

Vergleichende Brandversuche an Haus-  
schornsteinen aus genormten und  
zugelassenen Formstücken zur  
Ermittlung der Oberflächentemperatur  
nach DIN 18160 Blatt 6 und ISO 4736

**T 1817**

T 1817

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](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

VERGLEICHENDE BRANDVERSUCHE AN HAUSSCHORNSTEINEN  
AUS GENORMTEN UND ZUGELASSENEN FORMSTÜCKEN  
ZUR ERMITTLUNG DER OBERFLÄCHENTEMPERATUR  
NACH DIN 18 160 BLATT 6 UND ISO 4736

von

Jürgen Ehlbeck, Reinhold Freiseis und Peter Müller

Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine  
Abt. Baukonstruktionen  
Universität Fridericiana Karlsruhe  
o.Prof.Dr.-Ing. Jürgen Ehlbeck  
1986

V O R W O R T

Diese Arbeit entstand auf Anregung der Arbeitsgruppe "Prüfgrundsätze" im Normenausschuß Bau, AA II 39 "Hausschornsteine" im Deutschen Institut für Normung (DIN) und mit finanzieller Unterstützung des Instituts für Bautechnik, Berlin. Der forschenden Stelle standen die Herren Ing. F. Engelhard (Lohmor), Dipl.-Ing. A. Höß (München), Regierungsdirektor Dipl.-Ing. W. Klingelhöfer, (Dortmund) und Dipl.-Ing. G. Bauer (Berlin) als beratende Betreuungsgruppe zur Seite. Eine wesentliche zusätzliche Unterstützung erfolgte mit der Bereitstellung des Versuchsmaterials durch die Firmen

Heinrich Eimer, Klinkerwerk, Sobernheim/Nahe  
Krauss-Kaminwerke, Geiselbullach  
Schwendilator, Joseph Schwend GmbH & Cie., Baden-Baden  
Siemokat, Beton- und Kaminsteinwerk, Köln  
und Tuileries Réunies du Bas-Rhin, Riedseltz/Elsaß,

wobei auch der Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie, Bonn, behilflich war.

Das Ziel der Arbeit bestand darin, die Oberflächentemperaturen beim Heiz- und Ausbrennversuch nach DIN 18 160 Teil 6 und ISO 4736 vergleichend an fünf verschiedenen Schornsteinbauarten zu bestimmen, um zulässige Temperaturerhöhungen in den neu zu formulierenden DIN-Bestimmungen festlegen zu können.

Die Planung der Versuche erfolgte von Herrn Dipl.-Ing. Peter Müller, die Durchführung der Versuche und ihre Auswertungen wurden gemeinsam von den Herren Dipl.-Ing. Reinhold Freiseis und Dipl.-Ing. Peter Müller betreut. Die Herstellung der Versuchsschornsteine und die meßtechnische Abwicklung der Versuche besorgte Herr Heinz Paulus. Die Ermittlung der Materialeigenschaften oblag den Herren Willi Herlan und Manfred Hartmann. Bei der Darstellung der Ergebnisse halfen die wissenschaftlichen Hilfskräfte der Abteilung Baukonstruktionen der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine.

Allen Beteiligten sei für die gute Zusammenarbeit gedankt.

Jürgen Ehlbeck

I N H A L T

1	Ziel der Untersuchungen	1
2	Vergleich der in DIN 18 160 Blatt 6 (8.1968) bzw. in ISO 4736 (11.1979) festgelegten Prüfgrundsätze	4
3	Auswahl der zu prüfenden Schornsteintypen	6
4	Materialkennwerte	12
4.1	Eigenschaften der Schornsteinformstücke bzw. Mauerziegel im Anlieferungszustand	12
4.2	Druckfestigkeit der Schornsteinformstücke bzw. Mauerziegel nach dem Brandversuch	15
4.3	Eigenschaften der Versetzmörtel	16
5	Durchführung der Brandversuche	17
5.1	Ermittlung der Temperaturen und Temperaturerhöhungen	18
5.2	Längsverformungen der Schornsteine	19
5.3	Gasdichtheit	19
5.4	Rißbildung	20
5.5	Kehrversuch	20
6	Versuchsergebnisse	21
6.1	Temperaturen und Temperaturerhöhungen	21
6.2	Temperaturverläufe	23
6.3	Längenänderungen	24
6.4	Gasdichtheit	24
6.5	Rißverlauf und Rißbreiten	25
6.6	Kehrgut	25

7	Schlußfolgerungen	27
7.1	Vergleich der Oberflächentemperaturen nach DIN 18 160 Blatt 6 und ISO 4736	27
7.2	Vergleich zwischen den Ergebnissen des Heizversuches und Wärmedurchlaßwiderstands- messungen	30

## 1 Ziel der Untersuchungen

Nach Einführung der ISO 4736 "Fire tests - Small chimneys - Testing at elevated temperatures" im November 1979 hat sich in den ersten Versuchen gezeigt, daß beim 500°C-Heizversuch (Betriebsphase 2) nach dieser neuen Norm bis zum Erreichen der Ausgleichstemperatur an allen Oberflächenmeßstellen teilweise größere Temperaturerhöhungen als beim Heizversuch nach der damals sich in der Überarbeitung befindlichen DIN 18 160 Blatt 6 "Feuerungsanlagen, Prüfgrundsätze für Hausschornsteine" (Ausgabe August 1968) auftreten. Diese Tatsache war im Rahmen der Neufassung der DIN 18 160 Teil 1 bzw. Teil 6 bei der Festlegung der maximal zulässigen Oberflächentemperaturen bzw. Oberflächen-temperaturerhöhungen beim Heiz- bzw. Ausbrennversuch zu berücksichtigen.

In der inzwischen erschienenen Neuausgabe der DIN 18 160 Teil 6 (Ausgabe Juli 1982), welche auf der Grundlage der internationalen Norm ISO 4736 erstellt wurde, ist in Abschnitt 3.4 die bei der Heizbeanspruchung entsprechend Betriebsphase 2 (500°C-Versuch) auf den Außenflächen des Prüfschornsteins an jeder einzelnen Meßstelle zugelassene Temperaturerhöhung auf 80 K (Kelvin) begrenzt. Bei der Ausbrennbeanspruchung entsprechend der Rußbrandphase (1000°C-Versuch) darf diese Temperaturerhöhung im Mittel aus den beiden Meßwerten eines jeden Meßquerschnittes nicht mehr als 140 K betragen, wobei an ungünstigen Meßstellen, wie z.B. Wärmebrücken, der Wert nicht mehr als 160 K betragen darf.

In der Neuausgabe der DIN 18 160 Teil 1 (Ausgabe April 1981) wird in Abschnitt 4.8 "Brandsicherheit und Standsicherheit des Gebäudes" festgelegt, daß sich bei Abgastemperaturen nach Abschnitt 4.6 dieser Norm in Übereinstimmung mit DIN 18 160 Teil 6

die freien Außenseiten der Schornsteine beim Heizversuch auf nicht mehr als 100°C und in der Rußbrandphase auf nicht mehr als 160°C erwärmen dürfen. Diese Festlegung stieß schon während der Entwurfsfassung im NABau - Arbeitsausschuß "Prüfgrundsätze" auf Bedenken, da im Heizversuch bei in früheren Jahren durchgeführten Zulassungsprüfungen von Schornsteinen aus Leichtbetonformstücken teilweise eine höhere Temperatur als 100°C auf der Schornsteinaußenseite erreicht wurde, und in der DIN 18 160 Blatt 6 die zulässige Oberflächentemperaturerhöhung im Heizversuch bei 120 K statt 80 K lag.

Das vorliegende Forschungsvorhaben sollte klären, ob die inzwischen in der DIN 18 160 Teil 6 festgelegten maximal zulässigen Temperaturerhöhungen der Schornsteinaußenseite von 80 K bei einer Heizbeanspruchung entsprechend Betriebsphase 2 dieser Norm und der ISO-Norm 4736 beibehalten werden können. Dazu sollten vergleichende Brandversuche an verschiedenen Hausschornsteinbauarten nach den Vorschriften der DIN 18 160 Blatt 6 (8.68) und den in ISO 4736 festgelegten Prüfgrundsätzen durchgeführt werden. Diese Versuche sollten es ermöglichen, die durch die verschiedene Brandbeanspruchung beim Heizversuch und beim Ausbrennversuch bei Prüfung nach der bisherigen Norm DIN 18 160 Blatt 6 bzw. bei Prüfung nach ISO 4736 erhaltenen unterschiedlichen Temperaturerhöhungen miteinander vergleichen zu können und festzustellen, ob die früher bereits geprüften Schornsteinbauarten die Anforderungen der anzuwendenden neuen Prüfnormen erfüllen. Dies war erforderlich, da im Zuge der Neufassung der DIN 18 160 Blatt 6 "Feuerungsanlagen, Prüfgrundsätze für Hausschornsteine" eine weitgehende Übereinstimmung der Prüfungsbedingungen und Beurteilungskriterien für Prüfungen an Prüfschornsteinen mit den im Rahmen der internationalen Normung in der Norm ISO 4736 festgelegten Prüfgrundsätzen anzustreben war, jedoch auch gewährleistet sein sollte, daß genormte und bereits zugelassene Hausschorn-

steine den Anforderungen der neuen DIN 18 160 Teil 1 und Teil 6 genügen können, wobei nunmehr zur Beurteilung der Widerstandsfähigkeit gegen Wärme und Rußbrände im Innern des Hausschornsteins nach DIN 18 160 Teil 1 (4.81), Abschnitt 4.6 Prüfungen nach DIN 18 160 Teil 6, Abschnitt 6.1 am Prüfschornstein A zugrunde zu legen sind.

Für die zu prüfenden Hausschornsteinbauarten sollten möglichst nur solche Materialien bzw. Systeme ausgewählt werden, die sich bereits einer Wärmedurchlaßwiderstandsprüfung unterzogen hatten, da überprüft werden sollte, ob und ggfls. welche Korrelation zwischen den Ergebnissen des Heizversuches und den Wärmedurchlaßwiderstandsmessungen besteht. Über die ausgewählten Schornsteintypen und die durchgeführten Prüfungen wird im folgenden berichtet.

2 Vergleich der in DIN 18 160 Blatt 6 (8.1968) bzw. in ISO 4736 (11.1979) festgelegten Prüfgrundsätze

In DIN 18 160 Blatt 6, Abschnitt 3, war festgelegt, die Prüfung an zwei Prüfschornsteinen von ungefähr 4,50 m Höhe durchzuführen. Die Prüfschornsteine entsprachen im Aufbau und in der Anordnung der Temperaturmeßstellen im wesentlichen dem in der Neuausgabe der DIN 18 160 Teil 6 dargestellten Prüfschornstein A sowie dem in ISO 4736 spezifizierten Prüfschornstein. Nach DIN 18 160 Blatt 6 war für zwei Prüfschornsteine je ein Heizversuch und ein Ausbrennversuch durchzuführen, wobei die Temperaturbelastungen nach Bild 2 dieser Norm gesteigert werden sollten. Die Temperaturbeanspruchung erfolgte durch das erwärmte Verbrennungsgas-Luft-Gemisch, welches beim Heizversuch mittels eines geraden Rohrstückes, beim Ausbrennversuch mittels Rohrkrümmer in den Schornstein eingeleitet wurde. Die Prüfanordnung für die Schornsteine beim Heiz- und Ausbrennversuch nach DIN 18 160 Blatt 6 und nach ISO 4736 geht aus Bild 1 (Anlage 1) hervor. Bild 2 (Anlage 2 zeigt den nach ISO 4736 spezifizierten Prüfschornstein mit dem für die Rauchgaseinleitung erforderlichen Rohrkrümmer sowie dem Rauchfang und der Kennzeichnung der Lage der Temperaturmeßstellen in den Meßquerschnitten. Die Prüfhöhe des Schornsteins soll sich dem praktischen Anwendungsbereich anpassen, jedoch mindestens 4,50 m betragen. Eine Vorzugshöhe von 5,0 m wird empfohlen.

Der Prüfablauf für den Heiz- bzw. Ausbrennversuch nach DIN 18 160 Blatt 6 ist in Bild 3 (Anlage 3) dargestellt. Die Prüfung der Schornsteine erfolgt nach einer für die Bauart und Herstellungsweise angemessenen Standzeit. Vor Beginn des Heizversuches ist der Prüfschornstein bei einer Temperatur von 95°C ± 10 grd an den Innenmeßstellen des Meßquerschnittes 1 an drei aufeinanderfolgenden Tagen jeweils 6 Stunden oder ohne Unterbrechung 18 Stunden lang auszutrocknen. Die Lufttemperatur im Prüfraum muß während

24 Stunden vor Beginn der Versuche  $20^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ grad}$  betragen. Bei der Prüfung nach DIN 18 160 Blatt 6 und Temperaturbeanspruchungen nach den in Bild 3 (Anlage 3) dargestellten Soll-Heizkurven ist beim Heizversuch eine Versuchsdauer von 10 Stunden vorzusehen. Der Versuch kann jedoch nach einer Heizdauer von mindestens 6 Stunden vorzeitig abgebrochen werden, wenn an den Oberflächenmeßstellen des Meßquerschnittes 1 die Temperatur mindestens 15 min lang konstant geblieben ist. Beim Ausbrennversuch sollte nach 10 min eine Rauchgastemperatur im Meßquerschnitt 1 zwischen  $850^{\circ}\text{C}$  und  $950^{\circ}\text{C}$  erreicht sein, und anschließend 60 min lang eine Temperatur zwischen  $900^{\circ}\text{C}$  und  $1000^{\circ}\text{C}$  gehalten werden. Die Überprüfung der Gasdichtheit der Prüfschornsteine ist vor und nach dem Heizversuch bei einem Überdruck von 4 mm WS (40 Pa) und nach dem Ausbrennversuch bei einem Überdruck von 2 mm WS (20 Pa) jeweils bei Raumtemperatur vorzunehmen.

Der Versuchsablauf nach ISO 4736 ist in Bild 4 (Anlage 4) angegeben. Danach ist am Prüfschornstein zusätzlich zum Heizversuch und zum Ausbrennversuch vorher ein Heizversuch mit  $350^{\circ}\text{C}$  (Betriebsphase 1) und als Trocknungsphase ein  $200^{\circ}\text{C}$ -Versuch durchzuführen.

Die Prüfung von Schornsteinen nach ISO 4736 erfolgt gemäß den in Figure 3 der ISO-Norm angegebenen und in Bild 4 (Anlage 4) dargestellten Heizkurven. Beim  $200^{\circ}\text{C}$ -,  $350^{\circ}\text{C}$ - und  $500^{\circ}\text{C}$ -Versuch erfolgt die Beheizung mit konstanter maximaler Steuertemperatur im Meßquerschnitt 1 solange, bis sich an allen Oberflächenmeßstellen die Ausgleichstemperatur einstellt. Diese gilt als erreicht, wenn sich die Temperatur an allen Oberflächenmeßstellen innerhalb einer Zeitdauer von 30 min um nicht mehr als 2 K ändert. Die Zeitdauer bis zum Abschalten des Brenners bei der Schornsteinbrandphase ( $1000^{\circ}\text{C}$ -Versuch) beträgt 40 Minuten. Die Gasdichtheitsprüfungen sind zu den in Bild 4 (Anlage 4) dargestellten Zeitpunkten durchzuführen, wobei die nach dem Ausbrennversuch bei Raumtemperatur durchzuführende Dichtheitsprüfung nach dem Kehren erfolgt.

### 3 Auswahl der zu prüfenden Schornsteintypen

Zu Beginn der Arbeiten war vorgesehen, folgende fünf Prüfschornsteintypen für die vergleichenden Brandversuche heranzuziehen und je einen Schornstein nach DIN 18 160 Blatt 6 und einen nach ISO 4736 zu prüfen:

- 1.) Schornstein aus vollwandigen Formstücken aus Leichtbeton nach DIN 18 150 Teil 1 mit einer Wangendicke von 10 cm und hoher Rohdichte ( $\rho \approx 1,75 \text{ kg/dm}^3$ )
- 2.) Schornstein aus Leichtbeton-Zellenformstücken nach DIN 18 150 Teil 1 mit einer Schalendicke von 3,5 cm und hoher Rohdichte ( $\rho \approx 1,85 \text{ kg/dm}^3$ )
- 3.) Schornstein aus vollwandigen Leichtbetonformstücken nach Zulassung mit 8 cm Wangendicke und hoher Rohdichte
- 4.) Dreischaliger Schornstein nach Zulassung mit geringstmöglichen Schalendicken
- 5.) Schornstein aus Mauerziegeln hoher Rohdichte und einer Wangendicke von 11,5 cm.

Im Zuge der Beschaffung des Versuchsmaterials wurde für den ursprünglich unter 1.) aufgeführten Schornsteintyp mit vollwandigen Leichtbetonformstücken nach DIN 18 150 Teil 1 mit hoher Rohdichte nach Abstimmung mit der Beratergruppe ein solcher aus

geschoßhohen, vollwandigen Leichtbetonformstücken nach Zulassung mit 10 cm Wangendicke und höherer Leichtbetonrohddichte in das Versuchsprogramm aufgenommen. Diese Änderung des vorgesehenen Programmes wurde vorgenommen, da vollwandige Leichtbetonformstücke nach DIN 18 150 Teil 1 mit hoher Rohddichte praktisch nicht hergestellt werden. Die geschoßhohen Schornsteinformstücke nach Zulassung sind bereits einer Wärmedurchlaßwiderstandsprüfung unterzogen worden.

Außerdem wurde als Ersatz für den vorgesehenen dreischaligen Schornstein ein Schornsteinpaar aus Ziegeln mit niedrigerer Rohddichte (höchstens  $1,6 \text{ kg/dm}^3$ ) in den Versuchsplan aufgenommen, da man sich von der Prüfung eines dreischaligen Schornsteins im Hinblick auf die in der neuen Norm DIN 18 160 Teil 6 festzulegenden maximalen Temperaturerhöhungen keine neuen Erkenntnisse versprach und die Versuche mit Schornsteinen aus Mauerziegeln hoher Rohddichte und einer Wangendicke von 11,5 cm wegen der verhältnismäßig hohen Ziegelrohddichte sehr hohe Temperaturerhöhungen gezeigt hatten.

Die ausgewählten Schornsteinpaare (im folgenden sind diese mit Schornsteintyp A bis E bezeichnet) sind hier im einzelnen aufgelistet:

Schornsteintyp A: Schornstein aus Leichtbeton-Zellenformstücken nach DIN 18 150 Teil 1 mit 3,5 cm Schalendicke und hoher Rohddichte ( $\rho \approx 1,85 \text{ kg/dm}^3$ )

Schornsteintyp B: Schornstein aus vollwandigen Leichtbetonformstücken nach Zulassung mit 8 cm Wangendicke und hoher Rohddichte

Schornsteintyp C: Schornstein aus geschoßhohen vollwandigen Leichtbetonformstücken nach Zulassung mit 10 cm Wangendicke und hoher Leichtbetonrohddichte

Schornsteintyp D: Schornstein aus Mauerziegeln mit niedriger Rohddichte ( $\rho \leq 1,60 \text{ kg/dm}^3$ ) und einer Wangendicke von 11,5 cm

Schornsteintyp E: Schornstein aus Mauerziegeln mit hoher Rohddichte und einer Wangendicke von 11,5 cm.

Es folgt eine kurze Beschreibung der aus den genannten Formstücken und Steinen aufgebauten Schornsteine.

1.) Schornsteintyp A: Die beiden Prüfschornsteine bestanden aus je 18 Leichtbeton-Zellenformstücken nach DIN 18 150 Teil 1 von ca. 24 cm Höhe und einer lichten Weite von 20 x 20 cm. Die Gesamthöhe der Prüfschornsteine betrug etwa 4,52 m. Der Schornsteinaufbau einschließlich der Lage der Meßstellen sowie ein Quer- und Längsschnitt durch ein Einzelformstück geht aus Bild 5 (Anlage 5) hervor.

2.) Schornsteintyp B: Diese beiden einschaligen Schornsteine bestanden aus je 21 gleichartigen vollwandigen Leichtbetonformstücken nach Zulassung. Über dem unteren Fußformstück

befand sich jeweils ein Formstück mit der doppelten Höhe, welches eine Öffnung zur Entnahme des Kehrgutes enthielt. Die Höhe der regelmäßigen Formstücke betrug 19,3 cm. Die lichte Weite betrug für alle Formstücke 20 x 20 cm. Die Gesamthöhe der Prüfschornsteine betrug etwa 4,75 m. Den Längsschnitt sowie für das Einzelformstück einen Längsschnitt und eine Draufsicht mit Anordnung der Meßstellen zeigt Bild 6 (Anlage 6).

