 bis M16 vor der Verkleidung
 M17 bis M20 auf der Isolierung
 M21 bis M24 auf dem Untergrund



 Putzschicht zerstört
 Polystyrol verbrannt
 Polystyrol geschmolzen
 M 1 : 50

Abb. 45: Zerstörungen am Wärmeverbundsystem nach Versuch 5

Beobachtungen während des Versuchs

Zeit nach Versuchsbeginn	Beobachtungen
0'	Zündung
1'	Flammenhöhe ca. 1 m. Die rechte Hälfte der Krippe brennt.
2'	Flammenhöhe ca. 1,5 m. Die Krippe ist nahezu vollständig in Brand gesetzt.
2' 30"	Flammenhöhe 3 m. Die Oberfläche der Fassade brennt bis zu 1 m Höhe mit.
3'	Die Oberfläche der Fassade brennt bis zu 1,5 m Höhe mit.
3' 30"	Flammenhöhe 4 m.
4' 30"	Flammenhöhe 4,5 m.
5'	Die Oberfläche der Fassade brennt bis zu 2,5 m Höhe mit.
6' 40"	Flammenhöhe ca. 3 m. Rauchentwicklung nimmt von oben nach unten zu. Im Bodenbereich noch gute Sicht. Nur noch geringe Flammenausbreitung an der Fassade.
10'	Flammenhöhe ca. 2,5 m. Aus der Fassadenoberfläche treten Gase aus.
11' 50"	Flammenhöhe ca. 2 m.
12' 35"	Nur noch geringe Flammen aus der Primärbrandlast.
13' 30"	Flammenhöhe ca. 1,5 m.
14' 50"	Die Holzkrippe bricht zusammen.
15'	Versuchsende.

...



Beobachtungen nach dem Versuch

Im Bereich der Primärflammen ist auf einer nach oben spitz zulaufenden ca. 1,8 m hohen Fläche die Putzschicht zerstört; die Polystyrolplatten sind dort und in einem angrenzenden Bereich bis ca. 3,5 m Höhe verbrannt. Daran schließt sich ein bis in ca. 4,5 m Höhe erstreckender Bereich an, in dem unterhalb der Putzschicht die Polystyrolplatten geschmolzen sind. Im Bereich der verbrannten Polystyrol-Hartschaumplatten war die Oberfläche der Kalzium-Silikatplatten teilweise mit einer glasigen Schicht gesinterten Polystyrols bedeckt.

Der Versuchsablauf, der Zustand der Wand nach dem Versuch und nach dem Entfernen der Putzschicht sind aus den Bildern Abb. 46 bis 56 ersichtlich.



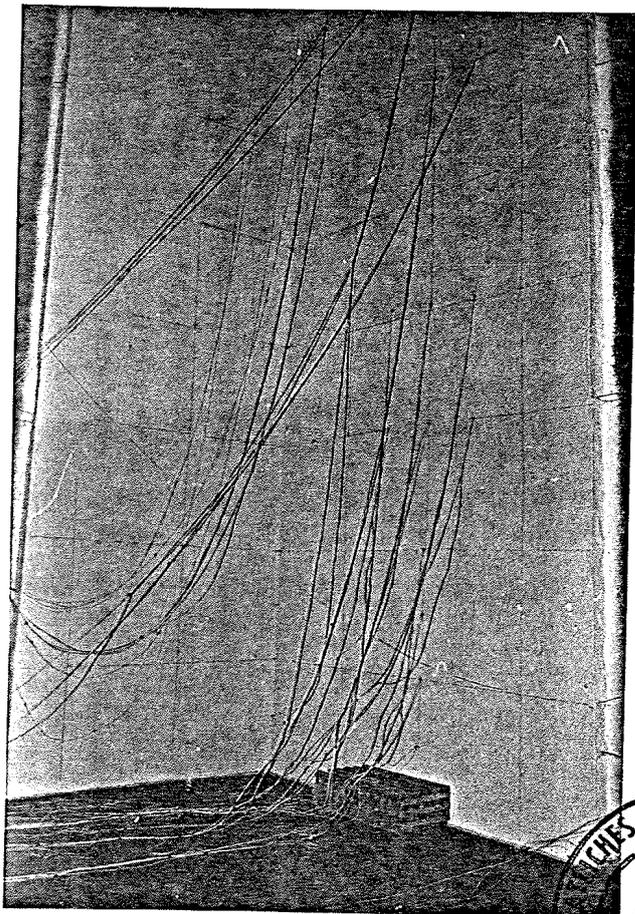
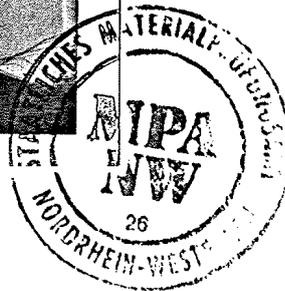


Abb. 46:

Wärmedämmverbundsystem
vor dem Brandversuch Nr. 5



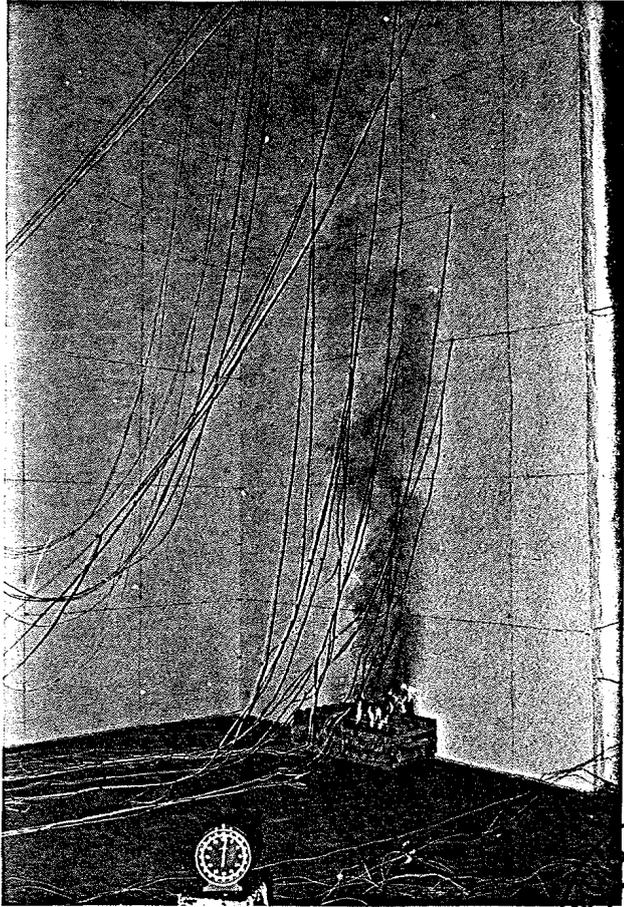


Abb. 47:

Brandgeschehen in der
1. Minute des Versuchs
Nr. 5

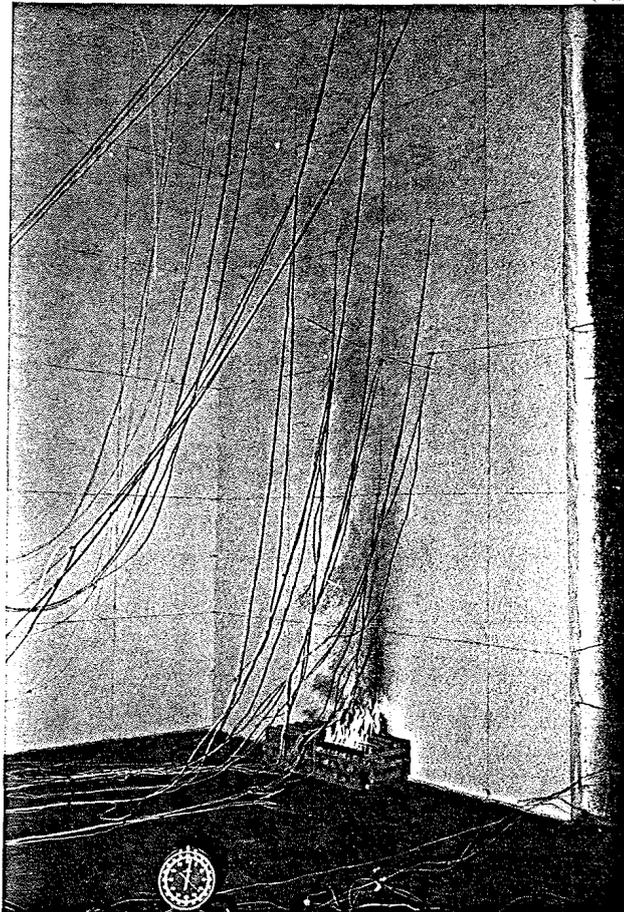


Abb. 48:

Brandgeschehen in der
2. Minute des Versuchs
Nr. 5



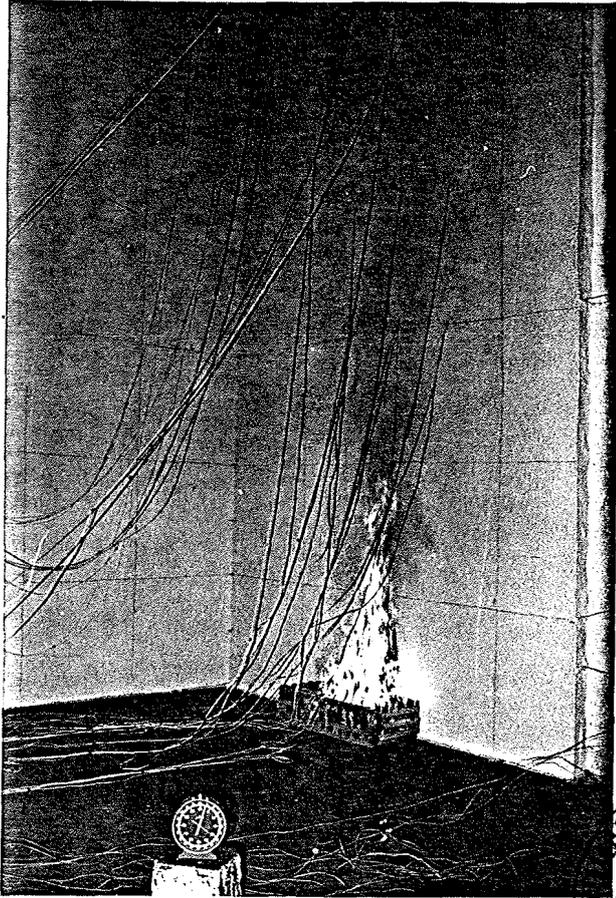


Abb. 49:

Brandgeschehen in der
3. Minute des Versuchs
Nr. 5

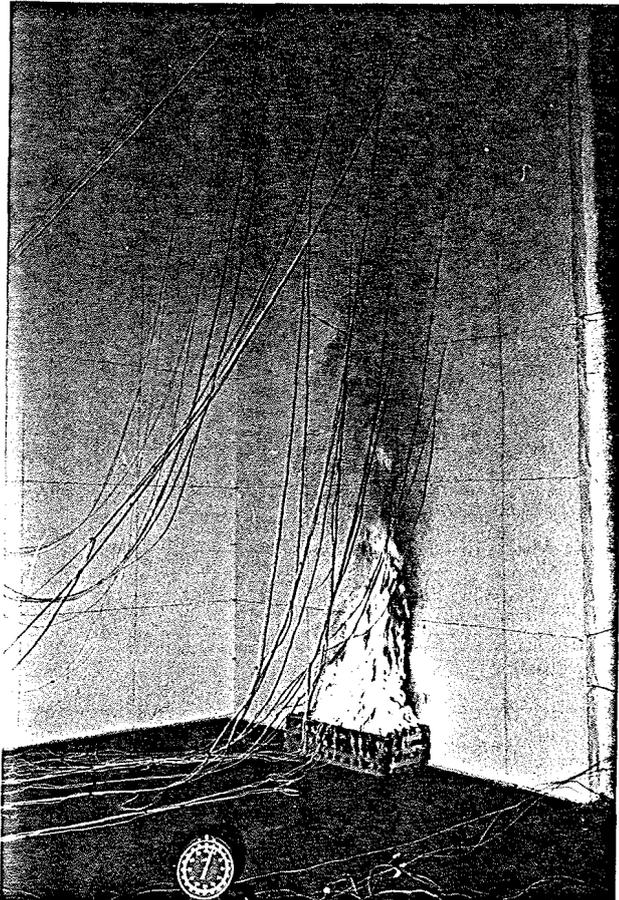


Abb. 50:

Brandgeschehen in der
4. Minute des Versuchs
Nr. 5



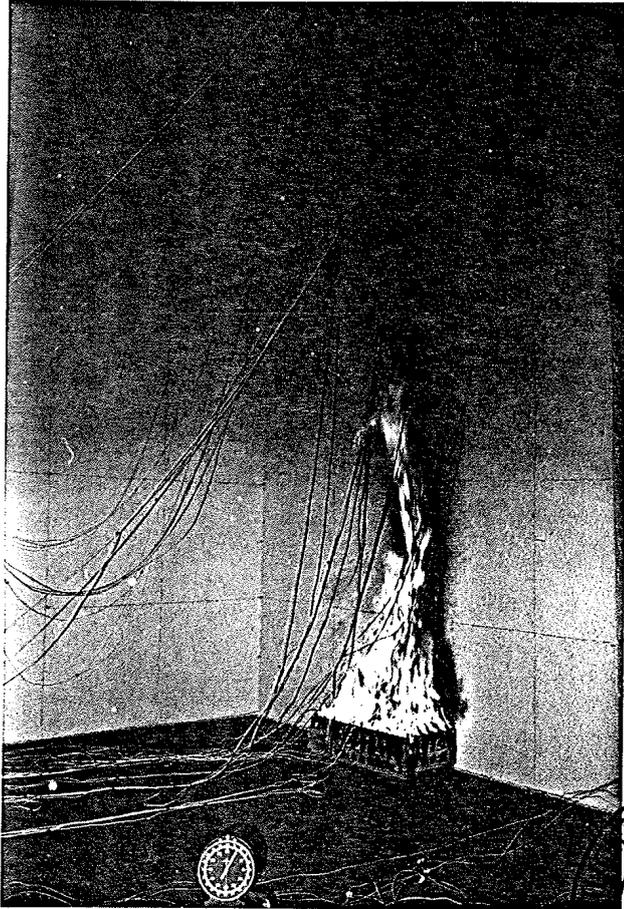


Abb. 51:

Brandgeschehen in der
5. Minute des Versuchs
Nr. 5

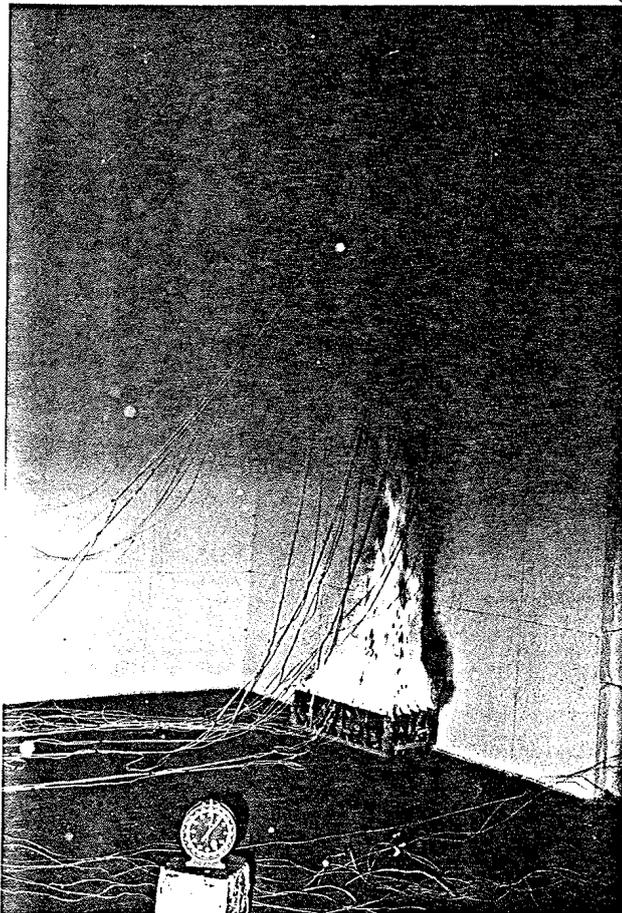
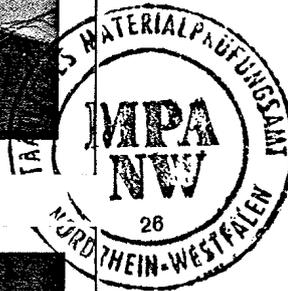