- 3.) Schornsteintyp C: Die einschaligen geschoßhohen Prüfschornsteine bestanden aus drei Teilen mit den Querschnittsabmessungen von etwa 40 x 40 cm und einem lichten Innendurchmesser von 20 cm und waren mit geschweißten Betonstahlmatten bewehrt. Das untere und obere Teilstück wies in der Länge jeweils 121 cm auf, während die Länge des mittleren Stückes 219 cm betrug. Die Gesamthöhe der Prüfschornsteine betrug etwa 4,63 m. Bild 7 (Anlage 7) zeigt den Längsschnitt sowie einen Querschnitt einschließlich der Lage der Meßstellen in den Meßquerschnitten.
- 4.) Schornsteintyp D: Die einschaligen gemauerten Prüfschornsteine aus Mauerziegeln niedriger Rohdichte bestanden aus 36 Steinschichten (Ziegel nach DIN 105 Mz 28-1,8 im Format - 2DF).

Die äußeren Querschnittsabmessungen der Schornsteine betragen etwa 43 cm x 43 cm, während der lichte Innenquerschnitt die Abmessungen von 20 cm x 20 cm aufwies. Die Gesamthöhe der Prüfschornsteine betrug etwa 4,58 m. Aus Bild 8 (Anlage 8) gehen der Schornsteinaufbau sowie die Anordnung der Meßstellen hervor.

- 5.) Schornsteintyp E: Die gemauerten Prüfschornsteine aus Mauerziegeln hoher Rohdichte bestanden aus 54 Mauerziegelschichten (Ziegel nach DIN 105 Mz 28-2,2 im Normalformat). Wie bei den Schornsteinen des Typs D betragen die äußeren Querschnittsabmessungen ca. 43 x 43 cm und der lichte Innenquerschnitt etwa 20 cm x 20 cm. Die Gesamthöhe der Prüfschornsteine betrug etwa 4,50 m. Der Schornsteinaufbau einschließlich der Lage der Meßstellen im Querschnitt ist in Bild 9 (Anlage 9) dargestellt.

Das Material für die ausgewählten Schornsteinpaare wurde über die Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine der Universität (TH) Karlsruhe beschafft; ebenso wurden die Schornsteine von ca. 4,50 Höhe und 20 x 20 cm lichter Weite bzw. 20 cm lichtem Durchmesser durch das Personal der Prüfanstalt aufgebaut. Der Aufbau der Schornsteine erfolgte genau in der in den Bildern 5 bis 9 (Anlagen 5 bis 9) dargestellten Weise. Alle Prüfschornsteine besaßen

etwa 100 cm über dem Fußboden des Prüfraums die Öffnung zur Einleitung des Verbrennungsgas-Luft-Gemisches, sowie ca. 25 cm über der Oberkante des Fußbodens eine Öffnung für die Entnahme des Kehrgutes. Die Bilder 10 und 11 (Anlage 10) zeigen beispielhaft die aufgemauerten Schornsteinpaare der Typen D und E im Prüfraum.

#### 4 Materialkennwerte

Die Überprüfung der verwendeten Baustoffe erstreckte sich sowohl auf die Prüfung des verwendeten Formstück- bzw. Steinmaterials als auch auf die Überprüfung der verwendeten Versetzmörtel. Bei den Leichtbetonformstücken wurden die Abmessungen und das Gewicht, sowie die Rohdichte, der Luftdurchsatz bei 100 Pa Innendruck und die Druckfestigkeit im Anlieferungszustand ermittelt. Außerdem wurde vergleichsweise die Druckfestigkeit von eingebauten Formstücken nach der Brandbeanspruchung festgestellt. Der für das Versetzen der einzelnen Formstücke bzw. Steine verwendete Versetzmörtel wurde durch Biege- bzw. Druckfestigkeitsprüfungen nach DIN 18 555 auf seine Eignung überprüft.

##### 4.1 Eigenschaften der Schornsteinformstücke bzw. Mauerziegel im Anlieferungszustand

Abmessungen, Gewicht, Rohdichte und Druckfestigkeit wurden für alle Materialien an nicht eingebauten Formstücken bzw. Mauerziegeln festgestellt. Für die Prüfung der Leichtbetonformstücke wurde DIN 18 150 Teil 1 (Ausgabe September 1979) und Teil 2 (in der Fassung als Vornorm vom September 1979) zugrunde gelegt. Die Prüfung der Mauerziegel erfolgte gemäß DIN 105 Teil 1 (Ausgabe November 1982). Bei den Formstücken wurde zusätzlich die Gasdurchlässigkeit im Anlieferungszustand ermittelt.

##### 4.1.1 Leichtbeton-Zellenformstücke des Schornsteintyps A

Die Nennmaße betragen für die Außenabmessungen 40 x 40 cm, für die lichte Weite 20 x 20 cm und für die Höhe 24 cm. Bei einem Nennmaß der Schalendicke von 3,5 cm darf die Rohdichte der Form-

stücke im Mittel höchstens  $1,85 \text{ kg/dm}^3$  betragen. Die Ergebnisse der an sechs lufttrockenen Leichtbetonformstücken durchgeführten Prüfungen im Anlieferungszustand sind in den Tabellen 1 und 2 (Anlage 11) zusammengestellt. Die Anforderungen an die Abmessungen sind erfüllt.

Die Gasdurchlässigkeit der Steine lag im Mittel über dem geforderten oberen Grenzwert von  $0,003 \text{ m}^3$  je Sekunde Luftvolumenstrom, bezogen auf  $1 \text{ m}^2$  innere Schornsteinoberfläche bei 100 Pa Innendruck und einer Raumtemperatur von  $20^\circ\text{C}$ . In DIN 18 160 Blatt 6, Abschnitt 2.2 ist dieser Grenzwert des Luftvolumenstroms mit  $30 \text{ cm}^3/\text{s}$  unter Normalbedingungen (auch noch  $30 \text{ Ncm}^3/\text{s}$  geschrieben) angegeben, d.h., daß bei einem konstanten Überdruck im Innern des Schornsteins von 10 mm WS (= 100 Pa) und einer Temperatur von  $20^\circ\text{C}$  im Prüfraum der Luftstrom der zur Erzeugung des Überdrucks eingeblasenen Luft bezogen auf  $1 \text{ dm}^2$  innere Oberfläche der Schornsteinwandung höchstens  $30 \text{ cm}^3$  je Sekunde betragen darf.

Die bei der abschließenden Druckfestigkeitsprüfung der Steine erreichte mittlere Druckfestigkeit betrug  $19,6 \text{ N/mm}^2$ . Somit sind die Steine in die Festigkeitsklasse FLB 12 einzustufen.

#### 4.1.2 Vollwandige Leichtbetonformstücke des Schornsteintyps B

Bei einer lichten Weite von  $20 \times 20 \text{ cm}$  und einer Höhe von ca. 19 cm soll die Wangendicke der vollwandigen unbewehrten Schornsteinformstücke aus Leichtbeton nach Zulassung 8 cm betragen. Dabei soll die Formstückrohddichte möglichst nahe an den zulässigen Grenzwert für Ziegelsplittbeton von  $1,80 \text{ kg/dm}^3$  heranreichen. Die an vier lufttrockenen Leichtbetonformstücken ermittelten Abmessungen und die Masse der Formstücke sind in

Tabelle 3 (Anlage 12) angegeben. Die Rohdichte, der Luftdurchsatz bei einem Innendruck von 100 Pa und die Druckfestigkeit der vier Formstücke vor der Brandbeanspruchung gehen aus Tabelle 4 (Anlage 12) hervor. Die in der Zulassung an Abmessungen, Gasdurchlässigkeit, Rohdichte und Druckfestigkeit der Formstücke gestellten Anforderungen waren erfüllt.

#### 4.1.3 Geschoßhohe vollwandige Leichtbetonformstücke des Schornsteintyps C

Die 10 cm dicken Wangen der vollwandigen geschoßhohen Leichtbetonformstücke aus Ziegelsplittbeton nach Zulassung waren ganzflächig mit geschweißten Betonstahlmatten BSt 500/550 RK bewehrt. Der Durchmesser der Längsstäbe der Mattenbewehrung betrug 4 mm. Die Außenabmessungen (Sollwerte) der Formstücke betragen 40 x 40 cm bei einem lichten Innendurchmesser von 20 cm. Die Rohdichte der Formstücke soll möglichst nahe am zulässigen Grenzwert für Ziegelsplittbeton von  $1,80 \text{ kg/dm}^3$  liegen.

Die Abmessungen, die Masse sowie die Rohdichte, der Luftdurchsatz und die Druckfestigkeit wurden an ca. 24 cm hohen Vergleichsformstücken ermittelt. Die Vergleichsformstücke wurden von der Lieferfirma zusätzlich zu den für die Brandprüfungen erforderlichen Leichtbetonformstücken von ca. 2,19 m und ca. 1,21 m Höhe aus der gleichen Leichtbetonmischung und mit der gleichen Bewehrung bereitgestellt.

Die Ergebnisse der an fünf Vergleichsformstücken vorgenommenen Prüfungen sind in den Tabellen 5 und 6 (Anlage 13) mitgeteilt. Die in der Zulassung hinsichtlich der Abmessungen gestellten Anforderungen waren erfüllt. Die Leichtbetonrohichte (ohne Bewehrung), die Gasdurchlässigkeit und die Formstückdruckfestigkeit genügten den Anforderungen des Zulassungsbescheides.

#### 4.1.4 Mauerziegel für den Schornsteintyp D

Als Versuchsmaterial wurden Mauerziegel mit niedriger Rohdichte des Typs DIN 105 Mz 28-1,8-2DF verwendet. Diese wurden von einem von der Versuchsanstalt überwachten Ziegelwerk geliefert. Die Ergebnisse der Überprüfung sind in Tabelle 7 (Anlage 14) enthalten. Die Steine erfüllten die nach DIN 105 gestellten Anforderungen bzgl. der Abmessungen, der Rohdichte und der Druckfestigkeit.

#### 4.1.5 Mauerziegel für den Schornsteintyp E

Für die Aufmauerung der Prüfschornsteine aus Mauerziegeln mit möglichst hoher Rohdichte wurden Ziegel DIN 105 Mz 28-2,2-NF verwendet. Die Ziegel (Vollziegel ohne Löcher) wurden durch Vermittlung des "Bundesverbandes der Deutschen Ziegelindustrie" beschafft.

Die Ergebnisse der Überprüfung enthält Tabelle 8 (Anlage 14). Die Ziegel erfüllten die nach DIN 105 hinsichtlich der Abmessungen, der Rohdichte und der Druckfestigkeit gestellten Anforderungen.

#### 4.2 Druckfestigkeit der Schornsteinformstücke bzw. Mauerziegel nach dem Brandversuch

Nach Abschluß der Brandversuche wurde an Formstücken bzw. Mauerziegeln, welche während der Brandversuche im Schornstein eingebaut waren, vergleichsweise die Druckfestigkeit nach DIN 18 150 Teil 2 bzw. DIN 105 Teil 1 festgestellt. Dazu wurden nach Abschluß der Brandversuche Formstücke bzw. Steine aus den Prüf-

schornsteinen oberhalb des Meßquerschnittes 1 entnommen. Die Restfestigkeit der den Brandversuchen ausgesetzten Formstücke bzw. Ziegel muß nach DIN 18 160 Blatt 6 (8.68), Abschn. 2.1 mindestens noch 70 % der Ausgangsfestigkeit betragen. Die Ergebnisse dieser Druckfestigkeitsprüfungen nach den Brandversuchen sind in Tabelle 9 (Anlage 15) mitgeteilt. Die Normanforderungen waren erfüllt.

#### 4.3 Eigenschaften der Versetzmörtel

Die für die Schornsteine der Typen B und C nach den entsprechenden Zulassungen geforderte Güte des Versetzmörtels soll der Mörtelgruppe II nach DIN 1053 entsprechen. Aufgrund dieser Festlegung wurde auch für die Versetzmörtel der gemauerten Schornsteine der Typen D und E sowie des Schornsteintyps A aus genormten Formstücken mindestens eine Mörtelgüte entsprechend MG II nach DIN 1053 vorgesehen.

Die nach DIN 18 555 Teil 1 ermittelten Werte für Rohdichte, Biegezugfestigkeit und Druckfestigkeit der Mörtel sind in Tabelle 10 (Anlage 16) enthalten. Danach waren die nach DIN 18 160 Teil 1 (4.81), Abschnitt 10.2.3, und die nach den Zulassungen an die Mörtel zu stellenden Mindestanforderungen erfüllt.

## 5 Durchführung der Brandversuche

Von den zu prüfenden Schornsteinpaaren wurde jeweils einer (Schornstein Nr. 1) nach DIN 18 160 Blatt 6 nach der Vortrocknung zunächst im Heizversuch und dann im Ausbrennversuch nach den in Bild 3 angegebenen Temperaturkurven geprüft. Dabei wurde die Temperatur im Meßquerschnitt 1 beim Heizversuch innerhalb einer Stunde auf 300°C gesteigert. Anschließend wurde bis zu einer Versuchsdauer von 3,5 Stunden als Steuertemperatur die obere Grenztemperatur der Sollheizkurve gewählt. Es wurde angestrebt, im weiteren Verlauf des Versuchs diese Steuertemperatur bei 500°C konstant zu halten, um eine möglichst gute Vergleichbarkeit mit den nach ISO 4736 geprüften Schornsteinen zu gewährleisten.

Beim Ausbrennversuch wurde die Temperaturbelastung bis zu einer Steuertemperatur von 950°C im Meßquerschnitt 1 innerhalb von 15 min kontinuierlich nach der in Bild 3 dargestellten Sollheizkurve gesteigert und anschließend im Rahmen der zulässigen Bandbreite von 50K bis zum Abschalten des Brenners konstant gehalten.

Der zweite Schornstein (Schornstein Nr. 2) eines jeden Schornsteinpaares wurde nach ISO 4736 den Temperaturbelastungen nach Bild 4 unterworfen.

In beiden Fällen erfolgte die Beheizung mit einem Ölbrenner (Bauart Appelt, TOM 1). Als Brennstoff wurde leichtes Heizöl EL nach DIN 51 603 Teil 1 verwendet. Die Rauchgaseinführung erfolgte in ca. 1,0 m Höhe auf der Vorderseite der Prüfschornsteine. Zur Einleitung des Rauchgases (Verbrennungsgas-Luft-Gemisch) wurde jeweils der nach der entsprechenden Norm vorgeschriebene Rohrkrümmer verwendet, mit Ausnahme beim Heizversuch nach DIN 18 160 Blatt 6, bei dem das Rauchgas ohne Krümmer nur mit einem Rohr-

stutzen in den Schornstein eingeleitet wurde. Die nach den Vorschriften zu ermittelnden Temperaturen sowie die Temperaturerhöhungen der Schornsteinaußenflächen wurden für beide Prüfschornsteine ermittelt. Außerdem wurden auf der Schornsteinvorderseite die Längsverformungen der Prüfschornsteine während der Brandversuche gemessen und zu den in den Vorschriften geforderten Zeitpunkten die Dichtheitsprüfungen durchgeführt. Bei den einzelnen Brandphasen wurden schließlich auch die entstehenden Risse festgestellt und aufgezeichnet.

#### 5.1 Ermittlung der Temperaturen und Temperaturerhöhungen

Bei den Prüfungen wurden die inneren und äußeren Oberflächentemperaturen in den drei Meßquerschnitten 1 bis 3, die sich in 1 m, 2 m und 3 m Höhe über der Rauchgaseinleitungsstelle befanden, in Abhängigkeit der festgelegten Temperaturbeanspruchungen und der Zeit gemessen.

Die Rauchgastemperaturen in den drei Meßquerschnitten 1, 2 und 3 wurden jeweils in der Mitte des lichten Querschnitts mittels von oben in den Rauchzug eingeführter NiCr-Ni-Thermoelemente ermittelt. Diese Meßstellen waren bezeichnet mit M1, M2 und M3. Die Oberflächentemperaturen wurden bei allen Prüfschornsteinen entsprechend Bild 2 (Anlage 2) in den drei Meßquerschnitten auf der rechten und hinteren Schornsteinoberfläche gemessen. Die Meßstellen wurden im Meßquerschnitt 1 mit M1a und M1b, im Meßquerschnitt 2 mit M2a und M2b und im Meßquerschnitt 3 mit M3a und M3b bezeichnet.

Die je zwei Außenmeßstellen (Fe.-konst.) in den v.g. Meßquerschnitten waren nach dem ABM-Merkblatt ausgeführt. Zusätzlich hierzu wurde bei den Schornsteinen der Typen B bis E auch die

Temperatur der inneren Oberfläche in den jeweiligen Meßquerschnitten gemessen. Die Messung dieser Temperaturen erfolgte mittels an der Schornsteininnenwand anliegender NiCr-Ni-Thermoelemente, welche durch Bohrungen in den Formstücken bzw. bei den Schornsteintypen D und E durch die Fugen hindurchgesteckt wurden. Diese Meßstellen waren bezeichnet mit ZM1a und ZM1b im Meßquerschnitt 1, ZM2a und ZM2b im Meßquerschnitt 2 sowie ZM3a und ZM3b im Meßquerschnitt 3. In den Bildern 12 und 13 (Anlage 17) sind am Beispiel des Schornsteintyps E die eingebauten Meßelemente vor deren Anschluß an die Meßgeräte in einer Fotografie festgehalten.

Aus den an der Schornsteinoberfläche gemessenen Temperaturen wurden die Temperaturerhöhungen unter Berücksichtigung der Bezugs-temperatur im Prüfraum berechnet.

## 5.2 Längsverformungen der Schornsteine

Die Längsverformungen der Schornsteine infolge der Beheizung wurden mittels eines Nivellierinstrumentes und zweier auf der Vorderseite der Prüfschornsteine angebrachter Meßplatten aus Holz gemessen. Die Meßplatten waren jeweils an ihrem oberen Ende mit einem Stift frei drehbar ca. 0,3 - 0,5 m vom oberen Ende der Schornsteine und ca. 5 cm von der äußeren Querschnittskante entfernt aufgehängt. Die Längsverformungen wurden zu den gleichen Zeitpunkten wie die Temperaturen auf 0,1 mm genau gemessen.

## 5.3 Gasdichtheit

Zur Überprüfung der Gasdichtheit der Prüfschornsteine wurden die obere Schornsteinaustrittsöffnung, die Schornsteinreinigungsöffnung und die Eintrittsöffnung für das Gas-Luft-Gemisch abgedichtet und Luft in das Innere des Schornsteines eingeblasen.

Die eingeblasene Luftmenge wurde so reguliert, daß jeweils ein Druck von 20 Pa, 40 Pa sowie bei den Prüfungen nach ISO 4736 ein weiterer Differenzdruck zwischen 40 und 100 Pa im Innern des Schornsteines entstand. Dabei wurden die dazu notwendigen Luftmengen (Leckraten) gemessen.

#### 5.4 Rißbildung

Die bei der Beheizung auftretenden Risse wurden festgestellt, mit Filzstift nachgezeichnet und in den Protokollen mit Angabe der Rißbreite festgehalten.

#### 5.5 Kehrversuch

Die Kehrversuche wurden entsprechend den Vorschriften mit einer Kugel von 2,5 kg und 3-maligem bzw. 100-maligem Auf- und Abwärtsbewegen des Kehrbesens ohne Schlag durchgeführt. Dabei wurde das beim Versuch abfallende Material gesammelt, gewogen und seine Zusammensetzung bezüglich Mörtel- oder Materialanteilen festgestellt.

## 6 Versuchsergebnisse

Nachfolgend sind die Ergebnisse der nach Abschnitt 5 durchgeführten Versuche beschrieben und tabellarisch dargestellt.

### 6.1 Temperaturen und Temperaturerhöhungen

Die gemessenen Temperaturen in °C sind in den Tabellen 11 bis 40 (Anlagen 18 bis 47) für alle Versuche zusammengestellt. Außerdem sind die an den Oberflächenmeßstellen in den drei Meßquerschnitten ermittelten Temperaturerhöhungen in K in Abhängigkeit von den Rauchgastemperaturen und der Heizdauer für alle durchgeführten Versuche in den Tabellen 41 bis 70 (Anlagen 48 bis 77) angegeben.

#### Schornsteintyp A:

In Tabelle 11 bis 16 (Anlagen 18 bis 23) sind die Ergebnisse der Temperaturmessungen für die Versuche am Schornsteintyp A enthalten. Die dabei ermittelten Temperaturerhöhungen an der äußeren Schornsteinoberfläche gehen aus den Tabellen 41 bis 46 (Anlagen 48 bis 53) hervor. Beim Heizversuch am Prüfschornstein Nr. 1 trat die maximale mittlere Temperaturerhöhung nach einer Heizdauer von 10 Stunden im Meßquerschnitt 1 auf und wurde zu 101 K ermittelt. Die größte mittlere Temperaturerhöhung beim Ausbrennversuch des Prüfschornsteins Nr. 1 im Meßquerschnitt 1 ergab sich nach einer Versuchsdauer von 110 min zu 108 K.

Während beim Heizversuch (Betriebsphase 2) am Prüfschornstein Nr. 2 eine maximale mittlere Temperaturerhöhung von 99 K nach einer Heizdauer von 6 Stunden auftrat, lagen die Temperaturerhöhungen der Oberfläche beim Ausbrennversuch des Prüfschornsteins Nr. 2 mit 25 K weit unter den am Prüfschornstein Nr. 1 gemessenen Werten.