Abb. 52:

Brandgeschehen in der
6. Minute des Versuchs
Nr. 5

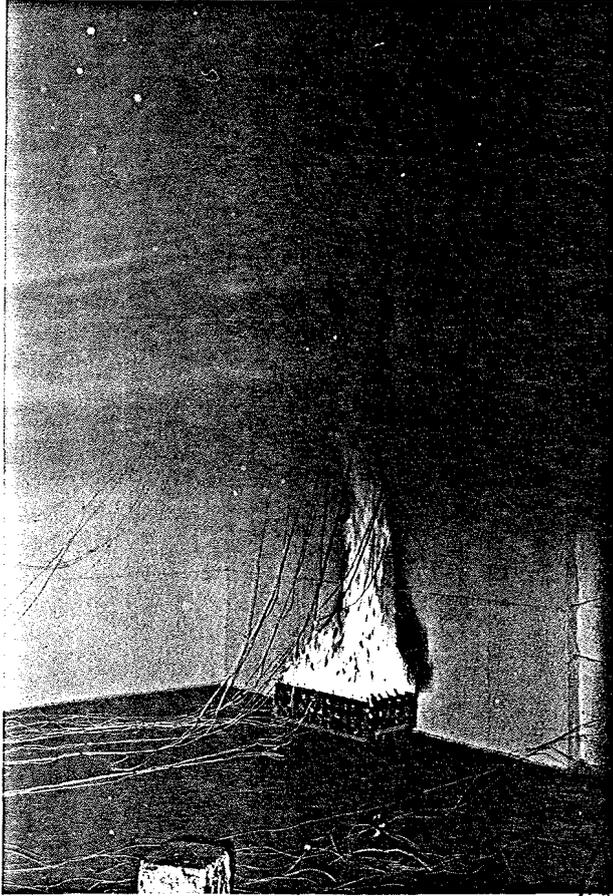


Abb. 53:

Brandgeschehen in der
7. Minute des Versuchs
Nr. 5



Abb. 54:

Wärmedämmverbundsystem
nach dem Versuch Nr. 5

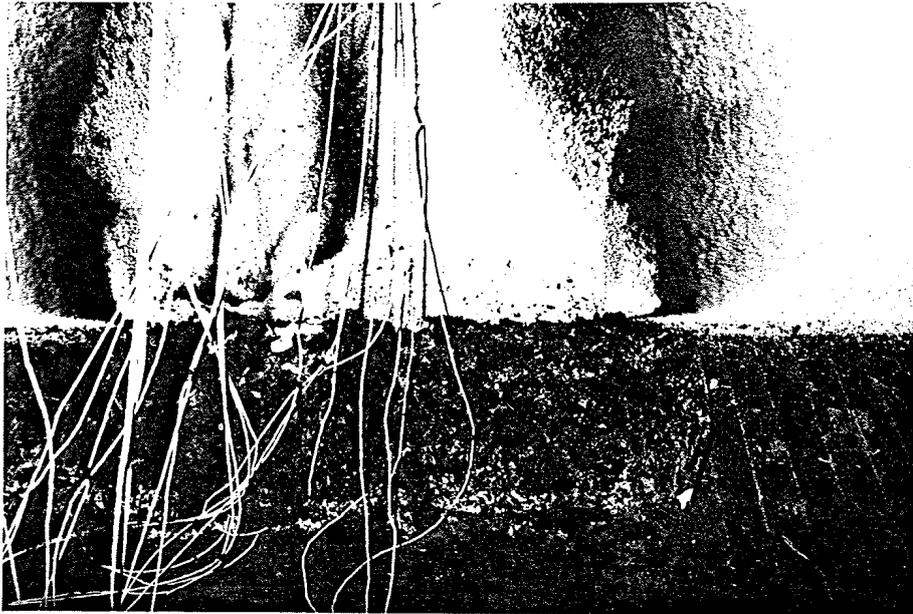


Abb. 55: Wärmedämmverbundsystem nach dem Versuch Nr. 5

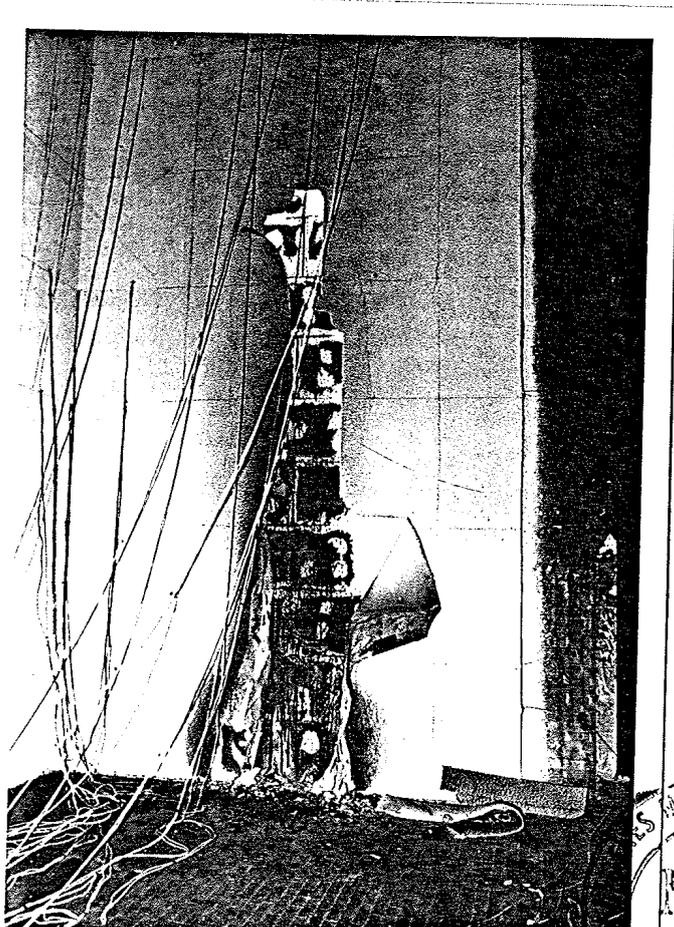
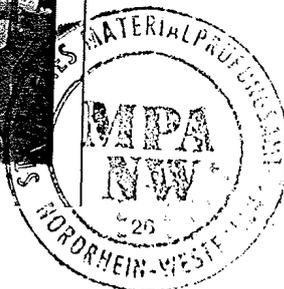


Abb. 56:

Wärmedämmverbundsystem nach dem Versuch Nr. 5

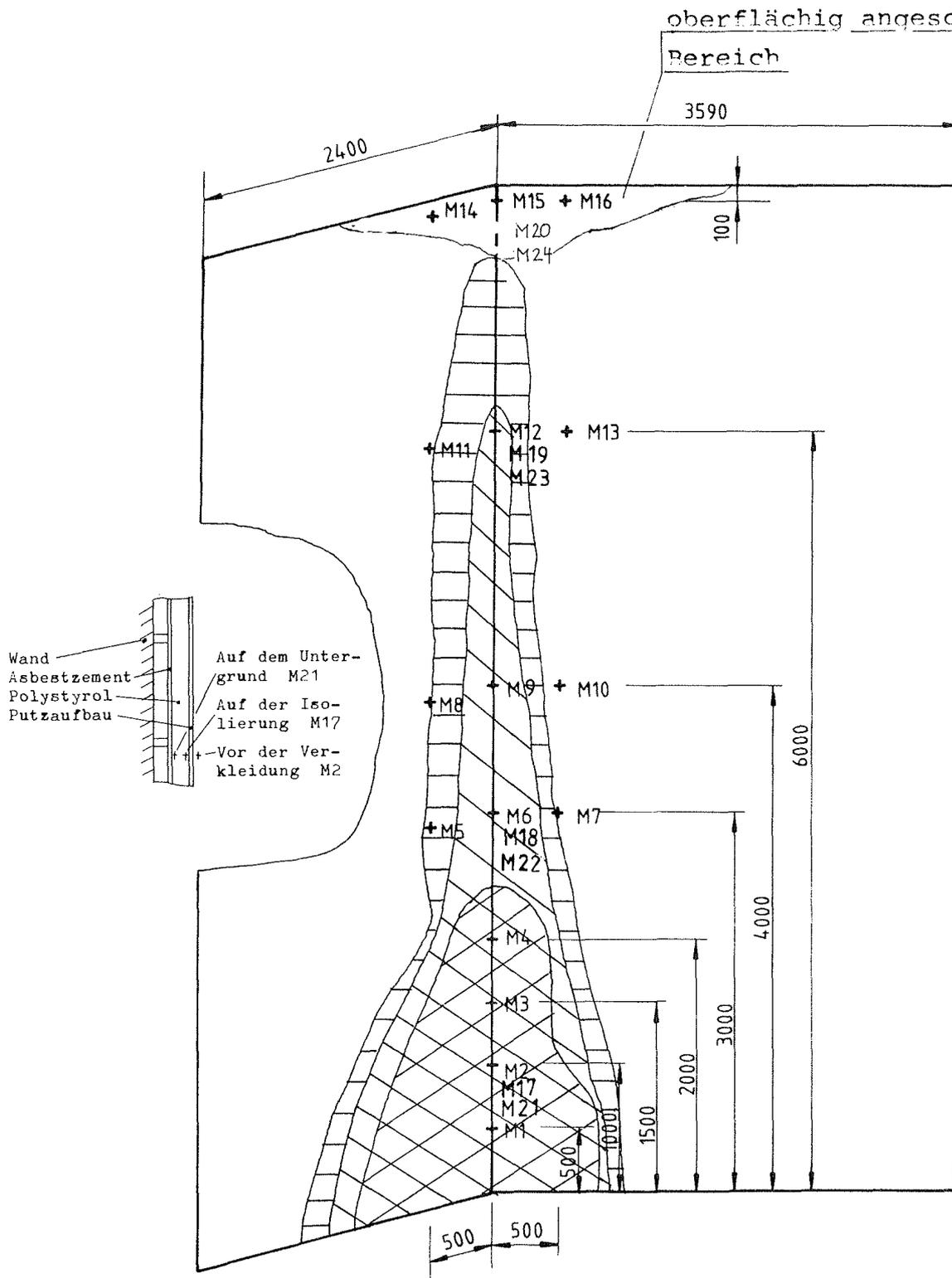


3.6 Versuch Nr. 6 an einem aufgeklebten Dämmsystem am 08.02.1985
 - Anordnung der Brandlast in der Fassadenecke

7FIT/MFSS-ST.	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
T 0.3 MIN T	16	11	11	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 0.7 MIN T	15	10	12	12	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 1.0 MIN T	16	11	12	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 1.3 MIN T	18	12	12	12	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 1.7 MIN T	21	12	12	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 2.0 MIN T	23	10	11	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 2.3 MIN T	29	12	12	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 2.7 MIN T	35	11	12	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 3.0 MIN T	40	11	11	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 3.3 MIN T	47	12	12	13	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 3.7 MIN T	54	12	11	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 4.0 MIN T	63	12	11	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 4.3 MIN T	70	15	13	12	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 4.7 MIN T	78	20	14	12	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 5.0 MIN T	90	28	26	12	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 5.3 MIN T	100	30	20	13	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 5.7 MIN T	111	50	85	12	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 6.0 MIN T	121	133	65	13	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 6.3 MIN T	129	212	60	14	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 6.7 MIN T	134	264	67	14	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 7.0 MIN T	137	291	85	13	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 7.3 MIN T	138	302	96	13	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 7.7 MIN T	142	295	102	14	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 8.0 MIN T	144	300	106	14	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 8.3 MIN T	146	292	108	13	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 8.7 MIN T	150	286	107	14	71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 9.0 MIN T	150	280	106	14	81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 9.3 MIN T	154	272	113	14	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 9.7 MIN T	157	271	111	14	101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 10.0 MIN T	159	271	110	14	102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 10.3 MIN T	161	270	109	15	104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 10.7 MIN T	162	260	110	15	103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 11.0 MIN T	165	270	111	16	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 11.3 MIN T	165	268	106	16	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 11.7 MIN T	166	268	110	17	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 12.0 MIN T	167	267	110	17	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 12.3 MIN T	169	263	109	18	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 12.7 MIN T	169	256	109	19	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 13.0 MIN T	168	248	108	20	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 13.3 MIN T	167	247	107	21	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 13.7 MIN T	165	243	107	22	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 14.0 MIN T	164	240	108	23	103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 14.3 MIN T	162	236	108	24	113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 14.7 MIN T	161	232	107	26	115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 15.0 MIN T	159	227	108	27	114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 15.3 MIN T	156	223	105	29	112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 15.7 MIN T	155	217	104	30	113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 16.0 MIN T	150	211	103	32	113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 16.3 MIN T	148	205	102	34	116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 16.7 MIN T	145	199	100	35	116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 17.0 MIN T	142	194	98	37	116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 17.3 MIN T	139	190	98	38	115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 17.7 MIN T	136	186	97	39	113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 18.0 MIN T	134	183	96	40	112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 18.3 MIN T	131	179	95	41	111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 18.7 MIN T	128	175	94	41	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 19.0 MIN T	126	171	93	42	107	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 19.3 MIN T	123	168	92	43	107	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 19.7 MIN T	121	164	92	42	104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 20.0 MIN T	119	162	91	44	102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 20.3 MIN T	116	162	90	44	102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 20.7 MIN T	114	159	89	44	101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 21.0 MIN T	112	157	89	44	99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 21.3 MIN T	110	153	88	45	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 21.7 MIN T	108	152	87	45	97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 22.0 MIN T	105	150	86	45	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 22.3 MIN T	103	149	85	45	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 22.7 MIN T	101	147	85	45	93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 23.0 MIN T	99	144	84	45	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 23.3 MIN T	98	142	83	45	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T 23.7 MIN T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



M1 bis M16 vor der Verkleidung
M17 bis M20 auf der Isolierung
M21 bis M24 auf dem Untergrund



-  Putzschicht zerstört
-  Polystyrol verbrannt
-  Polystyrol geschmolzen

M. 1:50

Abb. 57: Zerstörungen am Wärmeverbundsystem nach Versuch 6

Beobachtungen während des Versuchs

Zeit nach Versuchsbeginn	Beobachtungen
0'	Zündung.
15''	Flammen über Oberkante Holzkrippe.
1' 30''	Flammenhöhe ca. 1 m.
2'	Flammenhöhe ca. 2 m.
2' 30''	Flammenhöhe ca. 3 m.
3'	Flammenhöhe ca. 3,5 m. Der Putzaufbau brennt bis zu einer Höhe von 0,5 m mit den Flammen aus der Primärbrandlast mit.
3' 30''	Der Putzaufbau brennt bis zu einer Höhe von 1,5 m mit den Flammen aus der Primärbrandlast mit. Zunehmende Rauchentwicklung im zerstörten Bereich der Westwand.
4' 30''	Flammenhöhe ca. 5 m. Der Putzaufbau brennt bis zu einer Höhe von 2 m mit den Flammen aus der Primärbrandlast mit. Stark zunehmende Rauchentwicklung.
5' 30''	Die Höhe der Eigenflammen aus dem Wärmedämmverbundsystem beträgt ca. 1,5 m. Ihre Front hat eine Breite von ca. 0,8 m an der Westwand bzw. 0,5 m an der Südwand.
6'	Wegen zu starker Rauchentwicklung ist eine Beobachtung des Brandgeschehens nicht möglich.
20'	Versuchsende.

...



Beobachtungen nach dem Brandversuch

Im Bereich der Primärflammen ist auf einer nach oben spitz zulaufenden ca. 2,5 m hohen Fläche die Putzschicht zerstört. Diese Fläche wird durch einen Bereich begrenzt, in dem das Polystyrol verbrannt ist. Daran schließt sich ein bis in ca. 7,5 m Höhe erstreckender Bereich an, in dem das Polystyrol geschmolzen ist (s. Abb. 57).