#### Schornsteintyp B:

Die Ergebnisse der Temperaturmessung beim Heiz- und Ausbrennversuch nach DIN 18 160 Blatt 6 sind in den Tabellen 17 und 18 (Anlagen 24 und 25) angegeben. Die Tabellen 19 bis 22 (Anlagen 26 bis 29) enthalten die am Prüfschornstein Nr. 2 des Typs B bei den Versuchen nach ISO 4736 ermittelten Temperaturen. Die Oberflächentemperaturerhöhungen der äußeren Schornsteinoberfläche gehen aus den Tabellen 47 bis 52 (Anlagen 54 bis 59) hervor. Auch bei den Versuchen an den Schornsteinen des Typs B ergab sich die größte mittlere Temperaturerhöhung im Meßquerschnitt 1 beim Ausbrennversuch des Prüfschornsteins Nr. 1. Diese wurde nach einer Heizdauer von 100 min zu 125 K festgestellt.

#### Schornsteintyp C:

Die Ergebnisse der Temperaturmessungen dieser Versuche sind in den Tabellen 23 bis 28 (Anlagen 30 bis 35) mitgeteilt. Die ermittelten Temperaturerhöhungen der äußeren Schornsteinoberfläche sind in den Tabellen 53 bis 58 (Anlagen 60 bis 65) enthalten. Bei diesen Versuchen wurde die maximale mittlere Temperaturerhöhung beim Ausbrennversuch am Prüfschornstein Nr. 1 mit 71 K festgestellt.

#### Schornsteintyp D:

In den Tabellen 29 bis 34 (Anlagen 36 bis 41) sind die Ergebnisse der Temperaturmessungen enthalten. Die ermittelten Temperaturerhöhungen an der äußeren Schornsteinoberfläche sind in den Tabellen 59 bis 64 (Anlagen 66 bis 71) mitgeteilt. Bei den Versuchen an den Schornsteinen des Typs D wurden die maximalen Temperaturerhöhungen ebenfalls am Prüfschornstein Nr. 1 ermittelt. Die maximale mittlere Erhöhung im Meßquerschnitt 1 betrug hierbei sowohl beim Heizversuch als auch beim Ausbrennversuch 82 K.

### Schornsteintyp E:

Die Tabellen 35 bis 40 (Anlagen 42 bis 47) enthalten die Ergebnisse der Temperaturmessungen dieser Versuche. Die ermittelten Temperaturerhöhungen der äußeren Schornsteinoberfläche gehen aus den Tabellen 65 bis 70 (Anlagen 72 bis 77) hervor. Die maximal auftretenden Temperaturerhöhungen betragen bei diesen Versuchen 126 K beim Heizversuch am Prüfschornstein Nr. 2 nach einer Versuchsdauer von 6 Stunden und 124 K beim Ausbrennversuch am Prüfschornstein Nr. 1 nach einer Versuchsdauer von 2 Stunden.

### 6.2 Temperaturverläufe

Die bei den Versuchen der einzelnen Schornsteintypen während der 500°C- und 1000°C-Versuche festgestellten maximalen mittleren Temperaturerhöhungswerte der Schornsteinoberfläche sind in der Tabelle 71 (Anlage 78) für die drei Meßquerschnitte 1, 2 und 3 mit Angabe der Zeit ihres Auftretens einander gegenübergestellt.

Zum Abschluß sollen noch einige typische Temperaturverläufe näher diskutiert und durch Temperaturverlaufskurven dargestellt werden.

Von größtem Interesse ist der Zusammenhang zwischen äußerer bzw. innerer Oberflächentemperatur und Rauchgastemperatur in Abhängigkeit von der Zeit im meistbeanspruchten Meßquerschnitt 1.

Am Beispiel der Schornsteintypen C und E wurde der Verlauf der Temperaturen der inneren und äußeren Oberfläche an den Meßstellen des Meßquerschnitts 1 sowie die Rauchgastemperatur M1 in Abhängigkeit von der Zeit für die Heiz- und Ausbrennversuche an beiden Prüfschornsteinen in den Bildern 14 bis 21 (Anlagen 79 bis 86) aufgezeichnet.

Des weiteren ist der Verlauf der Rauchgastemperaturen über die Höhe des Prüfschornsteins interessant. Hierzu wurden am Beispiel des Prüfschornsteins des Typs C exemplarisch für die Heiz- und Ausbrennversuche die Rauchgastemperaturen in den Meßquerschnitten 1 bis 3 in Abhängigkeit von der Versuchsdauer aufgetragen. Die Bilder 22 und 23 (Anlagen 87 und 88) zeigen den Verlauf der Rauchgastemperaturen M1 bis M3 bei den Versuchen am Prüfschornstein Nr. 1 nach DIN 18 160 Blatt 6 und die Bilder 24 und 25 (Anlagen 89 und 90) zeigen diesen Verlauf für die Versuche am Prüfschornstein Nr. 2 nach ISO 4736.

### 6.3 Längenänderungen

In Tabelle 72 (Anlage 91) sind die Ergebnisse der Längenänderungsmessungen während der Heiz- und Ausbrennversuche an den beiden Prüfschornsteinen Nr. 1 und Nr. 2 für alle Prüfschornsteinpaare mitgeteilt. Neben der maximal auftretenden Längenänderung am Ende der jeweiligen Brändphase wurden in Klammern zusätzlich auch die nach dem Erkalten bleibenden Längenänderungen angegeben.

### 6.4 Gasdichtheit

Die Ergebnisse der nach Abschnitt 5.3 durchgeführten Überprüfungen der Gasdichtheit (Dichtheit) der Schornsteine gehen aus Tabelle 73 (Anlage 92) hervor.

### 6.5 Rißverlauf und Rißbreiten

Die größten Rißbreiten traten jeweils in der Schornsteinbrandphase auf. Die Risse waren in ihrem Verlauf und in ihrem Aussehen bei den Versuchen an den Prüfschornsteinen Nr. 1 und Nr. 2 praktisch gleich, wobei auch die maximalen Rißbreiten bei den entsprechenden Versuchen am Prüfschornstein Nr. 1 und Nr. 2 weitgehend einander entsprachen. Die bei den einzelnen Schornsteintypen bei der Heizphase festgestellten maximalen Rißbreiten der Fugen und Steine betragen bis 2 mm (Steinrisse bei Typ A bis 2,6 mm). Bei den 1000°C-Versuchen lagen die maximalen Rißbreiten bei den einzelnen Schornsteintypen mit 1,2 bis 6 mm etwas höher.

Typische Rißverläufe bei den Heiz- und Ausbrennversuchen sind in den Bildern 26 bis 33 (Anlagen 93 bis 100) am Beispiel der Schornsteine der Typen A und B dargestellt. Neben den gekennzeichneten Rissen ist deren größte Rißbreite angegeben. Bei fehlender Angabe war der entsprechende Riß als Haarriß auszumachen. Zum Vergleich ist der Rißverlauf bei den 1000°C-Versuchen des Schornsteintyps C in den Bildern 34 und 35 (Anlagen 101 und 102) den Anlagen beigelegt. Fotografien der Prüfschornsteine nach den Versuchen sind in den Bildern 36 bis 39 (Anlagen 103 und 104) gezeigt.

### 6.6 Kehrgut

Die bei den Kehrversuchen abgekehrten Kehrgutmengen für die Versuche sind in Tabelle 74 (Anlage 105) angegeben. Eine Beschädigung der Innenwandungen durch das Kehren konnte bei keinem der Prüfschornsteine festgestellt werden. Beim Schornsteintyp A betrug der Mörtelanteil ca. 20 % der gesamten Kehrgutmenge. Beim Typ B lag der Mörtelanteil bei ca. 85 % am Prüfschornstein Nr. 1

und bei ca. 95 % am Prüfschornstein Nr. 2. Bei den Prüfschornsteinen des Schornsteintyps C bestand die abgekehrte Menge aus ganz feinem Staub und Mörtelanteile konnten nicht festgestellt werden. Bei den Prüfschornsteinen der Typen D und E betrug die Mörtelanteile ca. 95% der Gesamtkehrgutmenge; einzelne Stücke aus Steinabsplitterungen hatten ein Gewicht von ca. 1 g.

## 7 Schlußfolgerungen

### 7.1 Vergleich der Oberflächentemperaturen nach DIN 18 160 Blatt 6 und ISO 4736

Das vorliegende Forschungsvorhaben sollte klären, ob die inzwischen in der DIN 18 160 Teil 6 festgelegten zulässigen Temperaturerhöhungen der Schornsteinaußenseite von höchstens 80 K bei einer Heizbeanspruchung entsprechend Betriebsphase 2 dieser Norm und der ISO-Norm 4736 beibehalten werden können. Dazu sollten vergleichende Brandversuche an verschiedenen Hausschornsteinbauarten nach den Vorschriften der DIN 18 160 Blatt 6 (8.68) und den in ISO 4736 festgelegten Prüfgrundsätzen durchgeführt werden. Die Versuche sollten es ermöglichen, die durch die verschiedene Brandbeanspruchung beim Heizversuch und beim Ausbrennversuch bei Prüfung nach der bisherigen Norm DIN 18 160 Blatt 6 bzw. bei Prüfung nach ISO 4736 erhaltenen unterschiedlichen Temperaturerhöhungen miteinander vergleichen zu können und festzustellen, ob die früher bereits geprüften Schornsteinbauarten die Anforderungen der anzuwendenden neuen Prüfnormen erfüllen.

Der Schwerpunkt des Vergleichs lag auf der Temperaturerhöhung beim Heizversuch bzw. der Heizbeanspruchung entsprechend Betriebsphase 2 nach ISO 4736.

Betrachtet man die in Tabelle 71 (Anlage 78) zusammengestellten Ergebnisse der vergleichenden Brandversuche, so ergibt sich für den maßgebenden Meßquerschnitt 1 folgendes Bild:

Schornsteintyp A: Schornstein aus Leichtbeton-Zellenformstücken nach DIN 18 150 Teil 1 mit 3,5 cm Schalendicke und hoher Rohdichte ( $\rho \approx 1,85 \text{ kg/dm}^3$ )

Während die ermittelte Temperaturerhöhung von 101 K den Anforderungen der DIN 18 160 Blatt 6 mit einem zulässigen Wert von 120 K genügt, lagen die Temperaturerhöhungen nach der ISO-Kurve bis zum Beharrungszustand (360 min) bei 99 K und damit deutlich (ca. 24 %) über dem als zulässig erachteten Grenzwert von 80 K. Die Ursache für dieses Ergebnis dürfte wohl in der mit im Mittel zu  $1,90 \text{ kg/dm}^3$  festgestellten sehr hohen Rohdichte der Leichtbetonzellenformstücke, möglicherweise auch im Mischungsverhältnis der Zuschlagstoffe zu suchen sein.

Schornsteintyp B: Schornstein aus vollwandigen Leichtbetonformstücken nach Zulassung mit 8 cm Wangendicke und hoher Rohdichte

Bei diesen Schornsteinformstücken mit einer Leichtbetonrohddichte von  $1,60 \text{ kg/dm}^3$  wurden die Anforderungen der früheren Norm mit einem  $\Delta t$  von 104 K deutlich erfüllt. Im Falle der nach ISO 4736 durchgeführten Betriebsphase 2 lag die Temperaturerhöhung mit 85 K um ca. 6 % über dem Richtwert. Das Temperaturgleichgewicht wurde bereits nach 270 Minuten erreicht.

Schornsteintyp C: Schornstein aus geschoßhohen vollwandigen Leichtbetonformstücken nach Zulassung mit 10 cm Wangendicke und hoher Rohdichte

Das Prüfschornsteinpaar aus geschoßhohen Schornsteinformstücken genügte bei beiden Heizbeanspruchungen den gestellten Anforderungen. Mit 68 bzw. 63 K wurden die zulässigen Grenzwerte von 120 bzw. 80 K jeweils deutlich unterschritten. Obwohl die Rohdichte des Ziegelsplitt-Leichtbetons mit  $\rho = 1,76 \text{ kg/dm}^3$  verhältnismäßig hoch war, wirkten sich ein hoher Gleichmäßigkeitsgrad in der Herstellung und die wesentlich geringere Fugenzahl gegenüber den Schornsteintypen A und B günstig aus. Das Temperaturgleichgewicht wurde nach 330 Minuten erreicht.

Schornsteintyp D: Schornstein aus Mauerziegeln mit niedriger Rohdichte ( $\rho \leq 1,60 \text{ kg/dm}^3$ ) und einer Wangendicke von 11,5 cm

Gemauerte Schornsteine mit einer Halbsteinwangendicke (11,5 cm) sind bei einer Steinrohddichte von im Mittel  $\rho = 1,65 \text{ kg/dm}^3$  in der Lage, auch die neue Grenztemperaturerhöhung von 80 K einzuhalten. Die Temperaturerhöhung wurde mit 82 K beim früheren Heizversuch und mit 75 K bei der Heizbeanspruchung nach Betriebsphase 2 ermittelt. Das Temperaturgleichgewicht stellte sich nach 510 bzw. 360 Minuten ein.

Schornsteintyp E: Schornstein aus Mauerziegeln mit hoher Rohdichte und einer Wangendicke von 11,5 cm

Das mit Mauerziegeln hoher Rohdichte ( $\rho = 2,20 \text{ kg/dm}^3$ ) und großem Lagerfugenanteil (Steinhöhe 71 cm) hergestellte Prüfschornsteinpaar lag beim Heizversuch nach DIN 18 160 Blatt 6 mit 113 K noch knapp unter dem zulässigen Wert von 120 K. Nach der ISO-Heizbeanspruchung wurde bis zum Erreichen des Beharrungs-Temperaturzustandes bei 360 Minuten der zulässige Wert von 180 K mit 126 K deutlich überschritten.

Hinsichtlich der Ausbrennbeanspruchung nach DIN 18 160 Blatt 6 bzw. der Rußbrandphase nach ISO 4736 ist nach den ebenfalls in Tabelle 71 (Anlage 78) zusammengefaßten Versuchsergebnissen festzustellen, daß die zulässige Oberflächentemperaturerhöhung von  $\Delta t = 140 \text{ K}$  von allen fünf Schornsteintypen nicht überschritten, sondern teilweise sogar erheblich unterschritten wurde.

## 7.2 Vergleich zwischen den Ergebnissen des Heizversuches und Wärmedurchlaßwiderstandsmessungen

Eine der Vorgaben des Forschungsvorhabens war es, möglichst solche Materialien bzw. Systeme auszuwählen, die sich bereits einer Wärmedurchlaßwiderstandsprüfung nach Vornorm DIN 18 150 Teil 2 "Baustoffe und Bauteile für Hausschornsteine, Formstücke aus Leichtbeton, Prüfung und Überwachung", Ausgabe September 1979, (jetzt in DIN 18 160 Teil 6, Ausgabe Juli 1982 übernommen) unterzogen hatten. Es sollte damit überprüft werden, ob eine Korrelation zwischen den Ergebnissen des Heizversuchs und den Wärmedurchlaßwiderstandsmessungen besteht.

Diese Untersuchung konnte nur teilweise und in beschränktem Umfang erfolgen, da die Zuschlagstoff-Mischungen der Leichtbetonformstücke und die Rohdichten nicht genau den Werten entsprachen, die die bei den Brandversuchen verwendeten Formstücke und Mauerziegel besaßen.

Aus den Prüfzeugnissen und Forschungsberichten des Technischen Überwachungsvereins Bayern e.V., München, und des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik, Stuttgart, ließen sich für die geprüften Hausschornstein-Bauarten die nachfolgend zusammengestellten Wärmedurchlaßwiderstandswerte herleiten, soweit sie in ihren Materialien und Systemen vergleichbar waren. Die Prüfungen wurden zum Nachweis eines ausreichenden Wärmedurchlaßwiderstandes entweder im Rahmen eines Registrierbescheides (siehe Abschnitt 5.6.2 der DIN 18 160 Teil 1) oder zur Festlegung der Wärmedurchlaßwiderstandsgruppe in Tabelle 2 dieser Norm durchgeführt.

Bei den Prüfungen wurden folgende Werte gemessen bzw. errechnet:

Vergleichbarer Schornsteintyp	Rohdichte $\rho$ (kg/dm <sup>3</sup> )	Wärmedurchlaßwiderstand $1/\lambda$ (m <sup>2</sup> K/W)
A	1,81	0,10
B	1,53	0,12
C	1,75	0,12
D	1,80	0,12

Mit Schornsteintyp E vergleichbare Ergebnisse liegen nicht vor.

Als Tendenz kann aus einem Vergleich der Ergebnisse der Wärmedurchlaßwiderstands-Prüfungen und der Heizbeanspruchung gemäß Betriebsphase 2 nach ISO 4736 gefolgert werden, daß Schornsteine, die die Bedingungen des Wärmedurchlaßwiderstandes in Gruppe III erfüllen, auch hinsichtlich ihrer Oberflächentemperatur den Anforderungen der DIN 18 160 Teil 1 bzw. Teil 6 genügen. Hausschornsteine aus Leichtbetonzellenformstücken (Schornsteintyp A) zeigten dabei in beiden Prüfungen die ungünstigsten Ergebnisse.

Z u s a m m e n f a s s e n d kann aus den Prüfergebnissen und der Auswertung des Forschungsvorhabens gefolgert werden, daß Schornsteine, bestehend aus Formstücken aus Leichtbeton nach DIN 18 150 Teil 1, aus Schornsteinformstücken gemäß Zulassungsbescheiden mit abgestimmten Mischungsverhältnissen ihrer Zuschlagstoffe und entsprechender Verdichtung oder aus Mauerziegeln mit abgestimmten Rohdichten die Bedingungen der neuen DIN 18 160 Teil 1 und Teil 6 erfüllen können. Daraus kann der Schluß gezogen werden, daß auch genormte oder bereits zu einem früheren Zeitpunkt zugelassene Hausschornsteine den Anforderungen von DIN 18 160 Teil 1 und Teil 6 genügen.