Der Versuchsablauf, der Zustand der Wand nach dem Versuch und nach dem Entfernen der Putzschicht sind aus den Bildokumentationen Abb. 58 bis 66 ersichtlich.

...



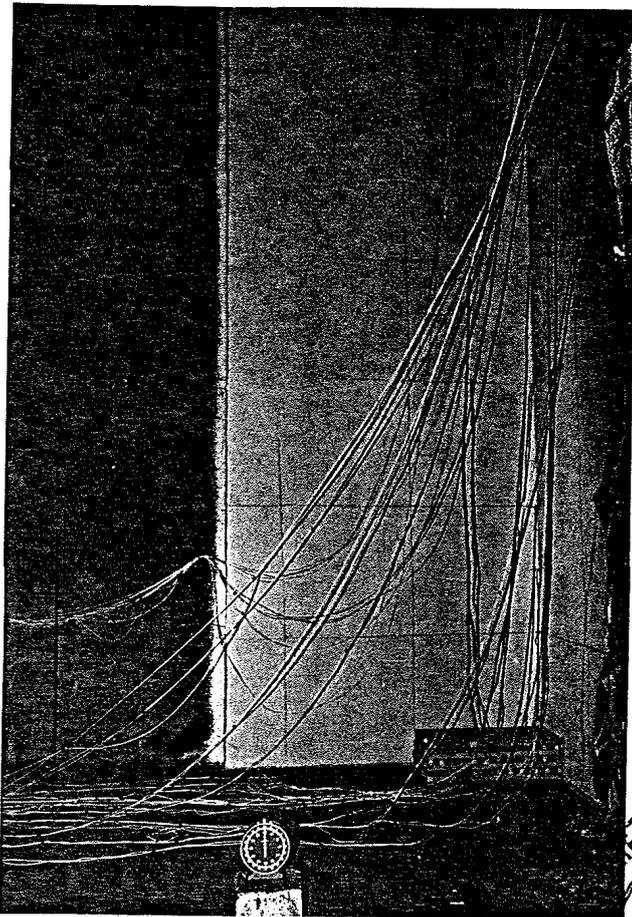


Abb. 58:

Wärmedämmverbundsystem
vor dem Brandversuch Nr. 6



...



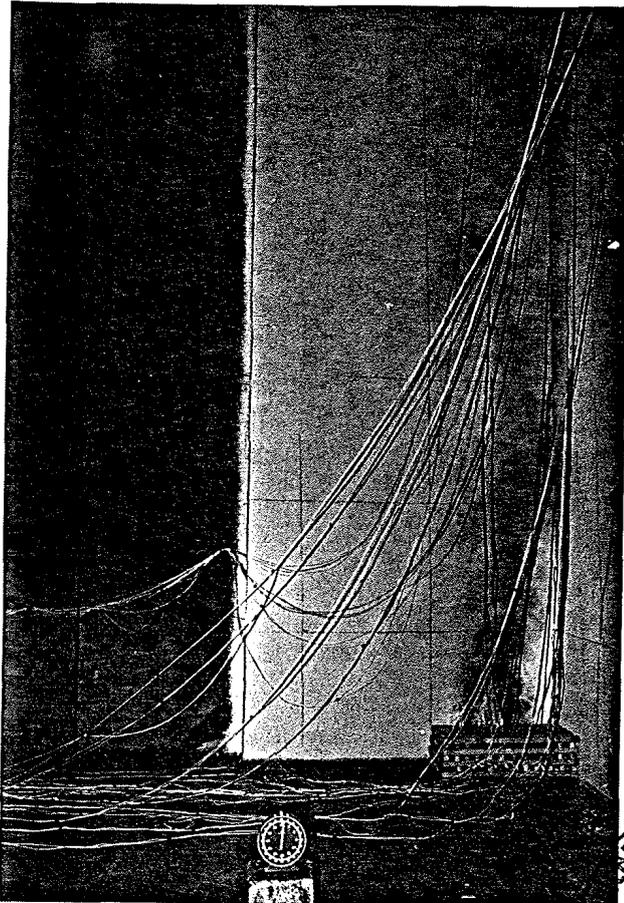


Abb. 59:

Brandgeschehen in der
1. Minute des Versuchs
Nr. 6

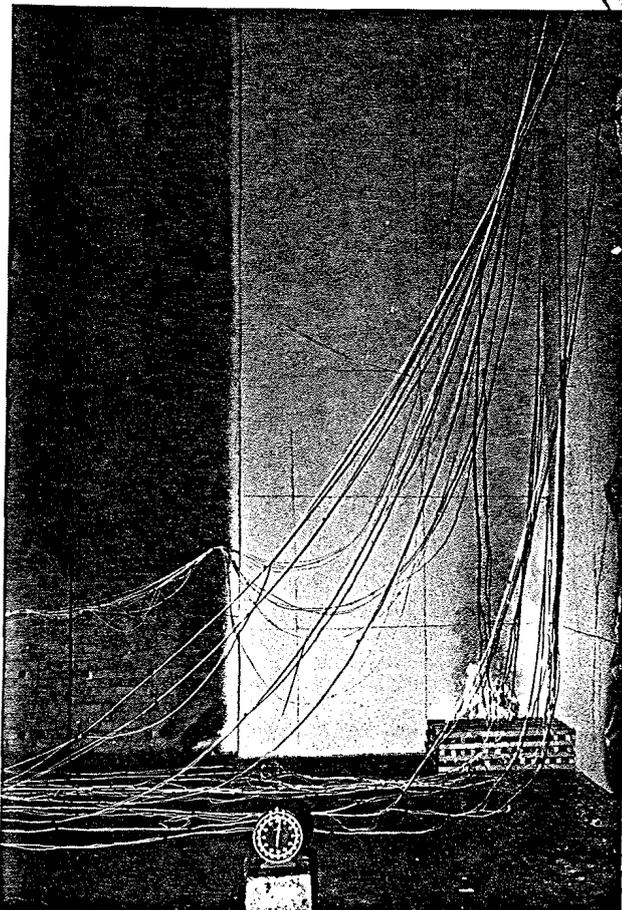
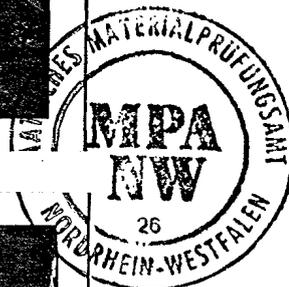


Abb. 60

Brandgeschehen in der
2. Minute des Versuchs
Nr. 6

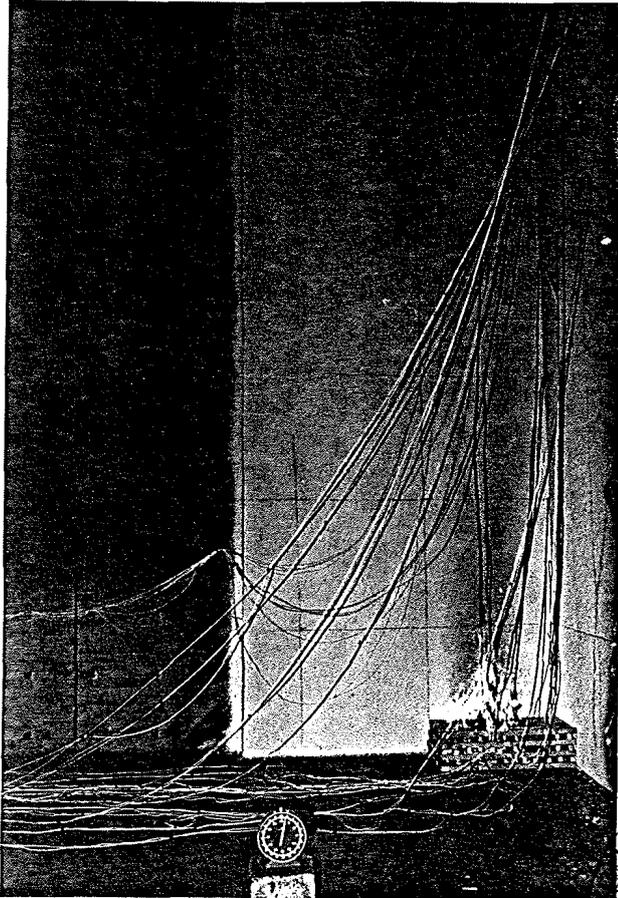


Abb. 61:

Brandgeschehen in der
3. Minute des Versuchs
Nr. 6

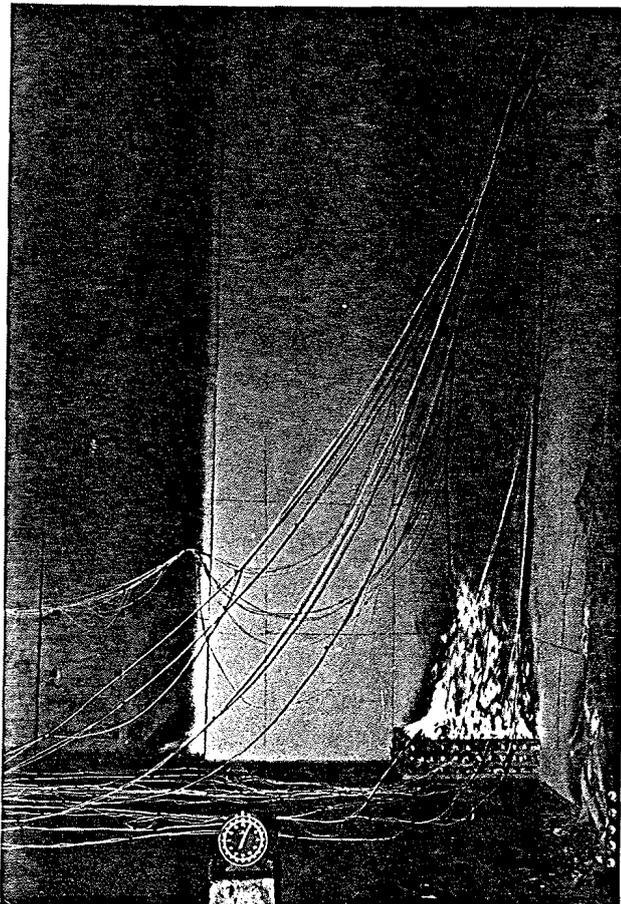
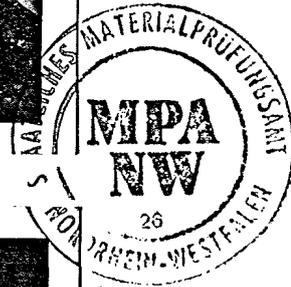


Abb. 62:

Brandgeschehen in der
4. Minute des Versuchs
Nr. 6

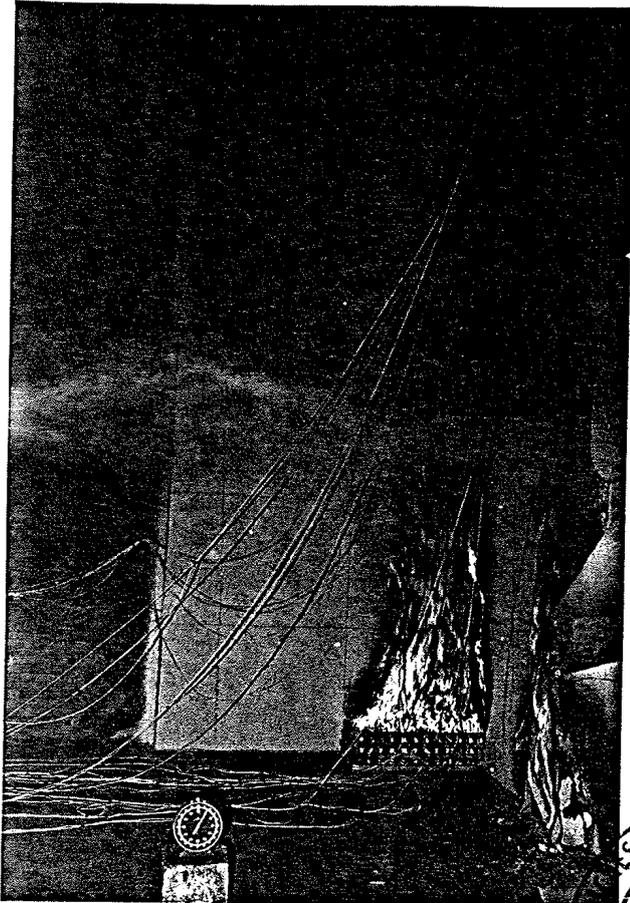


Abb. 63

Brandgeschehen in der
5. Minute des Versuchs
Nr. 6

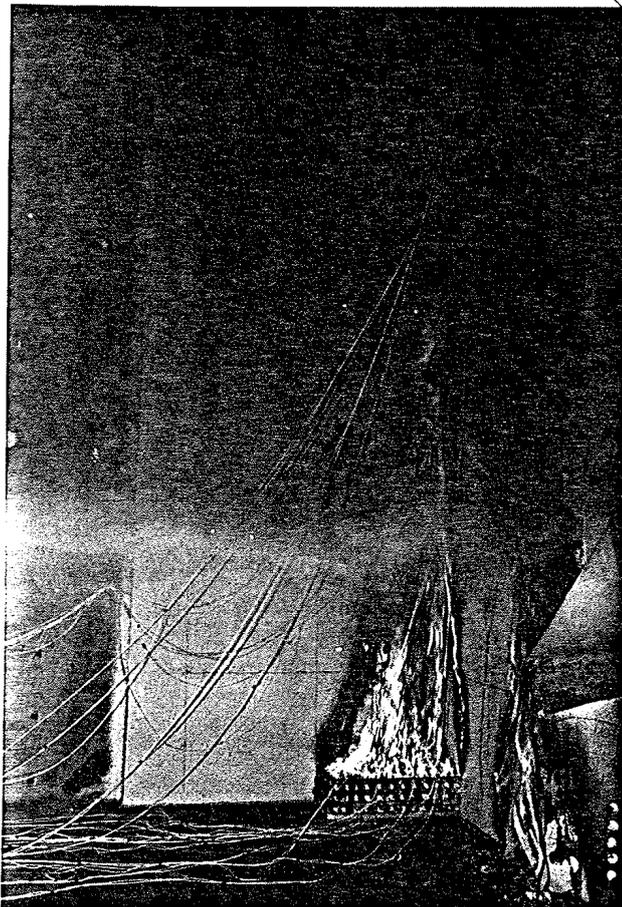


Abb. 64:

Brandgeschehen in der
6. Minute des Versuchs
Nr. 6

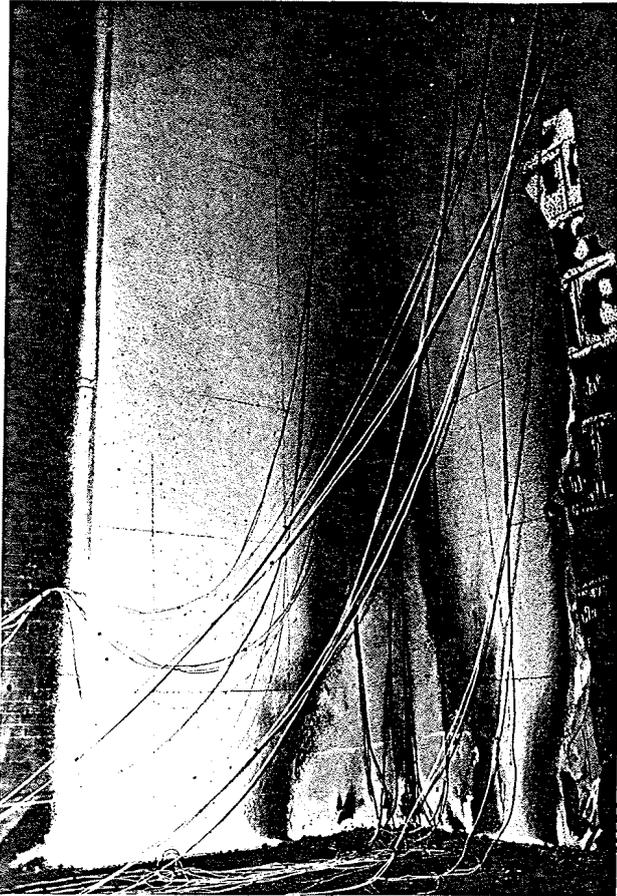


Abb. 65:

Wärmedämmverbundsystem
nach dem Versuch Nr. 6

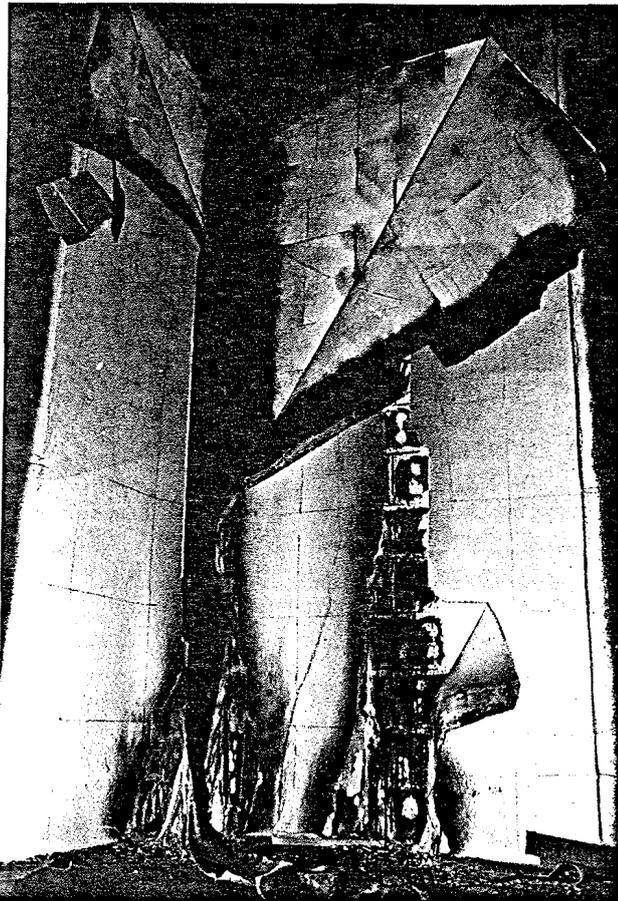


Abb. 66:

Wärmedämmverbundsystem
nach dem Versuch Nr. 6



4 Zusammenstellung wesentlicher Versuchsergebnisse und Schlußfolgerungen

4.1 Flammenhöhe

Wie die nachstehende Zusammenstellung ausweist, wurden bei den Versuchen im Eckbereich wesentlich größere Flammenhöhen beobachtet als bei den Versuchen im Bereich der ebenen Wand.

Versuch	Fassadenbefestigung	F _{Ecke}	F _{Wand}
Nr.		(m)	
1	PVC	-	4
2	PVC	5	-
3	Alu	-	4
4	Alu	5	-
5	Kleber	-	4,5
6	Kleber	5	-
0 Versuch	-	3,5	3,5

Bei allen Versuchen waren die Flammenhöhen deutlich größer als bei dem korrespondierenden Nullversuch. Es ist also festzustellen, daß die Wandbekleidungen zum Brand beigetragen haben. Wegen der erheblichen Rauchentwicklung war die Sicht in dem Brandraum so gering, daß ein signifikanter Unterschied der Flammenhöhen bei den einzelnen Befestigungsarten nicht zu erkennen war.



...

4.2 Beschädigungen der Dämmschicht bzw. des Putzes

Die Beschädigungen der äußeren Putzschichten entsprachen im wesentlichen den festgestellten Flammenhöhen soweit diese beobachtet werden konnten. Bei dem Versuch 4 wurde die Unterkonstruktion der Putzschicht so stark zerstört, daß der Putz nahezu vollständig abfiel.

Die Polystyrol-Hartschaumplatten und deren Befestigungsmaterialien (Schienen, Kleber) waren jeweils in wesentlich größerem Maße beschädigt als die Putzschicht.

Bei den Versuchen mit verklebten Polystyrol-Hartschaumplatten bzw. mit PVC-Schienen befestigten Platten war die Zerstörung bei Beanspruchung der ebenen Wand relativ begrenzt. Bei dem Versuch mit Beanspruchung der Ecke fand bei den mit PVC-Schienen befestigten Polystyrol-Hartschaumplatten eine Zerstörung (Verbrennung) bis unter die Decke statt. Das Zerstörungsbild wurde nach oben hin schmaler. Es läßt sich jedoch nicht feststellen ob bzw. in welcher Höhe die Branderscheinungen zum Stillstand gekommen wären.

Bei dem entsprechenden Versuch mit Befestigung der Polystyrol-Hartschaumplatten mit Alu-Schienen waren die Branderscheinungen wesentlich intensiver, die Wandbekleidung wurde nahezu vollständig zerstört.

Dies wird darauf zurückgeführt, daß sich die Nute in den Polystyrol-Hartschaum-Platten - offensichtlich aufgrund der besseren Wärmeleitung als bei den PVC-Schienen - in größeren Bereichen so öffneten, daß sich die Polystyrol-Hartschaumplatten lösten und dem Brand Angriffsmöglichkeiten im Bereich zwischen den Kalzium-Silikat-Platten und der Putzschicht boten.

Am günstigsten verhielt sich bei diesem Versuch das Wärmedämmverbundsystem mit verklebten Polystyrol-Hartschaumplatten. Hierbei kam die Brandausbreitung eindeutig zum Stillstand - wenn auch im Bereich der Dämmschicht erst ca. 2 m oberhalb der Flammenspitzen vor der Fassade.



4.3 Temperaturmeßergebnisse

Die bei den Versuchen mit Beanspruchung der ebenen Wand gemessenen Temperaturen (Mittelwert der Meßstellen vor der Wand, 10 cm unterhalb der Decke) sind in dem Diagramm Abb. 67 dargestellt, die entsprechenden Versuche mit Beanspruchung in der Ecke in Abb 68.

Zum Vergleich sind die entsprechenden Temperaturen der jeweiligen Nullversuche (ohne Wärmedämmverbundsysteme) eingetragen.

Wie die Diagramme ausweisen, entsprechen die Temperaturmeßergebnisse den Beobachtungen über die beschädigten Bereiche. Bei den Versuchen mit Alu-Schienen -insbesondere bei dem Versuch mit Brandbeanspruchung der Ecke wurden deutlich höhere Temperaturen gemessen als bei den anderen Versuchen.