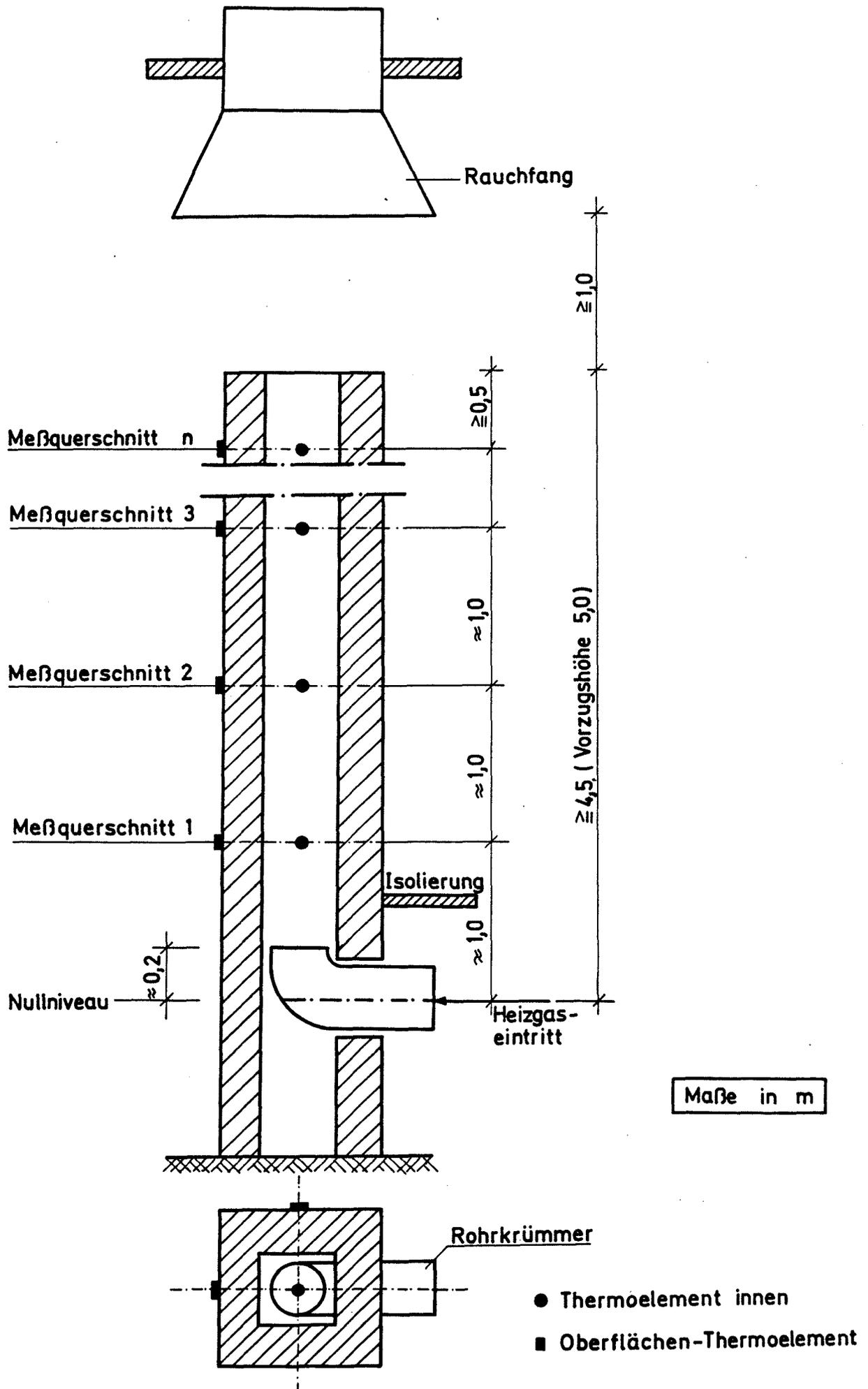
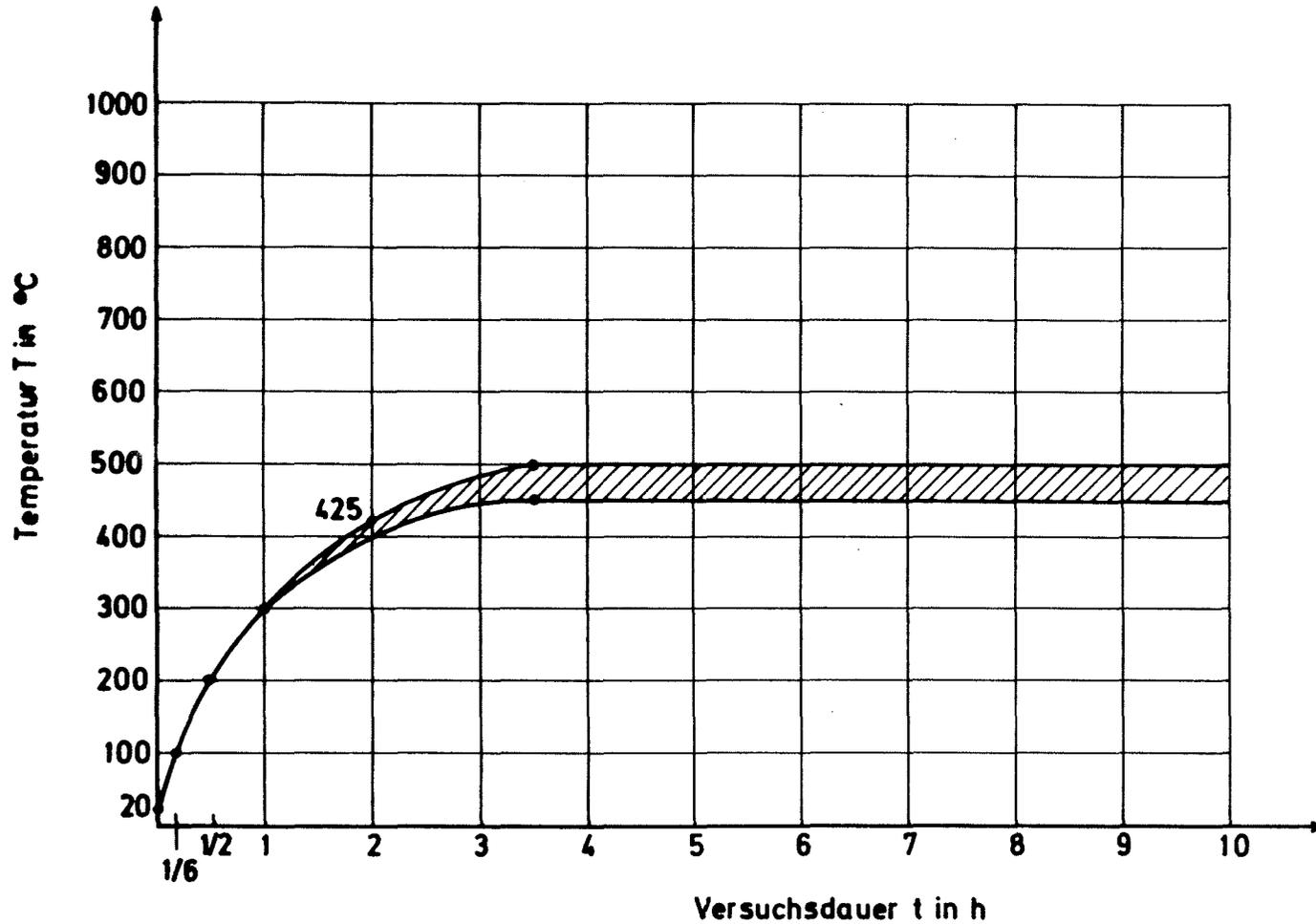


Bild 2: Prüfschornstein nach ISO 4736 mit Anordnung der Temperaturmeßstellen

### Heizversuch



### Ausbrenn- versuch

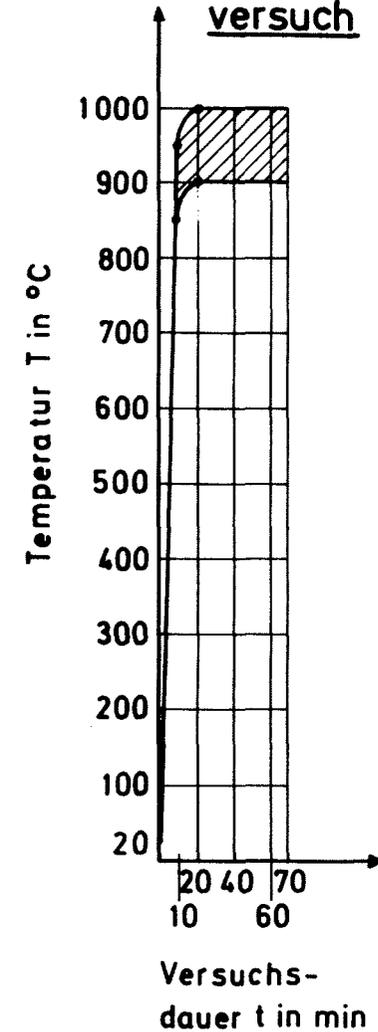
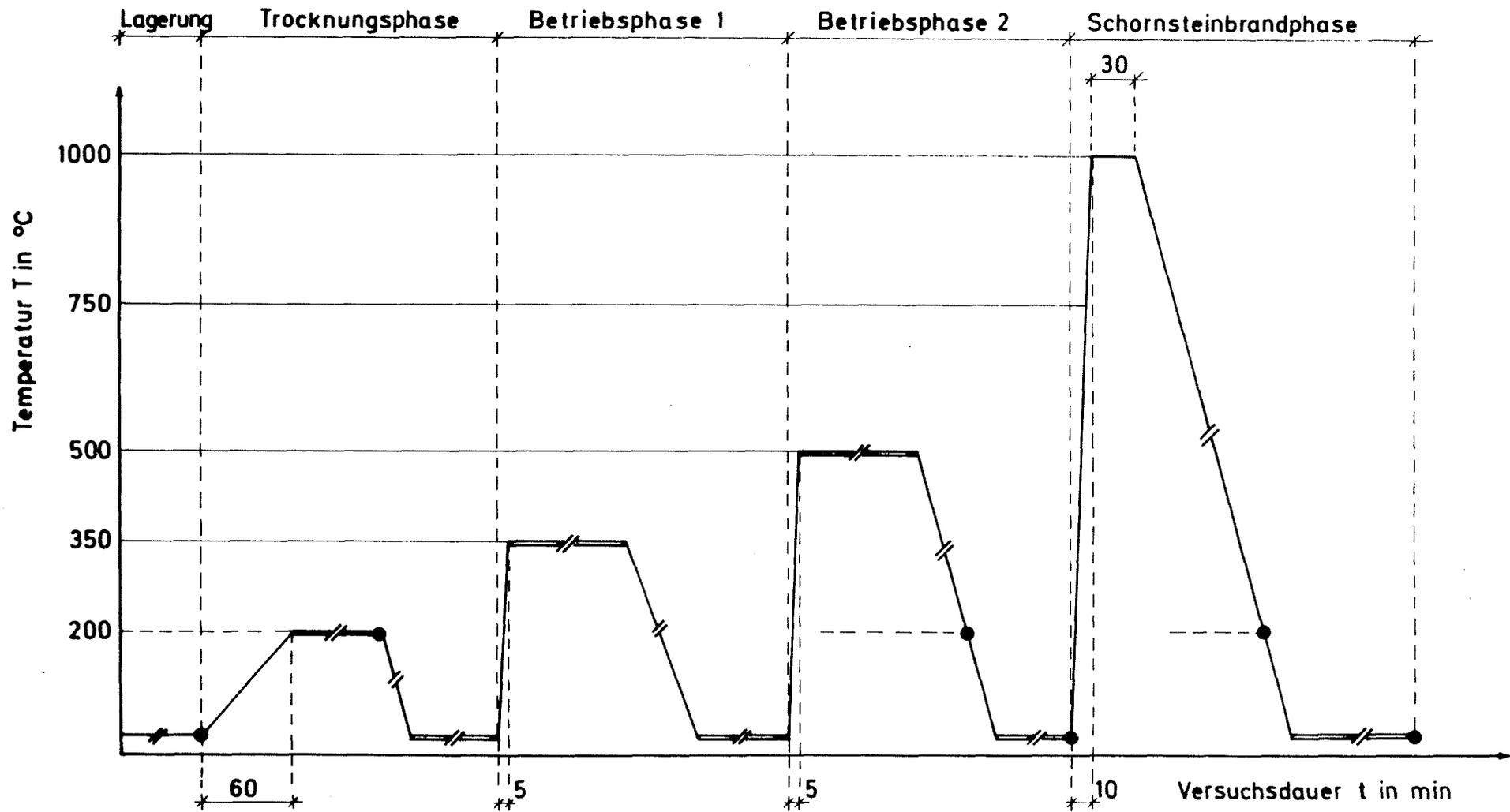


Bild 3: Soll-Heizkurven für die Brandprüfungen von Rauchschnsteinen nach DIN 18 160 Blatt 6 (8.1968)

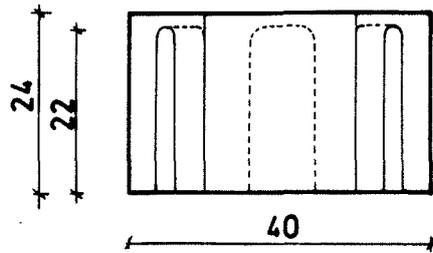


Legende: // = Versuchsdauer bis Ausgleichstemperatur an allen  
Oberflächenmeßstellen erreicht ist ( $\Delta T < 2^{\circ}\text{C}/30 \text{ min}$ )

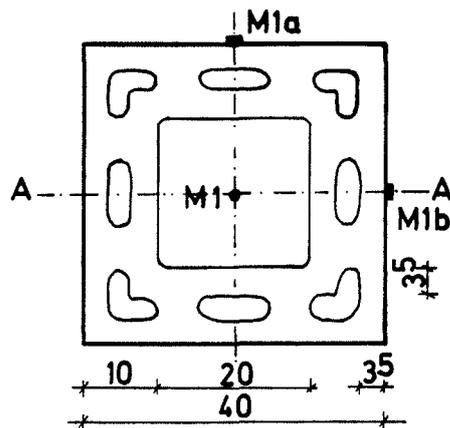
● Dichtheitsversuch

Bild 4: Versuchsablaufplan für die Brandprüfungen nach ISO 4726

Längsschnitt (Einzelformstück)  
in der Schornsteinachse A-A:



Querschnitt 1-1:



Maße in cm

Meßquer-  
schnitt 3

Meßquer-  
schnitt 2

Meßquer-  
schnitt 1

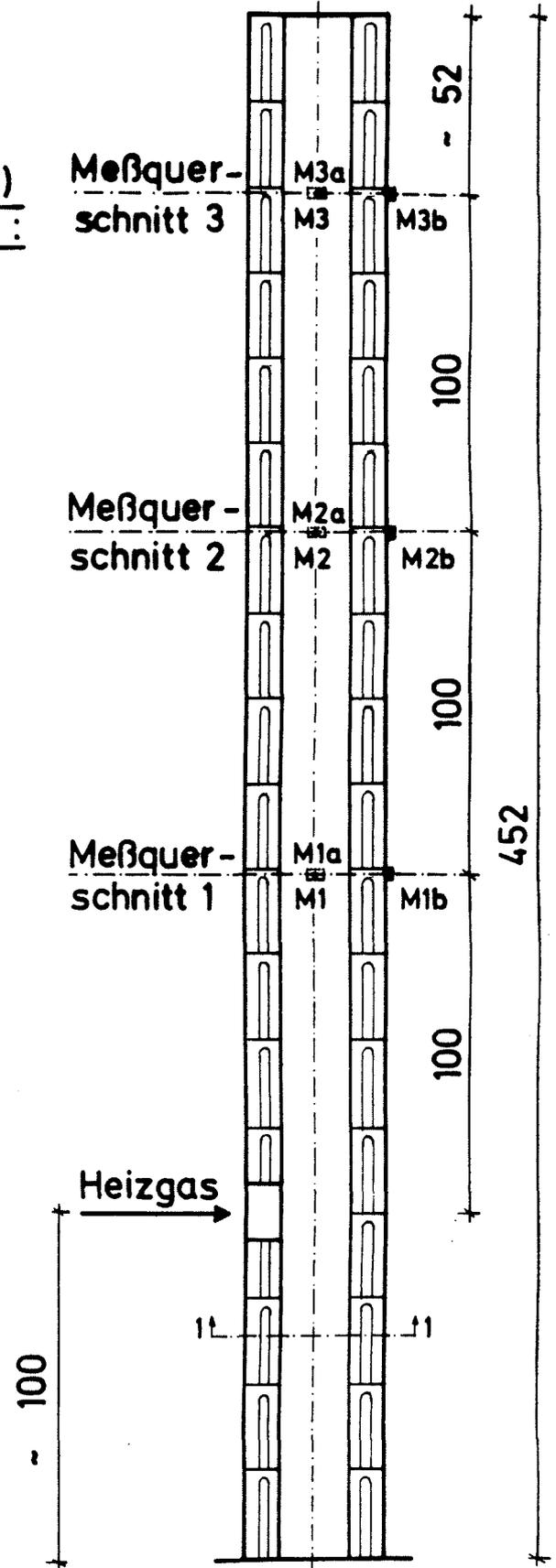
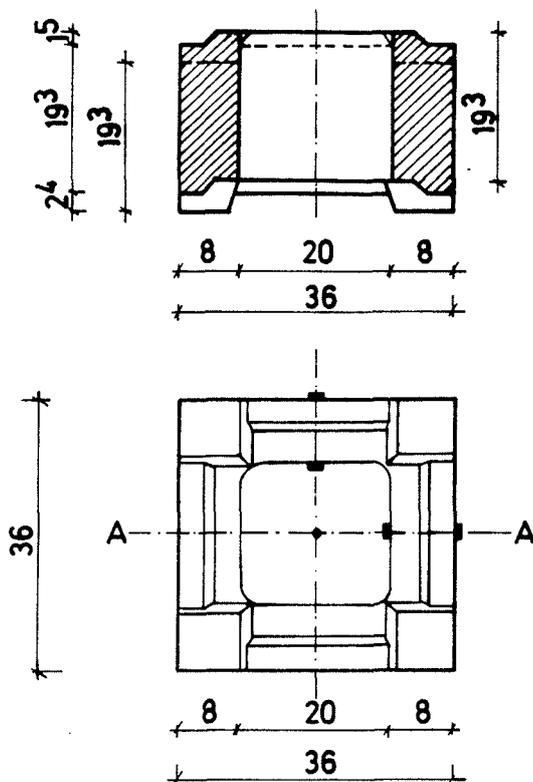


Bild 5: Aufbau der Prüfschornsteine des Typs A mit Lage der Meßstellen

Längsschnitt und Draufsicht  
auf Einzelformstück:



Maße in cm

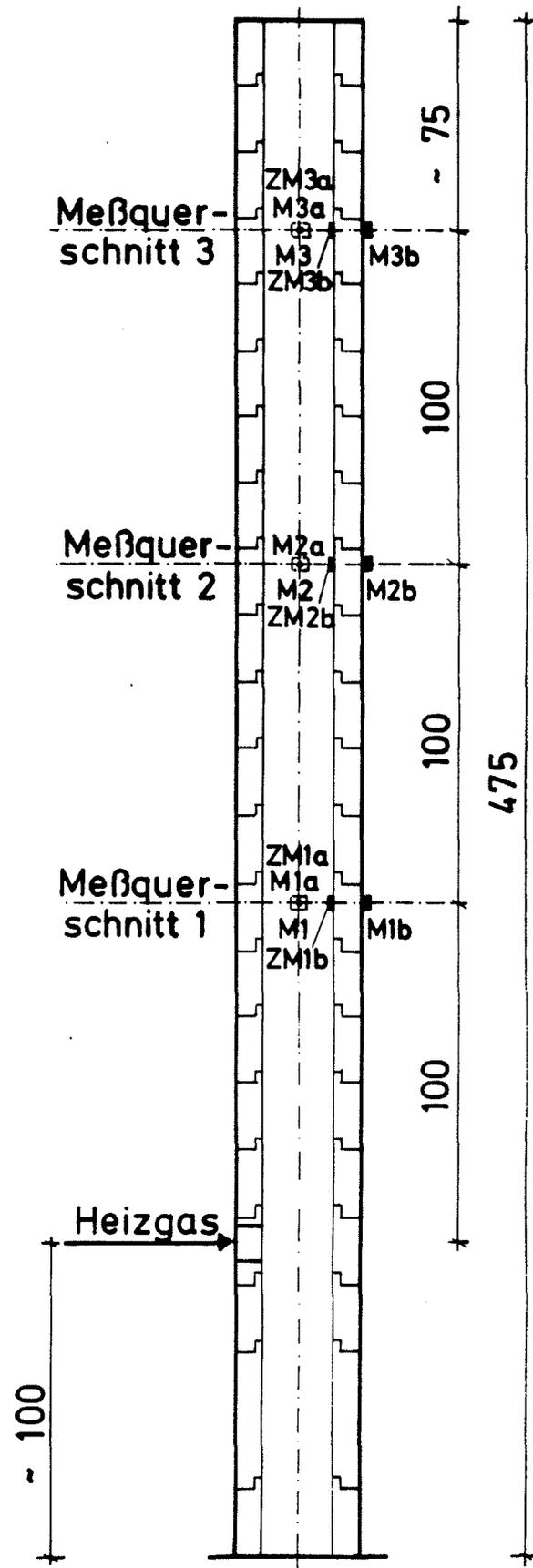


Bild 6: Aufbau der Prüfschornsteine des Typs B mit  
Kennzeichnung der Lage der Meßstellen

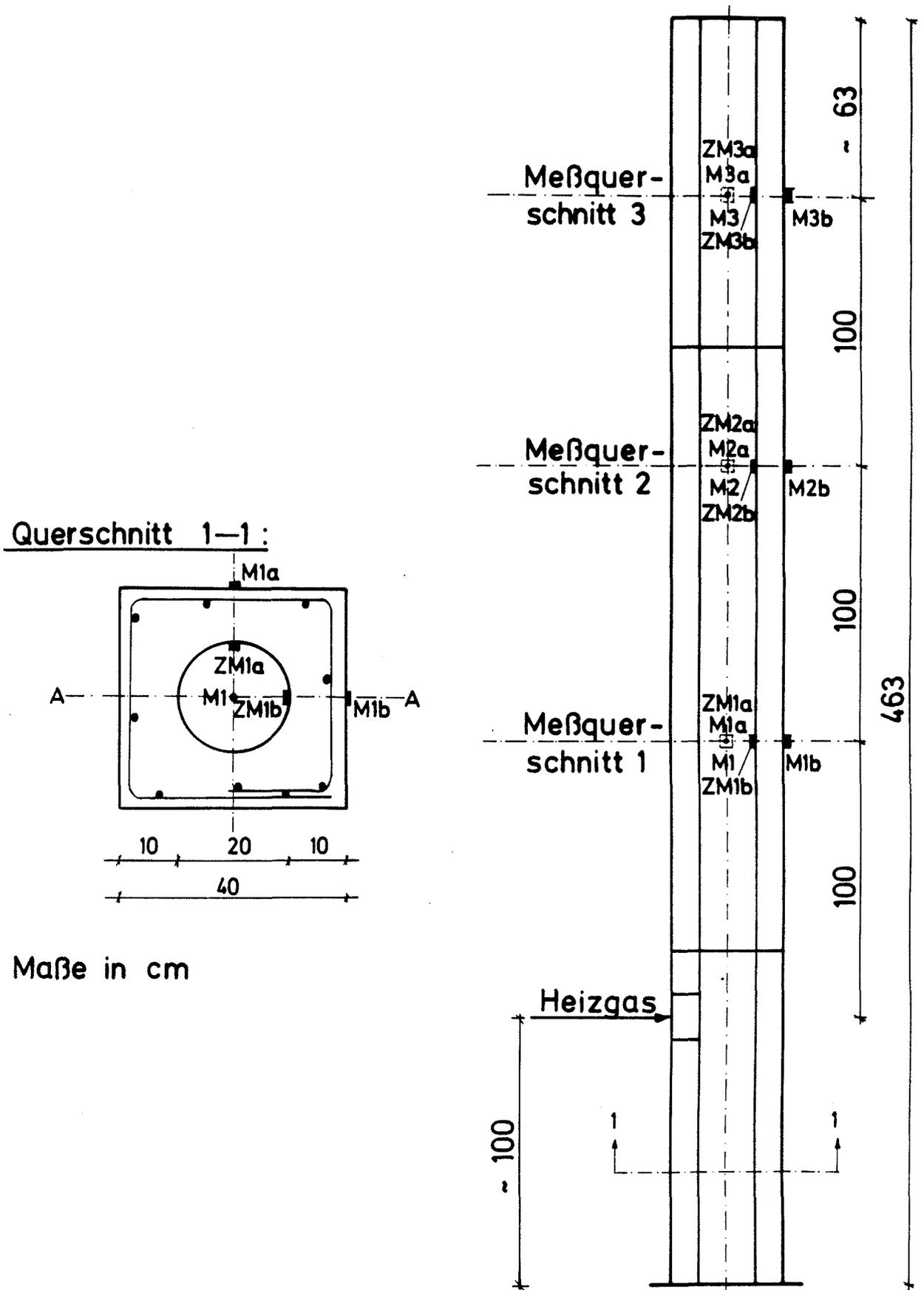
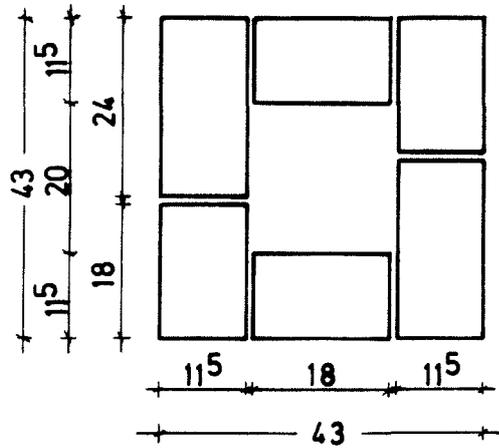
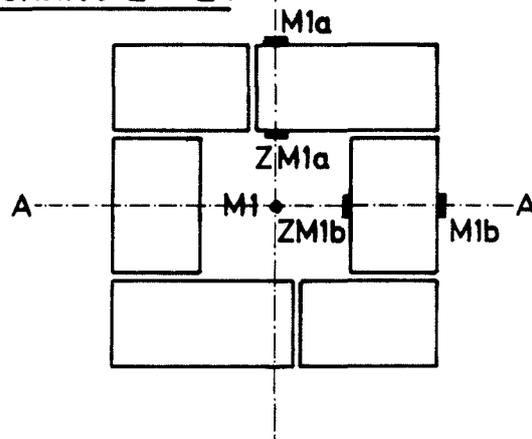


Bild 7: Schornsteinaufbau, Querschnitt und Meßstellenanordnung bei den Prüfschornsteinen des Typs C

Querschnitt 1—1:



Querschnitt 2—2:



Maße in cm

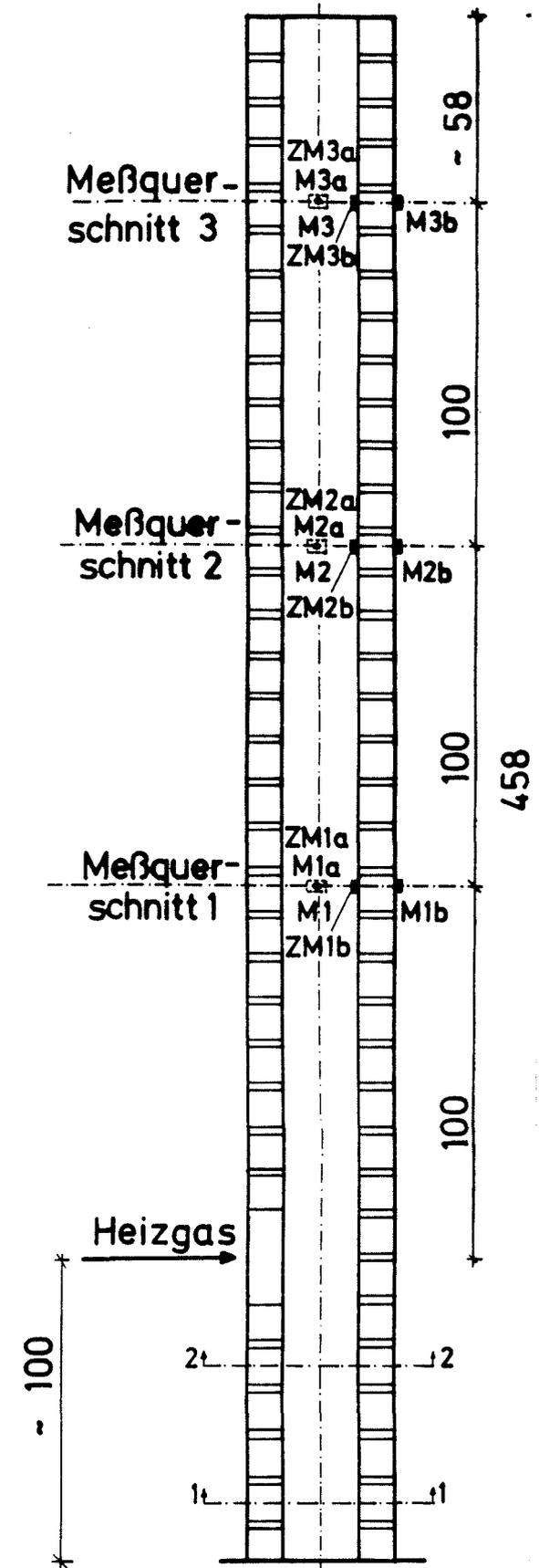
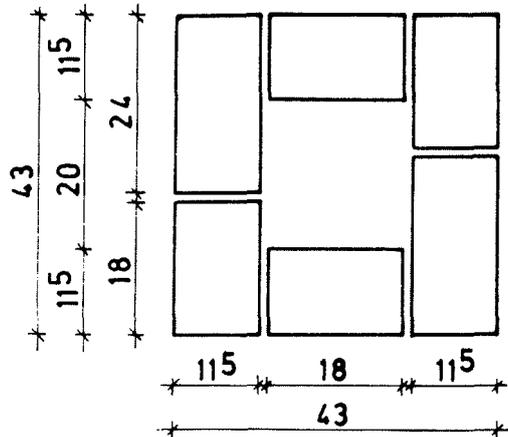
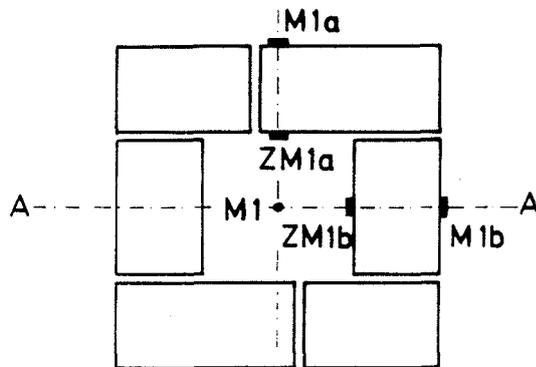


Bild 8: Schornsteinaufbau, Querschnitte und Anordnung der Meßstellen bei den gemauerten Prüfschornsteinen des Typs D

Querschnitt 1-1 :



Querschnitt 2-2 :



Maße in cm

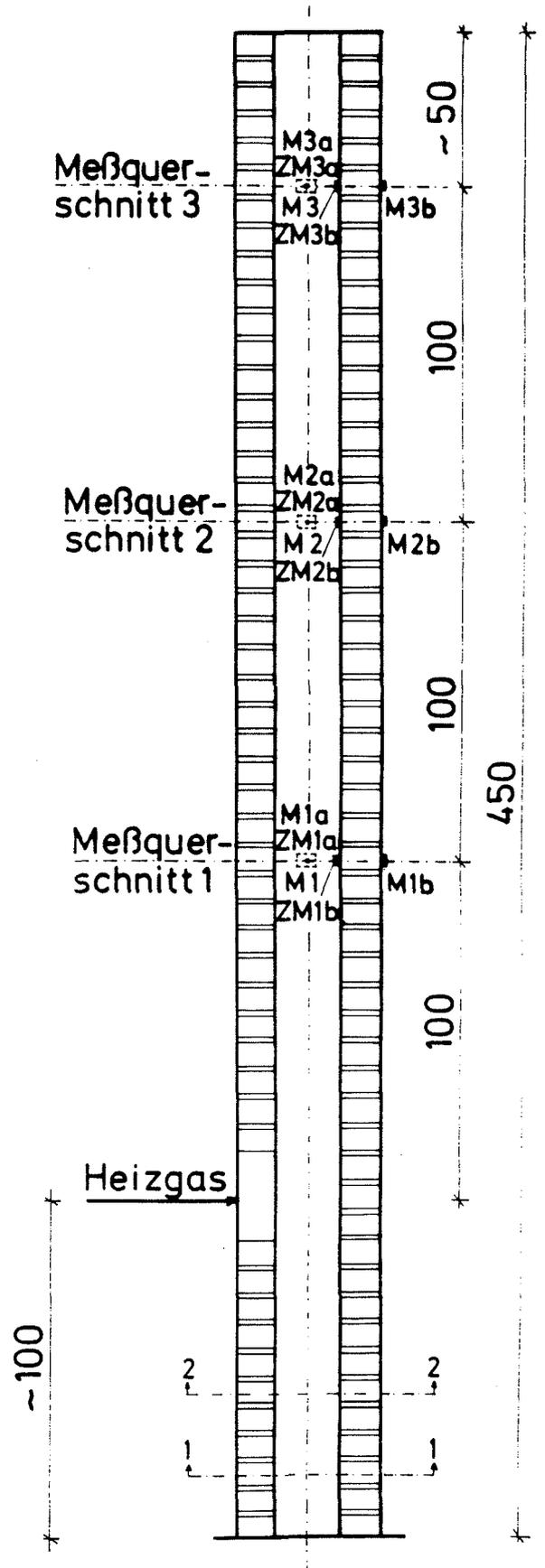


Bild 9: Schornsteinaufbau, Querschnitte und Anordnung der Meßstellen bei den gemauerten Prüfschornsteinen des Typs E

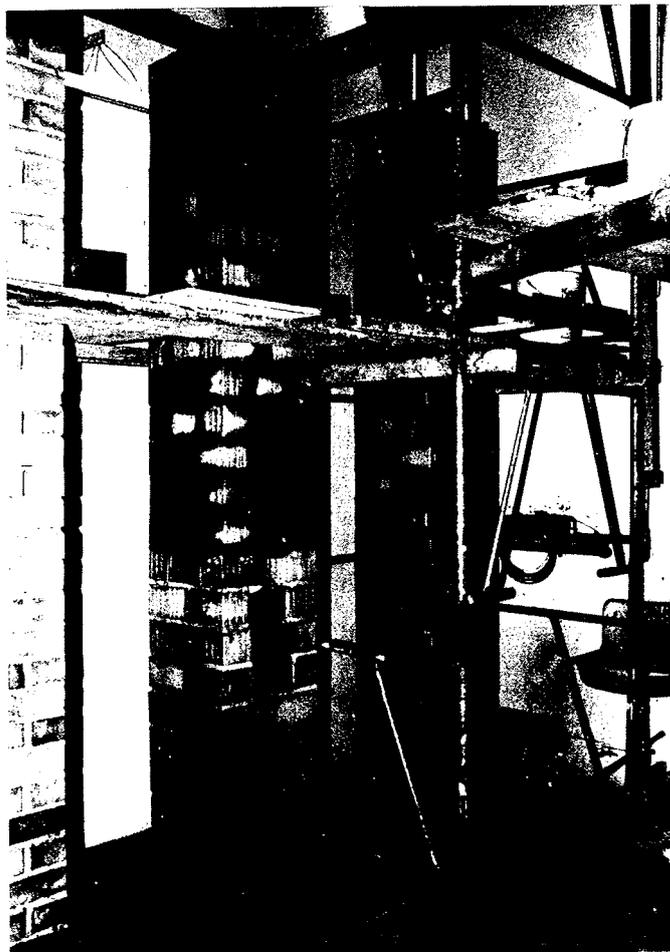


Bild 10:  
Schornsteintyp D;  
Schornsteinpaar im Prüfr  
nach der Aufmauerung



Bild 11:  
Schornsteintyp E;  
Schornsteinpaar nach de  
Standzeit vor der Prüfu

Tabelle 1: Abmessungen in mm und Masse in kg der für die Prüfschornsteine des Typs A verwendeten Leichtbetonformstücke im Anlieferungszustand

Formstück Nr.	Außenabmessungen			lichter Querschnitt		mittlere Wangendicke	mittlere Schalendicke		Masse
	Länge	Breite	Höhe	Länge	Breite		innen	außen	
1	400	400	240	202	202	100	37	37	44,5
2	400	400	245	200	200	100	37	36	45,3
3	400	400	240	203	200	100	37	37	41,9
4	402	402	242	200	202	100	38	37	43,6
5	402	402	240	200	201	100	38	38	43,8
6	402	402	236	197	200	101	37	38	41,5
Mittel	401	401	241	200	201	100	37	37	43,4

Tabelle 2: Rohdichte, Luftdurchsatz und Druckfestigkeit der Leichtbetonformstücke des Typs A im Anlieferungszustand

Formstück Nr.	1	2	3	4	5	6	Mittel
Formstückrohddichte $\rho$ (kg/dm <sup>3</sup> )	1,55	1,54	1,46	1,49	1,50	1,44	1,50
Betonrohddichte <sup>1)</sup> $\rho_B$ (kg/dm <sup>3</sup> )	1,95	1,95	1,87	1,87	1,89	1,85	1,90
Luftdurchsatz <sup>2)</sup> (Ncm <sup>3</sup> /s·dm <sup>2</sup> )	52,2	47,8	22,6	16,0	16,2	- <sup>3)</sup>	31,0
Druckfestigkeit $\sigma_D$ (N/mm <sup>2</sup> )	19,6	19,4	19,9	- <sup>3)</sup>	- <sup>3)</sup>	- <sup>3)</sup>	19,6

- 1) ermittelt am luftgetrockneten Formstück unter Berücksichtigung des Zellenvolumens
- 2) ermittelt bei einem Innendruck von 10 mm WS ( $\approx 100$  Pa) und einer Temperatur von 20°C ( $\approx$ Normalbedingungen)
- 3) nicht ermittelt

Tabelle 3: Abmessungen in mm und Masse in kg der für Typ B verwendeten Schornsteinformstücke aus Leichtbeton im Anlieferungszustand

Formstück Nr.	Außenabmessungen			lichter Querschnitt		mittlere Wangendicke	Masse
	Länge	Breite	Höhe	Länge	Breite		
1	360	362	195	200	200	81	28,7
2	362	362	195	200	200	82	28,7
3	361	362	195	200	200	81	28,7
4	362	362	195	200	200	81	28,0
Mittel:	361	362	195	200	200	81	28,5

Tabelle 4: Rohdichte, Luftdurchsatz und Druckfestigkeit der Leichtbetonformstücke des Typs B im Anlieferungszustand

Formstück Nr.	1	2	3	4	Mittel
Rohdichte $\rho$ (kg/dm <sup>3</sup> )	1,63	1,62	1,62	1,54	1,60
Luftdurchsatz *) bei 10 mm WS (Ncm <sup>3</sup> /s·dm <sup>2</sup> )	14,0	6,0	20,0	12,0	13,0
Druckfestigkeit $\sigma_D$ (N/mm <sup>2</sup> )	25,4	16,0	21,8	23,2	24,1

\*) siehe Fußnote 2 zu Tabelle 2 (Anlage 11)

Tabelle 5: Abmessungen in mm und Masse in kg der Leichtbeton-Vergleichsformstücke des Schornsteintyps C im Anlieferungszustand

Vergleichsformstück Nr.	Außenabmessungen			lichter Durchmesser	mittlere Wangendicke	Masse
	Länge	Breite	Höhe			
1	405	403	245	199	103	57,0
2	405	400	247	200	102	55,8
3	405	405	243	199	102	56,4
4	405	400	245	201	104	57,7
5	403	400	240	199	103	55,6
Mittel:	405	402	244	200	103	56,5

Tabelle 6: Rohdichte, Luftdurchsatz und Druckfestigkeit der Leichtbeton-Vergleichsformstücke des Typs C im Anlieferungszustand

Vergleichsformstück Nr.	1	2	3	4	5	Mittel
Rohdichte $\rho$ (kg/dm <sup>3</sup> )	1,75	1,72	1,74	1,80	1,77	1,76
Luftdurchsatz *) bei 10 mm WS (Ncm <sup>3</sup> /s · dm <sup>2</sup> )	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Druckfestigkeit $\sigma_D$ (N/mm <sup>2</sup> )	24,1	24,1	23,6	24,6	23,8	24,0

\*) siehe Fußnote 2 zu Tabelle 2 (Anlage 11)

Tabelle 7: Ergebnisse der Überprüfung der Mauerziegel für den Schornsteintyp D nach DIN 105 Teil 1 im Anlieferungszustand (Prüfung an 10 Einzelsteinen)

Mittlere Abmessungen (mm)			Rohdichte $\rho$ (kg/dm <sup>3</sup> )			Druckfestigkeit $\sigma_D$ (N/mm <sup>2</sup> )		
Länge	Breite	Höhe	Kleinstwert-Mittelwert-Größtwert			Kleinstwert-Mittelwert-Größtwert		
241	116	114	1,63	1,65	1,67	47,5	49,8	54,5
Löcher: 21 Stück 10 x 10 mm Lochanteil: 7,5 %								

Tabelle 8: Ergebnisse der Überprüfung der Mauerziegel für den Schornsteintyp E nach DIN 105 Teil 1 im Anlieferungszustand (Prüfung an 10 Einzelsteinen)

Mittlere Abmessungen (mm)			Rohdichte $\rho$ (kg/dm <sup>3</sup> )			Druckfestigkeit $\sigma_D$ (N/mm <sup>2</sup> )		
Länge	Breite	Höhe	Kleinstwert-Mittelwert-Größtwert			Kleinstwert-Mittelwert-Größtwert		
234	111	71	2,12	2,20	2,27	53,8	65,6	76,7

Tabelle 9: Ergebnisse der Druckfestigkeitsprüfungen der Formstücke und Ziegel nach den Brandversuchen

Formstücke bzw. Mauerziegel für den Schornsteintyp. Nr.	Prüf-schornstein Nr.	Anzahl der Proben	Druckfestigkeit nach den Brandversuchen	Verhältnis der Druckfestigkeit nach dem Brandversuch zur Ausgangsdruckfestigkeit
			$\sigma_D$ (N/mm <sup>2</sup> ) Kleinstw.-Mittelw.-Größtw.	
A	1	3	15,8 - 16,8 - 18,5	0,86
	2	3	11,3 - 14,8 - 19,7	0,76
B	1	4	20,0 - 21,0 - 21,6	0,87
	2	4	19,0 - 20,4 - 22,8	0,85
C	1	3	20,7 - 23,0 - 24,2	0,96
	2	3	20,7 - 22,2 - 23,9	0,93
D	1	6	41,0 - 44,6 - 48,7	0,90
	2	5	39,5 - 42,6 - 48,4	0,86
- E	1	10	69,2 - 76,5 - 86,5	1,17
	2	9	59,6 - 69,5 - 78,9	1,06

Tabelle 10: Eigenschaften der Versetzmörtel nach DIN 18 555 Teil 1

Versetzmörtel für den Schornstein- typ Nr.	Anzahl der Prismen nach DIN 18555	mittlere Rohdichte $\rho$ (kg/dm <sup>3</sup> )	mittlere Biegezug- festigkeit $\sigma_{BZ}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Druckfestigkeit $\sigma_D$ (N/mm <sup>2</sup> )		
				Kleinstwert	Mittelwert	Größtwert
A	6	1,97	2,8	11,4	13,8	17,2
B	6	1,84	1,7	4,7	5,7	6,7
C	3	1,92	0,8	2,9	3,2	3,4
D	3	1,88	2,9	10,5	11,9	12,5
E	6	1,89	2,4	12,6	13,4	14,2