• • •



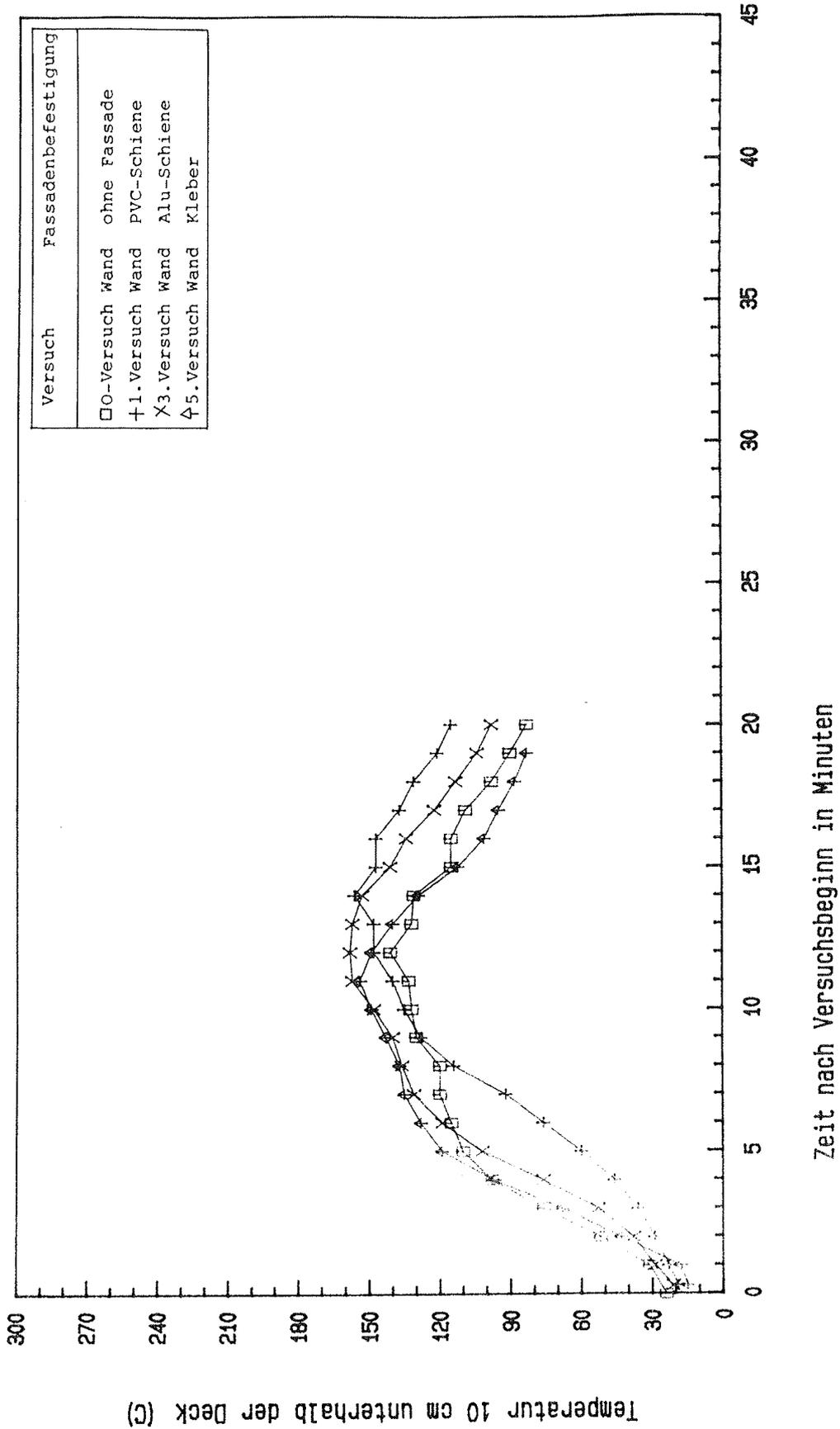


Abb. 67: Vergleich der Temperaturen bei Anordnung der Brandlast vor der Wand



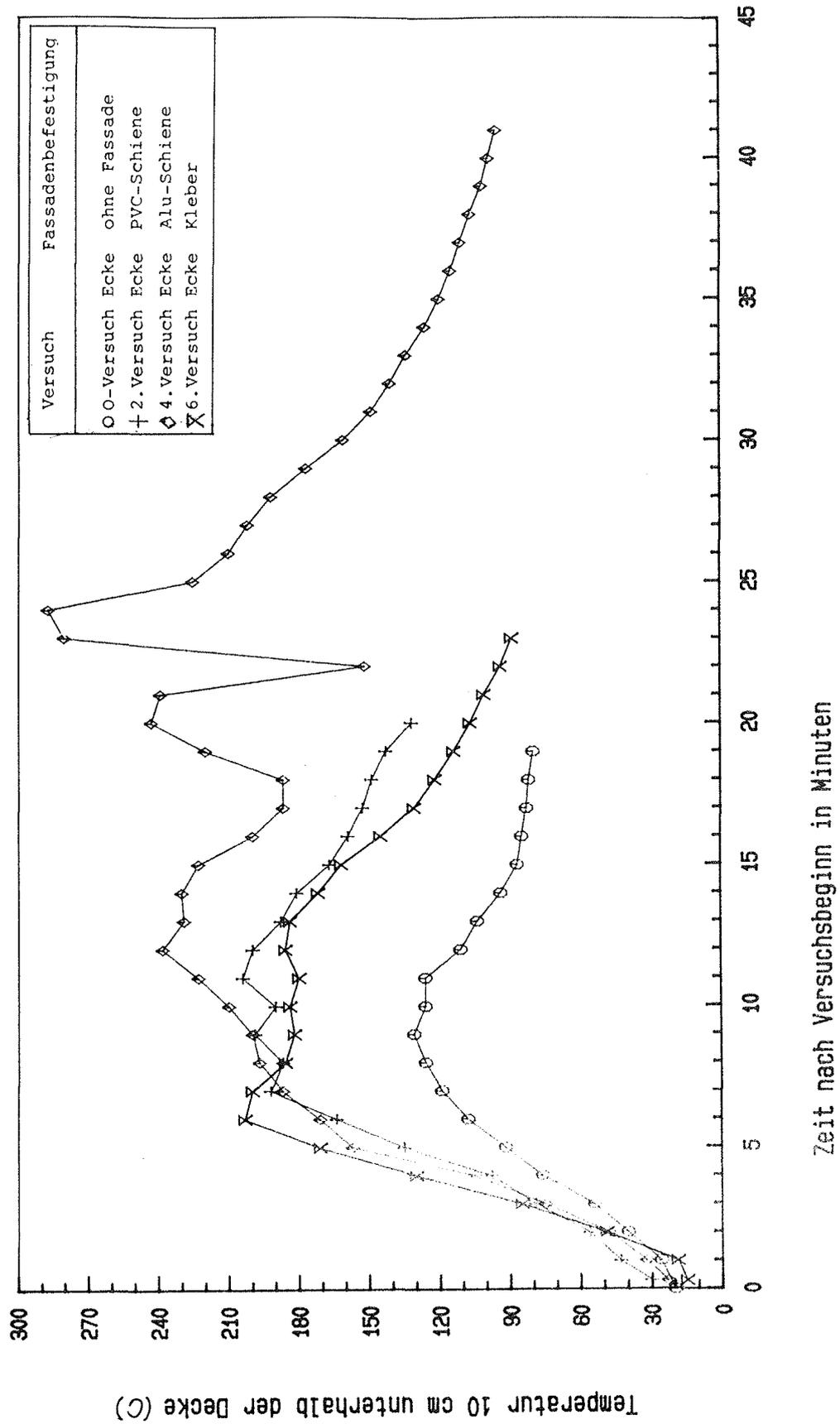


Abb. 68: Vergleich der Temperaturen bei Anordnung der Brandlast in der Ecke

5 Zusammenfassung

In einem 10 m x 8 m großen Raum wurden Brandversuche an Wärmedämmverbundsystemen aus Polystyrol-Hartschaum mit Putzbeschichtung durchgeführt, um den Einfluß der Befestigungsart auf die Brandausbreitung zu untersuchen. Das eingesetzte Wärmedämmverbundsystem entsprach bei Brandschachtversuchen nach DIN 4102 Teil 1 den Anforderungen an schwerentflammbare Baustoffe. Es handelte sich um einen Aufbau (mit Ausnahme der Befestigung mit PVC-Schiene) für den ein Prüfbescheid des Instituts für Bautechnik vorlag. Es wurden Versuche mit Beanspruchung der ebenen Wand sowie Versuche mit Beanspruchung der Raumecke durchgeführt. Die Brandlast wurde mit 25 kg Holz jeweils so gewählt, daß Flammenhöhen bis zu 3,5 m und eine Branddauer von ca. 20 Minuten ohne Beteiligung der Fassadenbekleidung erreicht wurden.

Die Versuchsergebnisse an dem aufgeklebten Wärmedämmverbundsystem bestätigen, das durch die Klassifizierung als schwerentflammbarer Baustoff nachgewiesene Sicherheitsniveau. Die Brandausbreitung kam sowohl in der Ecke als auch im Bereich der ebenen Wand unweit vom Bereich der Flammen der Primärbrandlast zum Stillstand.

Bei der Befestigung mittels PVC-Schienen kann dies nur für den Bereich der ebenen Wand festgestellt werden. Im Bereich der Ecke kam die Brandausbreitung nicht zum Stillstand, obwohl die Wandbekleidung ca. 5 m höher reichte als die Flammen der Primärbrandlast. Bei den Versuchen mit Alu-Schienen-Befestigung fand in der Ecke ein äußerst intensives Brandgeschehen statt, das bis zum Vollabbrand führte. Auch an der ebenen Wand kam die Brandausbreitung nicht zum Stillstand. Bei dieser Befestigungsart wird also nicht das Sicherheitsniveau erreicht, das durch die Forderung nach schwerentflammbaren Baustoffen erzielt werden soll.

Dortmund, den 23.9.1985