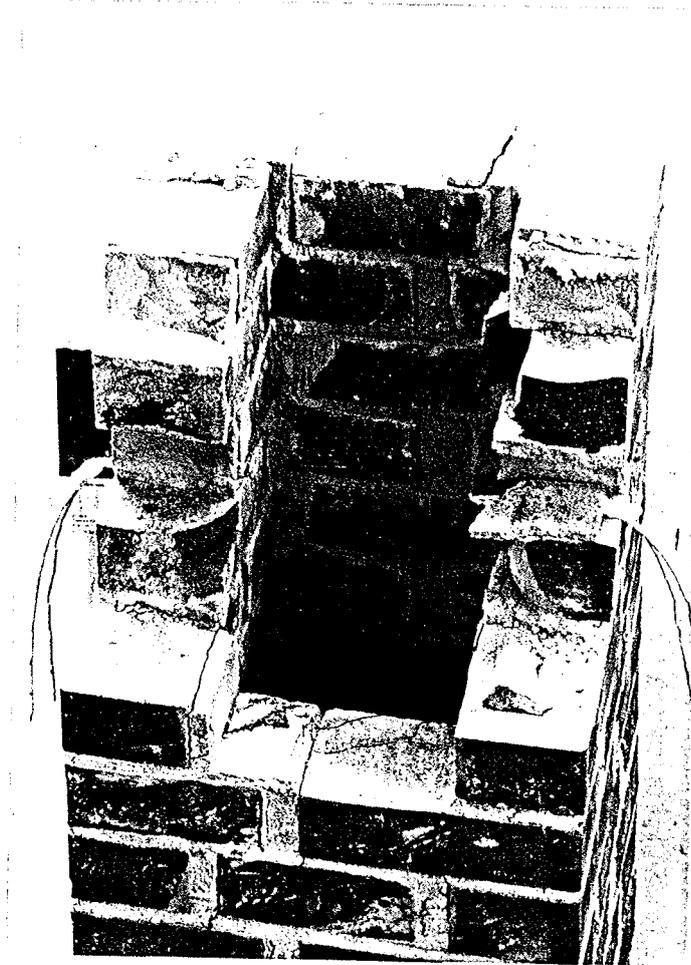


Bild 12 und Bild 13:  
Eingemauerte Thermo-  
elemente beim Prüf-  
schornstein E

Tabelle 11: Temperaturmeßergebnisse beim Heizversuch am Prüfschornstein Nr. 1 des Schornsteintyps A

Heizdauer (min)	M1-Soll [ °C ]	Temperatur in °C an den Messtellen															
		M1	M2	M3	ZM1a	ZM1b	ZM2a	ZM2b	ZM3a	ZM3b	M1a	M1b	M2a	M2b	M3a	M3b	
Lufttemperatur = 18 °C																	
0	20	20	20	20	---	---	---	---	---	---	---	21	21	21	21	21	21
10	100	100	85	70	---	---	---	---	---	---	---	21	21	21	21	21	21
30	200	200	175	140	---	---	---	---	---	---	---	21	21	21	21	21	21
60	300	300	265	220	---	---	---	---	---	---	---	25	25	25	24	23	23
90	360	360	320	265	---	---	---	---	---	---	---	33	34	32	31	29	29
120	425	430	375	315	---	---	---	---	---	---	---	44	45	42	40	37	38
150	450	450	390	325	---	---	---	---	---	---	---	54	56	53	50	46	47
180	480	470	405	340	---	---	---	---	---	---	---	66	68	61	57	52	53
210	500	490	420	355	---	---	---	---	---	---	---	77	79	69	64	59	60
240	500	490	420	355	---	---	---	---	---	---	---	82	83	75	70	64	65
270	500	495	425	360	---	---	---	---	---	---	---	84	84	80	74	68	70
300	500	500	430	365	---	---	---	---	---	---	---	85	85	82	76	71	73
330	500	500	430	365	---	---	---	---	---	---	---	93	96	84	80	75	76
360	500	500	430	365	---	---	---	---	---	---	---	99	101	85	81	77	78
390	500	500	430	365	---	---	---	---	---	---	---	106	108	88	84	79	79
420	500	495	420	360	---	---	---	---	---	---	---	113	115	91	88	81	81
480	500	500	425	370	---	---	---	---	---	---	---	117	118	97	95	81	82
540	500	495	420	370	---	---	---	---	---	---	---	118	121	104	100	82	85
600 *	500	500	420	380	---	---	---	---	---	---	---	121	122	108	103	87	88
630		205	195	190	---	---	---	---	---	---	---	121	120	108	103	87	88
660		145	150	150	---	---	---	---	---	---	---	112	110	102	96	83	85

\* Brenner aus

Tabelle 12: Temperaturmeßergebnisse beim Ausbrennversuch am Prüfschornstein Nr. 1 des Schornsteintyps A

Heizdauer (min)	M1-Soll (°C)	Temperatur in °C an den Messstellen															
		M1	M2	M3	ZM1a	ZM1b	ZM2a	ZM2b	ZM3a	ZM3b	M1a	M1b	M2a	M2b	M3a	M3b	
Lufttemperatur = 20 °C																	
0	20	20	20	20	---	---	---	---	---	---	---	19	19	19	19	19	19
2,5	250	240	170	145	---	---	---	---	---	---	---	19	19	19	19	19	19
5	485	450	335	270	---	---	---	---	---	---	---	19	19	19	19	19	19
7,5	720	700	490	390	---	---	---	---	---	---	---	19	19	19	19	19	19
10	915	860	590	460	---	---	---	---	---	---	---	19	19	19	19	19	19
15	950	940	680	480	---	---	---	---	---	---	---	19	19	19	19	19	19
20	950	955	720	560	---	---	---	---	---	---	---	19	19	19	19	19	19
30	950	950	745	615	---	---	---	---	---	---	---	27	27	25	25	23	23
40	950	950	755	630	---	---	---	---	---	---	---	42	42	36	33	30	30
50	950	955	765	650	---	---	---	---	---	---	---	60	60	50	46	39	38
60	950	950	780	660	---	---	---	---	---	---	---	78	77	65	60	50	48
70 *	950	960	780	680	---	---	---	---	---	---	---	94	93	84	74	63	59
90		160	240	235	---	---	---	---	---	---	---	118	116	100	91	81	78
100		155	225	215	---	---	---	---	---	---	---	126	124	107	98	85	83
110		110	170	175	---	---	---	---	---	---	---	128	125	112	103	88	86
120		95	155	155	---	---	---	---	---	---	---	127	124	112	104	88	87
130		75	130	135	---	---	---	---	---	---	---	124	121	111	102	88	87
140		65	115	115	---	---	---	---	---	---	---	119	116	109	101	87	86
150		60	105	110	---	---	---	---	---	---	---	114	111	106	98	86	85

\* Brenner aus

Tabelle 13: Temperaturmeßergebnisse bei der Trocknungsphase am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps A

Heizdauer (min)	M1-Soll (°C)	Temperatur in °C an den Messstellen														
		M1	M2	M3	ZM1a	ZM1b	ZM2a	ZM2b	ZM3a	ZM3b	M1a	M1b	M2a	M2b	M3a	M3b
		Lufttemperatur = 18 °C														
0	20	20	20	20	--	--	--	--	--	--	20	20	20	20	20	20
10	33	40	35	30	--	--	--	--	--	--	20	20	20	20	20	20
20	67	67	55	50	--	--	--	--	--	--	20	20	20	20	20	20
30	100	100	85	75	--	--	--	--	--	--	20	20	20	20	20	20
40	133	135	125	110	--	--	--	--	--	--	20	20	20	20	20	20
60	200	195	175	150	--	--	--	--	--	--	22	22	21	21	21	21
90	200	195	180	160	--	--	--	--	--	--	27	27	25	25	24	24
120	200	210	195	170	--	--	--	--	--	--	34	34	29	30	28	28
150	200	195	180	165	--	--	--	--	--	--	38	38	34	35	32	31
180	200	195	185	165	--	--	--	--	--	--	42	42	37	38	36	35
210	200	200	185	170	--	--	--	--	--	--	45	45	40	41	39	38
240	200	208	190	170	--	--	--	--	--	--	48	48	42	43	41	40
270 *	200	205	190	170	--	--	--	--	--	--	49	49	44	45	43	42

\* Brenner aus

Tabelle 14: Temperaturmeßergebnisse bei der Betriebsphase 1 am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps A

Heiz- dauer (min)	M1-Soll (°C)	Temperatur in °C an den Messstellen															
		M1	M2	M3	ZM1a	ZM1b	ZM2a	ZM2b	ZM3a	ZM3b	M1a	M1b	M2a	M2b	M3a	M3b	
		Lufttemperatur = 18 °C															
0	20	20	20	20	---	---	---	---	---	---	---	22	22	22	22	22	22
5	350	350	280	220	---	---	---	---	---	---	---	22	22	22	22	22	22
30	350	345	285	245	---	---	---	---	---	---	---	23	23	23	23	23	23
60	350	345	290	255	---	---	---	---	---	---	---	36	36	30	30	29	29
90	350	340	295	265	---	---	---	---	---	---	---	48	48	38	39	37	36
120	350	350	305	275	---	---	---	---	---	---	---	58	58	48	48	46	45
150	350	355	310	280	---	---	---	---	---	---	---	62	63	51	51	50	49
180	350	355	310	285	---	---	---	---	---	---	---	66	68	55	56	53	52
210	350	345	305	280	---	---	---	---	---	---	---	68	69	57	59	55	54
240	350	345	305	280	---	---	---	---	---	---	---	73	73	62	63	60	59
270 *	350	350	310	285	---	---	---	---	---	---	---	75	75	64	65	61	60
300		100	100	100	---	---	---	---	---	---	---	77	76	66	66	62	61
330		70	75	80	---	---	---	---	---	---	---	74	73	63	63	61	59

\* Brenner aus

Tabelle 15: Temperaturmeßergebnisse bei der Betriebsphase 2 am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps A

Heiz- dauer (min)	M1-Soll (°C)	Temperatur in °C an den Messstellen															
		M1	M2	M3	ZM1a	ZM1b	ZM2a	ZM2b	ZM3a	ZM3b	M1a	M1b	M2a	M2b	M3a	M3b	
		Lufttemperatur = 18 °C															
0	20	20	20	20	--	--	--	--	--	--	--	22	22	22	22	22	22
5	500	490	365	290	--	--	--	--	--	--	--	22	22	22	22	22	22
30	500	500	400	335	--	--	--	--	--	--	--	26	26	25	25	25	24
60	500	500	405	350	--	--	--	--	--	--	--	50	50	38	38	36	34
90	500	505	415	365	--	--	--	--	--	--	--	71	71	53	54	49	47
120	500	505	415	365	--	--	--	--	--	--	--	85	84	67	68	60	58
150	500	510	420	370	--	--	--	--	--	--	--	95	92	77	75	67	66
180	500	495	415	370	--	--	--	--	--	--	--	103	101	83	80	73	71
210	500	495	415	370	--	--	--	--	--	--	--	109	107	85	82	77	75
240	500	500	425	375	--	--	--	--	--	--	--	113	112	86	86	80	77
270	500	495	425	375	--	--	--	--	--	--	--	115	114	85	88	81	79
300	500	505	430	380	--	--	--	--	--	--	--	119	118	88	92	83	81
330	500	500	430	380	--	--	--	--	--	--	--	120	119	92	95	83	81
360 *	500	500	430	385	--	--	--	--	--	--	--	121	120	95	97	84	82

\* Brenner aus

Tabelle 16: Temperaturmeßergebnisse bei der Schornsteinbrandphase am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps A

Heiz- dauer (min)	M1-Soll (°C)	Temperatur in °C an den Messtellen														
		M1	M2	M3	ZM1a	ZM1b	ZM2a	ZM2b	ZM3a	ZM3b	M1a	M1b	M2a	M2b	M3a	M3b
		Lufttemperatur = 20 °C														
0	20	20	20	20	--	--	--	--	--	--	23	23	23	23	23	23
2	200	190	150	120	--	--	--	--	--	--	24	24	24	24	24	24
4	400	390	300	250	--	--	--	--	--	--	24	24	24	24	24	24
6	600	600	450	360	--	--	--	--	--	--	24	24	24	24	24	24
8	800	790	570	440	--	--	--	--	--	--	24	24	24	24	24	24
10	1000	900	620	480	--	--	--	--	--	--	24	24	24	24	24	24
15	1000	1000	770	650	--	--	--	--	--	--	24	24	24	24	24	24
20	1000	1010	790	685	--	--	--	--	--	--	25	25	25	25	25	25
30	1000	1000	810	715	--	--	--	--	--	--	31	32	31	31	30	30
40 *	1000	1010	830	735	--	--	--	--	--	--	46	49	43	45	39	39

\* Brenner aus

Tabelle 17: Temperaturmeßergebnisse beim Heizversuch am Prüfschornstein Nr. 1 des Schornsteintyps B

Heiz- dauer (min)	M1-Soll (°C)	Temperatur in °C an den Messtellen															
		M1	M2	M3	ZM1a	ZM1b	ZM2a	ZM2b	ZM3a	ZM3b	M1a	M1b	M2a	M2b	M3a	M3b	
		Lufttemperatur = 18 °C															
0	20	20	20	20	20	20	---	---	20	20	20	20	20	20	20	20	
10	100	100	90	75	---	---	---	---	---	---	21	21	21	21	21	21	
30	200	200	175	150	55	60	---	---	50	35	22	22	22	22	22	22	
60	300	300	270	235	105	120	---	---	80	65	29	30	29	29	28	27	
90	360	360	325	280	---	---	---	---	---	---	43	44	41	41	37	34	
120	425	425	375	325	210	235	---	---	130	110	58	58	53	53	45	42	
150	450	450	400	350	---	---	---	---	---	---	73	82	66	65	54	51	
180	480	475	420	365	280	325	---	---	195	145	82	90	80	78	64	59	
210	500	495	425	385	---	---	---	---	---	---	84	89	89	85	73	66	
240	500	500	425	385	320	365	---	---	215	175	87	90	93	90	79	74	
270	500	505	430	390	---	---	---	---	---	---	90	90	94	91	81	77	
300	500	500	435	390	340	380	---	---	230	190	93	87	94	92	82	79	
330	500	495	435	390	---	---	---	---	---	---	102	108	95	92	82	79	
360	500	495	435	395	350	385	---	---	240	200	109	113	96	92	82	80	
390	500	495	440	395	---	---	---	---	---	---	113	115	100	97	83	81	
420	500	505	445	405	365	400	---	---	255	215	117	119	107	104	84	82	
480 *	500	495	445	400	370	400	---	---	260	220	123	123	117	111	86	84	
510		235	220	215	255	275	---	---	195	180	124	124	119	113	86	83	
540		140	140	190	---	---	---	---	---	---	116	114	111	107	83	78	

\* Brenner aus

Tabelle 18: Temperaturmeßergebnisse beim Ausbrennversuch am Prüfschornstein Nr. 1 des Schornsteintyps B

Heizdauer (min)	M1-Soll (°C)	Temperatur in °C an den Messstellen															
		M1	M2	M3	ZM1a	ZM1b	ZM2a	ZM2b	ZM3a	ZM3b	M1a	M1b	M2a	M2b	M3a	M3b	
		Lufttemperatur = 20 °C															
0	20	20	20	20	20	20	---	---	20	20	24	24	24	24	24	24	
2,5	250	250	200	160	---	---	---	---	---	---	26	26	26	26	26	26	
5	485	490	380	290	190	200	---	---	200	50	26	26	26	26	26	26	
7,5	720	760	570	430	---	---	---	---	---	---	26	26	26	26	26	26	
10	915	920	680	520	580	630	---	---	200	130	26	26	26	26	26	26	
15	950	950	720	580	670	700	---	---	240	170	27	27	27	27	27	27	
20	950	955	745	615	715	750	---	---	290	210	32	32	31	31	31	30	
30	950	955	755	630	750	780	---	---	325	260	51	53	45	44	37	35	
40	950	950	765	650	770	800	---	---	365	305	76	77	66	64	48	47	
50	950	950	780	660	800	820	---	---	395	340	98	98	87	83	58	57	
60	950	955	790	670	810	830	---	---	420	370	116	116	106	103	69	69	
70 *	950	950	790	680	810	835	---	---	440	395	132	127	118	113	76	78	
80		405	360	320	445	485	---	---	305	300	144	138	129	123	86	87	
90		280	255	240	365	395	---	---	260	262	150	144	135	128	90	87	
100		210	200	190	305	330	---	---	230	235	152	146	138	132	92	90	
110		165	160	155	265	285	---	---	205	210	152	145	140	132	94	92	
120		140	140	135	---	---	---	---	---	---	148	139	137	131	95	92	

\* Brenner aus

Tabelle 19: Temperaturmeßergebnisse bei der Trocknungsphase am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps B

Heiz- dauer (min)	M1-Soll (°C)	Temperatur in °C an den Messstellen														
		M1	M2	M3	ZM1a	ZM1b	ZM2a	ZM2b	ZM3a	ZM3b	M1a	M1b	M2a	M2b	M3a	M3b
		Lufttemperatur = 21 °C														
0	20	20	20	20	20	20	---	---	20	20	24	24	24	24	25	25
10	33	40	40	40	---	---	---	---	---	---	24	24	24	24	25	25
20	67	70	60	55	---	---	---	---	---	---	25	25	25	25	25	25
30	100	100	90	80	30	40	---	---	30	30	25	25	25	25	25	25
40	133	130	115	100	---	---	---	---	---	---	25	25	25	25	25	25
60	200	185	165	145	50	75	---	---	50	45	28	28	28	28	27	28
90	200	195	175	150	65	90	---	---	60	55	34	34	34	33	31	32
120	200	200	180	155	75	100	---	---	70	65	41	41	41	40	35	35
150	200	200	180	155	80	105	---	---	75	70	45	46	46	45	40	40
180	200	200	180	160	85	110	---	---	80	75	51	50	50	49	43	43
210	200	205	185	170	90	115	---	---	85	78	53	52	53	51	45	45
240 *	200	210	190	175	95	120	---	---	90	80	55	54	56	54	47	48

\* Brenner aus

Tabelle 20: Temperaturmeßergebnisse bei der Betriebsphase 1 am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps B

Heizdauer (min)	M1-Soll (°C)	Temperatur in °C an den Messstellen															
		M1	M2	M3	ZM1a	ZM1b	ZM2a	ZM2b	ZM3a	ZM3b	M1a	M1b	M2a	M2b	M3a	M3b	
		Lufttemperatur = 21 °C															
0	20	20	20	20	20	20	---	---	20	20	25	25	25	25	25	25	
5	350	350	270	245	--	--	---	---	---	---	25	25	25	25	25	25	
30	350	350	300	270	100	150	---	---	95	80	28	28	28	28	28	28	
60	350	345	300	280	135	185	---	---	115	105	45	45	44	42	38	38	
90	350	355	305	285	155	205	---	---	130	120	59	59	61	56	49	49	
120	350	355	310	290	165	215	---	---	140	130	68	65	67	65	55	55	
150	350	355	310	290	175	220	---	---	150	140	71	69	73	71	59	60	
180	350	350	310	290	180	225	---	---	155	145	74	72	76	76	64	66	
210 *	350	350	310	290	185	230	---	---	160	150	74	72	78	78	66	68	
240		90	90	95	120	125	---	---	100	90	74	73	77	77	66	67	
270		60	65	70	95	100	---	---	85	75	70	69	71	70	62	63	

\* Brenner aus

Tabelle 21: Temperaturmeßergebnisse bei der Betriebsphase 2 am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps B

Heiz- dauer (min)	M1-Soll (°C)	Temperatur in °C an den Messstellen															
		M1	M2	M3	ZM1a	ZM1b	ZM2a	ZM2b	ZM3a	ZM3b	M1a	M1b	M2a	M2b	M3a	M3b	
		Lufttemperatur = 21 °C															
0	20	20	20	20	20	20	---	---	20	20	23	23	23	23	23	23	
5	500	495	380	320	100	175	---	---	90	80	23	23	23	23	23	23	
30	500	500	415	370	195	270	---	---	155	140	37	37	35	34	31	32	
60	500	510	425	385	245	315	---	---	190	175	65	64	62	59	48	49	
90	500	500	425	385	245	335	---	---	205	195	80	79	79	77	60	63	
120	500	495	425	385	275	345	---	---	220	210	87	86	85	83	68	71	
150	500	495	425	385	285	350	---	---	230	220	95	94	90	86	72	75	
180	500	495	430	390	295	355	---	---	235	225	101	100	94	87	74	77	
210	500	500	435	395	300	365	---	---	245	235	105	103	102	92	76	77	
240	500	495	430	395	305	365	---	---	245	235	107	106	107	98	77	79	
270 *	500	495	430	395	310	370	---	---	250	240	109	107	111	103	77	81	
300		270	230	195	225	240	---	---	170	165	109	107	111	104	78	81	
330		215	195	160	190	200	---	---	140	145	103	100	105	99	75	76	

\* Brenner aus

Tabelle 22: Temperaturmeßergebnisse bei der Schornsteinbrandphase am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps B

Heiz- dauer (min)	M1-Soll (°C)	Temperatur in °C an den Messstellen															
		M1	M2	M3	ZM1a	ZM1b	ZM2a	ZM2b	ZM3a	ZM3b	M1a	M1b	M2a	M2b	M3a	M3b	
		Lufttemperatur = 18 °C															
0	20	20	20	20	20	20	---	---	20	20	20	20	20	20	20	20	
2	200	190	150	120	---	---	---	---	---	---	20	20	20	20	20	20	
4	400	400	310	240	---	---	---	---	---	---	20	20	20	20	20	20	
6	600	600	460	360	---	---	---	---	---	---	20	20	20	20	20	20	
8	800	750	510	400	---	---	---	---	---	---	20	20	20	20	20	20	
10	1000	900	630	510	350	460	---	---	200	200	21	21	21	21	21	21	
15	1000	1040	780	640	540	670	---	---	295	280	21	21	21	21	21	21	
20	1000	1020	780	640	550	700	---	---	340	315	27	27	26	26	24	24	
30	1000	1010	790	660	600	750	---	---	400	370	44	42	41	41	31	34	
40 *	1000	1010	810	680	650	790	---	---	440	420	67	64	62	61	43	49	
50		555	470	375	385	445	---	---	280	270	85	83	84	80	57	63	
60		450	385	315	335	375	---	---	245	235	97	95	96	91	66	71	
70		380	330	275	295	325	---	---	210	210	106	103	105	100	71	76	
80		320	285	245	265	285	---	---	190	185	112	108	112	106	75	77	
90		285	260	220	---	---	---	---	---	---	111	108	112	106	75	78	
100		260	240	205	---	---	---	---	---	---	110	106	112	105	75	77	
110		235	220	190	---	---	---	---	---	---	107	103	109	102	73	75	
120		210	200	175	---	---	---	---	---	---	103	99	105	100	71	73	

\* Brenner aus

Tabelle 23: Temperaturmeßergebnisse beim Heizversuch am Prüfschornstein Nr. 1 des Schornsteintyps C

Heizdauer (min)	M1-Soll (°C)	Temperatur in °C an den Messstellen															
		M1	M2	M3	ZM1a	ZM1b	ZM2a	ZM2b	ZM3a	ZM3b	M1a	M1b	M2a	M2b	M3a	M3b	
		Lufttemperatur = 15 °C															
0	20	20	20	20	22	22	22	22	22	22	22	16	16	17	17	17	17
10	100	100	90	85	62	65	60	52	50	48	48	17	17	18	18	18	18
30	200	200	180	170	125	128	100	100	78	75	75	18	18	18	18	18	18
60	300	300	275	260	225	225	188	185	142	135	135	21	20	20	19	19	19
90	360	360	330	310	275	275	230	228	180	170	170	31	27	25	25	24	24
120	425	415	380	360	332	338	280	280	220	210	210	42	37	33	32	32	32
150	450	450	410	390	372	375	310	308	250	238	238	52	47	41	40	39	39
180	480	480	435	410	398	405	332	330	272	260	260	66	56	49	47	46	46
210	500	495	450	430	432	435	360	358	295	282	282	76	64	58	54	53	52
240	500	505	455	430	442	445	368	365	308	295	295	80	71	70	60	60	57
270	500	505	460	435	445	458	370	370	312	302	302	81	77	79	66	67	62
300	500	495	465	425	438	440	362	360	310	300	300	81	80	80	70	70	66
330	500	495	450	425	440	445	365	362	312	302	302	81	81	81	75	72	70
360	500	495	450	425	442	448	372	370	318	308	308	80	81	81	77	74	71
390	500	495	450	425	442	450	375	372	318	308	308	79	81	81	78	75	73
420	500	500	455	425	448	455	375	375	320	315	315	78	81	80	78	75	74
480 *	500	495	450	425	442	450	368	368	320	315	315	80	82	80	78	76	75
510		200	195	190	220	215	202	200	190	188	188	84	84	80	80	78	77

\* Brenner aus

Tabelle 24: Temperaturmeßergebnisse beim Ausbrennversuch am Prüfschornstein Nr. 1 des Schornsteintyps C

Heizdauer (min)	M1-Soll (°C)	Temperatur in °C an den Messstellen															
		M1	M2	M3	ZM1a	ZM1b	ZM2a	ZM2b	ZM3a	ZM3b	M1a	M1b	M2a	M2b	M3a	M3b	
		Lufttemperatur = 16 °C															
0	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	21	21	22	22	22	23
2,5	250	250	200	190	300	320	172	175	120	112	112	21	21	22	22	22	23
5	485	485	400	360	365	392	245	248	165	160	160	21	22	22	22	23	23
7,5	720	720	540	480	582	580	345	352	222	215	215	22	22	22	22	23	23
10	915	920	680	560	830	812	458	482	295	278	278	22	22	22	22	23	23
15	950	960	740	620	848	842	570	570	348	347	347	23	23	23	24	24	24
20	950	950	750	640	868	852	600	602	385	380	380	23	23	23	24	25	25
30	950	960	780	675	868	862	642	653	450	441	441	28	28	27	28	28	28
40	950	945	780	680	868	860	648	660	460	453	453	35	35	29	31	29	30
50	950	955	790	700	863	871	671	681	479	475	475	50	51	42	43	41	41
60	950	955	795	705	865	873	681	691	530	524	524	56	58	46	48	45	45
70 *	950	945	795	705	862	865	685	695	540	538	538	66	69	54	56	52	52
80		575	485	400	502	525	410	410	342	335	335	78	81	66	68	64	62
90		500	430	350	448	458	385	382	305	300	300	83	85	72	73	68	67
100		450	375	310	400	408	365	365	275	272	272	89	88	77	79	73	72
110		375	330	270	355	360	298	295	248	240	240	91	88	77	80	75	73
120		335	300	245	325	328	272	270	225	220	220	94	89	77	81	76	74
140		280	250	205	278	278	235	232	190	188	188	94	90	77	80	75	73

\* Brenner aus

Tabelle 25: Temperaturmeßergebnisse bei der Trocknungsphase am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps C

Heiz- dauer (min)	M1-Soll (°C)	Temperatur in °C an den Messstellen															
		M1	M2	M3	ZM1a	ZM1b	ZM2a	ZM2b	ZM3a	ZM3b	M1a	M1b	M2a	M2b	M3a	M3b	
		Lufttemperatur = 16 °C															
0	20	20	20	20	22	22	22	22	22	22	22	23	24	24	24	24	20
10	33	40	35	35	35	35	35	35	32	32	32	23	24	24	24	24	20
20	67	70	65	60	52	48	45	40	38	38	38	23	24	24	24	24	20
30	100	100	90	85	68	58	50	42	42	42	42	23	24	24	24	24	20
40	133	133	115	110	92	75	70	65	65	65	60	23	24	24	24	24	20
60	200	195	175	165	145	145	120	112	108	108	90	26	23	23	23	22	22
90	200	195	175	170	148	148	122	115	110	110	95	28	26	25	25	25	24
120	200	200	180	170	148	145	125	120	115	100	100	35	34	30	29	28	28
150	200	195	175	170	152	150	124	120	110	100	100	40	36	34	34	34	34
180	200	200	180	175	158	155	132	128	115	108	108	43	39	37	36	34	34
210	200	195	175	170	155	152	130	125	115	108	108	46	43	39	40	37	36
240	200	195	175	170	155	155	130	125	115	108	108	49	46	44	42	38	38
270	200	195	175	170	152	150	125	122	115	108	108	50	47	42	43	39	38
300 *	200	205	185	180	160	158	135	130	122	115	115	54	48	43	44	40	39

\* Brenner aus

Tabelle 26: Temperaturmeßergebnisse bei der Betriebsphase 1 am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps C

Heiz- dauer (min)	M1-Soll (°C)	Temperatur in °C an den Messstellen															
		M1	M2	M3	ZM1a	ZM1b	ZM2a	ZM2b	ZM3a	ZM3b	M1a	M1b	M2a	M2b	M3a	M3b	
		Lufttemperatur = 15 °C															
0	20	20	20	20	22	22	22	22	22	22	22	21	21	21	22	21	21
5	350	340	270	220	260	262	175	168	158	115	21	21	21	22	21	21	
30	350	350	300	270	270	270	190	185	168	142	25	25	25	26	24	25	
60	350	345	295	265	268	270	198	192	185	152	32	31	28	28	26	27	
90	350	345	295	270	272	275	200	198	188	165	43	42	36	36	33	32	
120	350	345	295	270	272	275	205	202	185	170	52	50	42	43	38	38	
150	350	345	295	270	275	275	205	205	188	172	58	55	48	48	42	41	
180	350	350	300	280	285	285	215	215	195	178	64	61	52	54	47	45	
210	350	355	305	285	290	290	218	218	200	182	67	63	54	56	49	47	
240	350	355	305	285	292	292	221	220	202	198	70	66	57	59	51	49	
270	350	355	310	285	295	295	225	222	205	190	73	68	60	62	54	51	
300	350	355	310	285	295	295	228	228	210	195	75	70	61	64	55	52	
330 *	350	355	310	285	298	298	230	230	208	195	76	71	62	66	56	54	
360		80	75	75	100	100	92	92	88	88	74	71	63	68	58	55	

\* Brenner aus

Tabelle 27: Temperaturmeßergebnisse bei der Betriebsphase 2 am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps C

Heiz- dauer (min)	M1-Soll (°C)	Temperatur in °C an den Messstellen															
		M1	M2	M3	ZM1a	ZM1b	ZM2a	ZM2b	ZM3a	ZM3b	M1a	M1b	M2a	M2b	M3a	M3b	
Lufttemperatur = 15 °C																	
0	20	20	20	20	22	22	22	22	22	22	22	18	18	18	19	18	19
5	500	485	390	320	365	378	222	225	192	148	18	18	18	19	18	19	
30	500	510	430	380	402	415	278	278	240	208	19	19	18	19	18	19	
60	500	490	415	375	398	410	288	288	252	225	33	33	28	28	26	26	
90	500	505	425	380	415	422	302	302	262	238	46	47	39	38	34	34	
120	500	500	425	380	425	430	308	308	272	255	59	60	50	49	43	43	
150	500	495	425	380	428	430	315	315	278	262	69	70	59	60	50	49	
180	500	495	425	385	435	435	315	315	279	265	74	76	65	67	56	54	
210	500	500	435	390	439	439	322	322	290	272	75	79	70	71	59	58	
240	500	505	435	390	445	445	330	330	292	278	76	81	74	75	62	61	
270	500	500	435	390	450	450	332	332	295	282	77	81	77	78	64	63	
300 *	500	500	435	390	452	452	345	345	298	285	78	82	79	80	67	64	
330		280	210	160	265	265	190	190	152	152	80	81	78	81	67	65	
360		225	170	125	212	212	158	155	125	125	79	79	74	79	66	61	
380		200	155	115	195	192	145	140	112	112	77	77	71	77	64	59	

\* Brenner aus

Tabelle 28: Temperaturmeßergebnisse bei der Schornsteinbrandphase am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps C

Heiz- dauer (min)	M1-Soll (°C)	Temperatur in °C an den Messstellen															
		M1	M2	M3	ZM1a	ZM1b	ZM2a	ZM2b	ZM3a	ZM3b	M1a	M1b	M2a	M2b	M3a	M3b	
Lufttemperatur = 17 °C																	
0	20	20	20	20	30	29	29	29	29	29	29	25	25	25	25	25	25
2	200	200	160	150	200	200	140	140	140	140	120	25	25	25	25	25	25
4	400	390	320	280	330	330	190	190	170	140	140	25	25	25	25	25	25
6	600	610	490	420	610	610	310	310	250	200	200	25	25	25	25	25	25
8	800	800	630	530	780	790	410	410	360	250	250	25	25	25	25	25	25
10	1000	970	770	650	910	940	530	530	450	310	310	25	25	25	25	25	25
15	1000	1000	830	700	880	950	640	640	520	400	400	25	25	25	25	25	25
20	1000	1020	850	730	910	980	700	690	570	460	460	25	25	25	25	25	25
30	1000	1020	850	730	900	980	720	710	600	530	530	28	28	28	28	27	27
40 *	1000	990	830	710	870	940	710	710	600	530	530	37	38	37	37	34	30
50		545	455	370	450	492	385	378	315	302	302	48	50	48	46	40	40
60		425	360	290	362	385	305	300	242	242	242	60	63	59	57	50	50
80		320	275	225	282	305	242	240	195	192	192	71	75	69	68	58	57
100		255	220	180	245	245	198	195	155	155	155	77	81	74	75	62	61
120		210	180	150	205	205	162	160	130	130	130	77	80	72	76	62	59

\* Brenner aus

Tabelle 29: Temperaturmeßergebnisse beim Heizversuch am Prüfschornstein Nr. 1 des Schornsteintyps D

Heizdauer (min)	M1-Soll (°C)	Temperatur in °C an den Messstellen															
		M1	M2	M3	ZM1a	ZM1b	ZM2a	ZM2b	ZM3a	ZM3b	M1a	M1b	M2a	M2b	M3a	M3b	
		Lufttemperatur = 21 °C															
0	20	20	20	20	21	21	21	21	21	21	21	23	23	24	24	24	25
10	100	95	85	80	35	35	35	33	34	34	34	24	24	25	25	25	26
30	200	200	190	170	70	70	70	61	62	61	61	24	24	25	25	26	26
60	300	300	275	260	135	138	125	112	113	110	110	26	26	27	27	27	27
90	360	365	335	310	195	198	178	159	159	150	150	32	32	32	32	31	31
120	425	425	385	350	260	262	222	208	198	191	191	40	41	39	39	37	37
150	450	445	400	370	290	300	249	239	221	215	215	50	51	47	46	44	44
180	480	480	425	390	335	338	280	274	248	244	244	59	60	55	54	51	51
210	500	500	435	405	360	362	300	294	268	265	265	67	67	62	60	56	57
240	500	500	445	410	372	375	312	308	279	275	275	72	72	67	66	60	61
270	500	500	445	410	382	385	320	318	288	285	285	81	79	73	71	64	66
300	500	500	450	410	388	390	328	325	295	292	292	87	85	77	74	67	69
330	500	495	445	410	393	396	332	330	297	295	295	92	91	82	79	71	73
360	500	495	450	415	393	396	335	332	302	300	300	91	94	85	81	72	76
390	500	495	450	415	394	398	335	334	300	300	300	95	96	87	84	75	77
420	500	500	450	415	398	400	339	339	305	304	304	98	99	91	87	78	81
480 *	500	490	445	410	395	395	339	339	302	302	302	105	102	95	91	81	83
510		310	290	270	320	320	282	282	253	252	252	107	103	96	92	82	85
525		260	245	230	281	285	254	254	228	228	228	107	105	97	93	83	86
555		225	215	205	252	256	235	231	210	210	209	106	104	97	92	83	86
625		180	180	170	210	212	205	200	185	179	179	100	99	93	89	81	83

\* Brenner aus

Tabelle 30: Temperaturmeßergebnisse beim Ausbrennversuch am Prüfschornstein Nr. 1 des Schornsteintyps D

Heizdauer (min)	M1-Soll (°C)	Temperatur in °C an den Messtellen															
		M1	M2	M3	ZM1a	ZM1b	ZM2a	ZM2b	ZM3a	ZM3b	M1a	M1b	M2a	M2b	M3a	M3b	
		Lufttemperatur = 17 °C															
0	20	20	20	20	21	21	22	22	24	24	19	19	19	19	20	20	
2,5	250	265	185	180	110	88	78	59	56	56	19	19	19	19	20	20	
5	485	465	345	310	310	250	180	130	130	119	20	20	20	20	21	21	
7,5	720	730	520	455	385	340	227	186	172	159	20	20	20	20	21	21	
10	915	910	650	550	583	545	347	282	238	223	20	20	20	20	21	21	
15	950	945	705	600	623	603	393	360	282	272	20	20	20	20	21	21	
20	950	950	725	615	676	664	447	410	322	318	21	21	21	21	22	22	
30	950	950	745	635	722	715	509	495	379	376	21	21	21	21	22	22	
40	950	945	758	650	747	742	547	538	415	412	27	26	26	26	26	26	
50	950	960	780	665	774	773	582	575	449	449	36	33	32	31	31	30	
60	950	945	775	670	771	770	593	590	468	468	46	42	40	39	37	37	
70 *	950	965	805	690	789	788	617	611	482	485	56	51	48	47	42	42	
80		590	510	430	559	562	458	460	365	365	66	62	57	56	49	49	
90		485	430	365	488	491	402	404	324	324	74	70	63	61	54	55	
100		420	375	325	435	438	368	369	294	294	82	78	70	69	59	60	
110		370	335	295	385	391	336	336	271	270	90	86	78	70	65	66	
120		330	305	270	360	365	315	315	252	252	96	92	83	81	68	70	
130		305	285	250	331	333	295	295	240	240	99	97	86	84	71	73	
140		275	270	235	311	312	280	280	224	224	101	99	89	86	72	74	
150		255	250	220	291	293	262	262	211	211	101	100	90	88	73	75	
160		235	235	210	275	278	250	250	202	202	101	101	90	89	74	76	
170		220	225	200	260	262	240	240	192	192	100	101	90	88	73	76	
180		210	215	190	245	247	229	229	182	182	100	101	91	89	74	77	

\* Brenner aus

Tabelle 31: Temperaturmeßergebnisse bei der Trocknungsphase am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps D

Heizdauer (min)	M1-Soll (°C)	Temperatur in °C an den Messstellen															
		M1	M2	M3	ZM1a	ZM1b	ZM2a	ZM2b	ZM3a	ZM3b	M1a	M1b	M2a	M2b	M3a	M3b	
		Lufttemperatur = 22 °C															
0	20	20	20	20	22	22	22	22	22	22	22	24	25	25	26	25	26
10	33	45	45	40	29	29	28	28	28	28	28	24	25	25	26	25	26
20	67	70	65	60	36	36	32	34	30	30	30	24	25	25	26	25	26
30	100	100	90	85	40	40	35	35	34	33	33	24	25	25	26	25	26
40	133	133	120	115	55	55	49	46	43	42	42	24	25	25	27	26	27
60	200	195	175	165	85	84	69	65	61	60	60	25	27	26	28	27	28
90	200	200	180	175	101	100	84	78	73	72	72	28	30	28	30	29	30
120	200	205	185	175	112	112	90	86	82	81	81	32	35	32	33	32	33
150	200	205	185	175	120	120	93	90	90	88	88	37	39	35	38	35	36
180	200	200	180	175	122	122	100	96	90	90	90	40	43	38	41	38	39
210	200	205	185	180	130	130	102	100	95	92	92	44	47	41	44	41	42
240	200	200	180	175	131	131	108	102	95	94	94	46	50	43	46	43	44
270	200	200	185	180	135	135	110	105	100	99	99	48	52	45	49	45	45
300 *	200	200	185	180	136	136	112	109	104	102	102	49	53	46	49	46	46

\* Brenner aus

Tabelle 32: Temperaturmeßergebnisse bei der Betriebsphase 1 am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps D

Heiz- dauer (min)	M1-Soll (°C)	Temperatur in °C an den Messstellen															
		M1	M2	M3	ZM1a	ZM1b	ZM2a	ZM2b	ZM3a	ZM3b	M1a	M1b	M2a	M2b	M3a	M3b	
		Lufttemperatur = 20 °C															
0	20	20	20	20	21	21	21	21	21	21	21	23	23	24	24	24	24
5	350	345	275	250	118	102	81	71	70	68	23	23	24	24	24	24	24
30	350	340	295	275	181	172	125	116	110	109	24	24	25	25	25	25	25
60	350	350	305	290	220	215	160	150	141	140	30	31	28	31	29	29	29
90	350	350	310	290	239	235	180	172	158	155	39	41	35	39	36	35	35
120	350	350	310	295	250	247	192	185	165	165	46	49	41	45	42	42	42
150	350	355	315	295	260	258	202	198	178	178	55	57	48	53	49	49	49
180	350	355	315	300	268	265	208	205	182	182	59	62	53	57	53	53	53
210	350	350	310	295	270	270	218	211	190	190	62	66	56	61	56	56	56
240	350	350	310	295	272	272	222	219	198	195	65	69	59	64	60	60	60
270	350	350	310	295	275	275	222	220	199	198	68	73	62	67	63	63	63
300 *	350	350	315	300	275	275	229	224	204	203	68	73	62	67	63	63	63
330		140	135	130	175	176	155	155	142	142	71	76	64	69	65	65	65
360		105	110	110	140	141	125	125	120	120	72	76	64	69	65	64	64

\* Brenner aus

Tabelle 33: Temperaturmeßergebnisse bei der Betriebsphase 2 am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps D

Heizdauer (min)	M1-Soll (°C)	Temperatur in °C an den Messstellen															
		M1	M2	M3	ZM1a	ZM1b	ZM2a	ZM2b	ZM3a	ZM3b	M1a	M1b	M2a	M2b	M3a	M3b	
		Lufttemperatur = 19 °C															
0	20	20	20	20	23	23	23	23	23	23	23	23	23	24	24	24	24
5	500	480	385	355	212	200	145	122	115	103	23	23	24	24	24	24	24
30	500	500	415	385	315	312	232	215	188	180	23	23	24	24	24	24	24
60	500	500	420	385	359	360	278	263	228	224	33	34	30	33	32	31	31
90	500	510	425	390	378	380	300	289	250	246	48	50	40	46	42	40	40
120	500	505	425	390	390	391	315	306	268	264	61	65	52	58	52	51	51
150	500	505	430	395	395	400	328	316	280	275	70	74	60	65	60	59	59
180	500	505	435	400	405	408	333	329	289	285	76	82	65	72	65	64	64
210	500	505	435	400	408	410	341	335	294	291	82	88	71	78	71	70	70
240	500	505	435	405	410	411	343	340	299	295	86	92	75	82	74	73	73
270	500	505	440	405	412	414	349	344	303	300	89	96	79	86	78	77	77
300	500	505	440	405	413	416	351	348	306	302	91	99	81	89	80	79	79
330 *	500	500	440	410	414	416	357	350	310	308	92	100	82	90	82	81	81
360			255	250	230	291	293	265	265	230	230	94	102	85	92	84	83
390			200	210	195	240	241	224	224	200	200	94	102	85	92	84	83

\* Brenner aus

Tabelle 34: Temperaturmeßergebnisse bei der Schornsteinbrandphase am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps D

Heizdauer (min)	M1-Soll (°C)	Temperatur in °C an den Messtellen															
		M1	M2	M3	ZM1a	ZM1b	ZM2a	ZM2b	ZM3a	ZM3b	M1a	M1b	M2a	M2b	M3a	M3b	
Lufttemperatur = 19 °C																	
0	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	23	23	23	23	23	23
2	200	185	150	150	60	60	50	50	50	50	50	23	23	23	23	23	23
4	400	400	305	300	130	110	100	80	70	60	60	23	23	23	23	23	23
6	600	600	470	430	250	220	180	140	80	70	70	23	23	23	23	23	23
8	800	800	620	550	420	390	290	250	200	180	180	23	23	23	23	23	23
10	1000	950	780	680	630	610	420	370	270	260	260	23	23	23	23	23	23
15	1000	1000	810	705	720	710	530	480	350	350	350	23	23	23	23	23	23
20	1000	1020	850	740	770	770	600	560	420	415	415	23	24	23	23	23	25
30	1000	990	840	740	800	800	650	610	485	480	480	25	25	25	26	25	25
40 *	1000	1005	860	760	830	830	690	660	530	525	525	29	30	29	29	30	30
50		500	450	400	508	512	440	436	350	350	350	37	38	33	37	35	34
60		385	355	315	411	418	365	362	298	294	294	47	49	40	46	42	41
70		305	295	265	349	352	314	314	261	261	261	57	61	50	57	51	50
80		270	265	245	320	324	290	290	242	242	242	63	68	55	63	57	55
100		205	210	200	255	260	239	239	208	208	208	73	81	66	74	66	65
120					228	230	210	210	179	178	178	77	85	70	79	69	69
150					198	201	188	188	152	152	152	80	87	73	80	70	70

\* Brenner aus

Tabelle 35: Temperaturmeßergebnisse beim Heizversuch am Prüfschornstein Nr. 1 des Schornsteintyps E

Heizdauer (min)	M1-Soll (°C)	Temperatur in °C an den Messstellen															
		M1	M2	M3	ZM1a	ZM1b	ZM2a	ZM2b	ZM3a	ZM3b	M1a	M1b	M2a	M2b	M3a	M3b	
Lufttemperatur = 18 °C																	
0	20	20	20	20	22	22	22	22	22	22	22	22	24	24	22	24	23
10	100	100	90	70	30	30	30	30	30	30	30	22	24	24	22	24	23
30	200	200	175	150	55	55	60	60	55	55	22	24	24	22	24	23	
60	300	300	265	220	102	102	102	100	90	88	26	25	27	25	26	25	
90	360	360	345	270	158	158	152	140	124	118	37	37	36	33	32	32	
120	425	425	355	300	210	210	185	172	142	139	49	49	44	41	40	40	
150	450	445	380	325	255	255	210	200	168	165	62	62	55	54	48	48	
180	480	475	395	335	298	298	238	238	190	185	74	75	63	59	55	55	
210	500	500	410	350	328	328	252	245	202	200	83	82	72	68	62	63	
240	500	510	425	365	358	358	272	270	220	218	94	88	80	75	68	69	
270	500	505	425	365	360	360	280	278	225	222	100	98	84	80	72	74	
300	500	500	425	360	368	368	288	282	228	228	109	108	88	82	75	77	
330	500	490	415	355	368	368	290	282	230	230	117	116	94	86	78	80	
360	500	500	425	365	380	380	300	295	235	235	123	124	97	94	84	83	
390	500	495	420	365	380	380	295	292	238	238	127	124	104	95	83	85	
420	500	495	420	365	380	380	300	298	242	240	129	127	104	98	87	86	
480	500	500	425	365	388	388	308	304	250	250	133	134	109	103	88	94	
510 *	500	500	425	370	388	388	310	306	252	252	134	134	110	105	90	92	
540			240	210	195	280	280	218	218	182	136	133	113	108	92	95	
570			175	165	150	230	230	185	185	152	134	129	109	106	90	93	
630			125	125	115	170	170	145	142	120	114	111	97	94	82	83	

\* Brenner aus

Tabelle 36: Temperaturmeßergebnisse beim Ausbrennversuch am Prüfschornstein Nr. 1 des Schornsteintyps E

Heizdauer (min)	M1-Soll (°C)	Temperatur in °C an den Messstellen														
		M1	M2	M3	ZM1a	ZM1b	ZM2a	ZM2b	ZM3a	ZM3b	M1a	M1b	M2a	M2b	M3a	M3b
		Lufttemperatur = 21 °C														
0	20	20	20	20	29	29	29	29	30	30	29	29	29	30	30	31
2,5	250	240	160	140	70	75	75	75	60	60	29	29	29	30	30	31
5	485	465	320	260	170	170	150	125	90	95	29	29	29	30	30	31
7,5	720	720	520	410	330	340	270	230	150	150	29	29	29	30	30	31
10	915	900	680	540	550	580	370	320	210	210	29	29	29	30	30	31
15	950	960	740	600	660	690	430	390	270	270	29	29	29	30	30	31
20	950	960	740	620	700	730	480	450	310	310	30	31	32	30	30	31
30	950	940	735	610	730	750	515	495	345	345	39	37	38	34	34	35
40	950	940	740	620	755	770	540	530	370	370	58	53	50	45	43	43
50	950	960	760	630	785	805	575	560	400	400	77	70	63	59	52	53
60	950	940	750	630	790	800	590	575	415	415	98	91	81	73	63	65
70 *	950	960	770	640	810	820	610	600	435	440	114	107	92	85	72	74
80		570	465	345	565	565	415	415	308	305	129	122	106	98	83	85
90		470	390	305	485	485	358	358	268	268	143	136	118	109	90	94
100		415	345	275	442	442	332	332	248	248	150	142	123	113	94	98
110		370	315	250	402	400	305	305	225	225	155	147	129	119	97	101
120		335	290	230	370	370	282	282	210	210	157	149	130	121	98	102
130		310	270	215	342	342	269	269	200	200	156	149	129	121	97	102
150		275	245	195	308	308	242	240	185	185	151	144	126	119	96	100
160		255	230	185	290	290	232	232	172	172	147	140	124	117	94	98
170		245	220	175	272	272	220	220	165	165	142	136	121	115	92	95
180		230	210	170	260	260	212	212	160	160	138	133	118	112	90	93

\* Brenner aus

Tabelle 37: Temperaturmeßergebnisse bei der Trocknungsphase am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps E

Heizdauer (min)	M1-Soll (°C)	Temperatur in °C an den Messstellen															
		M1	M2	M3	ZM1a	ZM1b	ZM2a	ZM2b	ZM3a	ZM3b	M1a	M1b	M2a	M2b	M3a	M3b	
		Lufttemperatur = 17 °C															
0	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	19	19	20	20	20	20
10	33	35	30	25	28	28	25	25	25	25	25	19	19	20	20	20	20
20	67	75	60	55	30	30	30	29	29	29	29	19	19	20	20	20	20
30	100	100	80	70	38	38	38	35	35	35	35	19	19	20	20	20	20
40	133	133	105	95	51	51	50	48	45	45	45	20	20	21	20	21	20
60	200	190	155	135	75	75	65	62	59	58	58	23	23	22	22	21	21
90	200	200	175	150	100	100	85	80	72	70	70	30	30	27	27	25	26
120	200	205	180	155	110	110	90	85	80	78	78	38	38	32	32	29	30
150	200	200	170	150	112	112	92	88	80	78	78	46	46	37	37	33	34
180	200	200	175	150	115	115	95	90	82	80	80	50	50	40	41	35	37
210	200	200	175	155	120	120	95	92	85	82	82	54	54	43	44	37	39
240	200	200	175	155	122	122	98	98	88	88	88	57	57	46	47	40	41
270 *	200	200	175	155	125	125	100	100	89	89	89	60	60	48	49	42	44

\* Brenner aus

Tabelle 38: Temperaturmeßergebnisse bei der Betriebsphase 1 am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps E

Heiz- dauer (min)	M1-Soll (°C)	Temperatur in °C an den Messtellen															
		M1	M2	M3	ZM1a	ZM1b	ZM2a	ZM2b	ZM3a	ZM3b	M1a	M1b	M2a	M2b	M3a	M3b	
		Lufttemperatur = 15 °C															
0	20	20	20	20	22	22	22	22	22	22	22	18	17	18	18	18	18
5	350	350	260	190	115	118	82	80	68	68	18	18	18	18	18	18	18
30	350	345	295	235	170	170	118	118	100	100	20	21	20	20	19	20	
60	350	350	295	245	198	200	132	132	115	115	34	35	27	28	24	26	
90	350	350	295	255	218	218	155	155	130	130	51	53	40	42	33	35	
120	350	350	295	260	229	229	168	168	139	139	65	66	48	51	41	43	
150	350	350	300	260	238	238	175	175	142	142	73	75	55	58	46	48	
180	350	350	300	260	245	245	185	182	152	152	81	82	60	65	52	54	
210	350	350	300	265	250	250	189	185	158	158	84	85	67	70	56	58	
240	350	350	300	265	255	255	192	190	160	160	87	87	70	73	58	60	
270 *	350	350	300	265	258	258	198	195	165	165	88	89	72	75	60	63	
300			80	75	75	142	140	115	115	98	98	90	91	74	77	63	64
330			70	70	70	115	112	95	95	88	88	85	86	70	72	60	61

\* Brenner aus

Tabelle 39: Temperaturmeßergebnisse bei der Betriebsphase 2 am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps E

Heizdauer (min)	M1-Soll (°C)	Temperatur in °C an den Messstellen															
		M1	M2	M3	ZM1a	ZM1b	ZM2a	ZM2b	ZM3a	ZM3b	M1a	M1b	M2a	M2b	M3a	M3b	
		Lufttemperatur = 17 °C															
0	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	20	20	21	21	21	21
5	500	480	355	265	215	232	145	145	110	110	20	20	21	21	21	21	21
30	500	505	425	355	325	325	215	215	168	165	25	25	23	24	22	23	23
60	500	500	420	355	362	362	255	255	200	198	55	55	42	45	35	37	37
90	500	505	425	360	382	382	275	275	215	215	83	83	62	66	49	52	52
120	500	495	420	355	390	388	282	282	225	222	100	100	76	80	60	64	64
150	500	495	425	360	400	398	295	295	235	232	111	111	84	88	67	70	70
180	500	495	425	365	402	400	300	300	240	240	122	123	92	95	74	76	76
210	500	505	435	370	410	410	310	310	248	248	128	130	97	101	77	79	79
240	500	500	435	370	412	412	320	315	258	255	133	136	103	107	81	83	83
270	500	505	445	375	420	420	328	325	265	262	136	139	107	112	83	84	84
300	500	500	440	370	420	420	330	328	265	265	140	143	113	117	87	87	87
330	500	500	440	375	420	420	330	328	265	268	143	146	116	120	89	90	90
360 *	500	500	440	375	418	418	330	330	268	268	144	147	118	122	91	93	93
390		285	250	200	300	300	245	245	192	190	144	147	120	124	94	94	94
420		235	215	170	252	252	208	208	160	160	139	143	117	120	92	92	92
450		200	185	145	215	215	185	185	145	145	127	131	109	111	86	86	86

\* Brenner aus

Tabelle 40: Temperaturmeßergebnisse bei der Schornsteinbrandphase am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps E

Heiz- dauer (min)	M1-Soll (°C)	Temperatur in °C an den Messstellen														
		M1	M2	M3	ZM1a	ZM1b	ZM2a	ZM2b	ZM3a	ZM3b	M1a	M1b	M2a	M2b	M3a	M3b
		Lufttemperatur = 18 °C														
0	20	20	20	20	28	25	28	25	28	25	26	24	26	26	26	26
2	200	220	180	120	70	70	60	58	55	55	26	24	26	26	26	26
4	400	420	320	230	180	210	130	130	110	100	26	24	26	26	26	26
6	600	610	460	330	330	420	250	240	180	160	26	24	26	26	26	26
8	800	770	600	460	500	600	350	330	240	220	26	24	26	26	26	26
10	1000	890	700	550	660	740	480	460	340	310	26	24	26	26	26	26
15	1000	1000	810	680	730	790	530	520	380	350	26	24	26	26	26	26
20	1000	1020	830	700	790	810	575	560	405	390	27	26	27	26	26	26
30	1000	980	810	680	795	810	595	590	445	430	37	39	34	33	30	29
40 *	1000	1010	830	700	845	870	635	630	485	475	54	60	48	48	40	38
50		530	435	370	525	528	392	392	302	298	74	81	66	67	53	52
60		395	335	295	418	418	322	322	250	248	98	106	85	86	67	66
70		340	295	250	370	370	290	290	225	222	110	119	96	97	75	75
90		270	240	205	300	302	242	242	188	185	126	133	107	109	85	84
110		225	205	175	250	252	212	212	158	158	128	134	110	111	86	86

\* Brenner aus

Tabelle 41: Rauchgastemperaturen und Temperaturerhöhungen beim Heizversuch am Prüfschornstein Nr. 1 des Schornsteintyps A

Heizdauer in Minuten	Temperaturen in °C im Schornstein an den Meßstellen			Temperaturerhöhungen in K an den äußeren Oberflächen an den Meßstellen					
	M1	M2	M3	1a	1b	2a	2b	3a	3b
	Lufttemperatur = 18 °C								
0	20	20	20	0	0	0	0	0	0
10	100	85	70	0	0	0	0	0	0
30	200	175	140	0	0	0	0	0	0
60	300	265	220	4	4	4	3	2	2
90	360	320	265	12	13	11	10	8	8
120	430	375	315	23	24	21	19	16	17
150	450	390	325	33	35	32	29	25	26
180	470	405	340	45	47	40	36	31	32
210	490	420	355	56	58	48	43	38	39
240	490	420	355	61	62	54	49	43	44
270	495	425	360	63	63	59	53	47	49
300	500	430	365	64	64	61	55	50	52
330	500	430	365	72	75	63	59	54	55
360	500	430	365	78	80	64	60	56	57
390	500	430	365	85	87	67	63	58	58
420	495	420	360	92	94	70	67	60	60
480	500	425	370	96	97	76	74	60	61
540	495	420	370	97	100	83	79	61	64
600 *)	500	420	380	100	101	87	82	66	67
630	205	195	190	100	99	87	82	66	67
660	145	150	150	91	89	81	75	62	64

\*) Brenner abgestellt

Tabelle 42: Rauchgastemperaturen und Temperaturerhöhungen beim Ausbrennversuch am Prüfschornstein Nr. 1 des Schornsteintyps A

Heizdauer in Minuten	Temperaturen in °C im Schorn- stein an den Meßstellen			Temperaturerhöhungen in K an den äußeren Oberflächen an den Meßstellen					
	M1	M2	M3	1a	1b	2a	2b	3a	3b
	Lufttemperatur = 20 °C								
0	20	20	20	0	0	0	0	0	0
2,5	240	170	145	0	0	0	0	0	0
5	450	335	270	0	0	0	0	0	0
7,5	700	490	390	0	0	0	0	0	0
10	860	590	450	0	0	0	0	0	0
15	940	680	480	0	0	0	0	0	0
20	955	720	560	0	0	0	0	0	0
30	950	745	615	8	8	6	6	4	4
40	950	755	630	23	23	17	14	11	11
50	955	765	650	41	41	31	27	20	19
60	950	780	660	59	58	46	41	31	29
70 *)	960	780	680	75	74	62	55	44	40
90	160	240	235	99	97	81	72	62	59
100	155	225	215	107	105	88	79	66	64
110	110	170	175	109	106	93	84	69	67
120	95	155	155	108	105	93	85	69	68
130	75	130	135	105	102	92	83	69	68
140	65	115	115	100	97	90	82	68	67
150	60	105	110	95	92	87	79	67	66

\*) Brenner abgestellt

Tabelle 43: Rauchgastemperaturen und Temperaturerhöhungen bei der Trocknungsphase am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps A

Heizdauer in Minuten	Temperaturen in °C im Schorn- stein an den Meßstellen			Temperaturerhöhungen in K an den äußeren Oberflächen an den Meßstellen					
	M1	M2	M3	1a	1b	2a	2b	3a	3b
	Lufttemperatur = 18 °C								
0	20	20	20	0	0	0	0	0	0
10	40	35	30	0	0	0	0	0	0
20	67	55	50	0	0	0	0	0	0
30	100	85	75	0	0	0	0	0	0
40	135	125	110	0	0	0	0	0	0
60	195	175	150	2	2	1	1	1	1
90	195	180	160	7	7	5	5	4	4
120	210	195	170	14	14	9	10	8	8
150	195	180	165	18	18	14	15	12	11
180	195	185	165	22	22	17	18	16	15
210	200	185	170	25	25	20	21	19	18
240	208	190	170	28	28	22	23	21	20
270 *)	205	190	170	29	29	24	25	23	22

\*) Brenner abgestellt

Tabelle 44: Rauchgastemperaturen und Temperaturerhöhungen bei der Betriebsphase 1 am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps A

Heizdauer in Minuten	Temperaturen in °C im Schornstein an den Meßstellen			Temperaturerhöhungen in K an den äußeren Oberflächen an den Meßstellen					
	M1	M2	M3	1a	1b	2a	2b	3a	3b
	Lufttemperatur = 18 °C								
0	20	20	20	0	0	0	0	0	0
5	350	280	220	0	0	0	0	0	0
30	345	285	245	1	1	1	1	1	1
60	345	290	255	14	14	8	8	7	7
90	340	295	265	26	26	16	17	15	14
120	350	305	275	36	36	26	26	24	23
150	355	310	280	40	41	29	29	28	27
180	355	310	285	44	46	33	34	31	30
210	345	305	280	46	47	35	37	33	32
240	345	305	280	51	51	40	41	38	37
270 *)	350	310	285	53	53	42	43	39	38
300	100	100	100	55	54	44	44	40	39
330	70	75	80	52	51	41	41	39	37

\*) Brenner abgestellt

Tabelle 45: Rauchgastemperaturen und Temperaturerhöhungen bei der Betriebsphase 2 am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps A

Heizdauer in Minuten	Temperaturen in °C im Schornstein an den Meßstellen			Temperaturerhöhungen in K an den äußeren Oberflächen an den Meßstellen					
	M1	M2	M3	1a	1b	2a	2b	3a	3b
	Lufttemperatur = 18 °C								
0	20	20	20	0	0	0	0	0	0
5	490	365	290	0	0	0	0	0	0
30	500	400	335	4	4	3	3	3	2
60	500	405	350	28	28	16	16	14	12
90	505	415	365	49	49	31	32	27	25
120	505	415	365	63	62	45	46	38	36
150	510	420	370	73	70	55	53	45	44
180	495	415	370	81	79	61	58	51	49
210	495	415	370	87	85	63	60	55	53
240	500	425	375	91	90	64	64	58	55
270	495	425	375	93	92	63	66	59	57
300	505	430	380	97	96	66	70	61	59
330	500	430	380	98	97	70	73	61	59
360*)	500	430	385	99	98	73	75	62	60

\*) Brenner abgestellt

Tabelle 46: Rauchgastemperaturen und Temperaturerhöhungen bei der Schornsteinbrandphase am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps A

Heizdauer in Minuten	Temperaturen in °C im Schorn- stein an den Meßstellen			Temperaturerhöhungen in K an den äußeren Oberflächen an den Meßstellen					
	M1	M2	M3	1a	1b	2a	2b	3a	3b
	Lufttemperatur = 20 °C								
0	20	20	20	0	0	0	0	0	0
2	190	150	120	1	1	1	1	1	1
4	390	300	250	1	1	1	1	1	1
6	600	450	360	1	1	1	1	1	1
8	790	570	440	1	1	1	1	1	1
10	900	620	480	1	1	1	1	1	1
15	1000	770	650	1	1	1	1	1	1
20	1010	790	685	2	2	2	2	2	2
30	1000	810	715	8	9	8	8	7	7
40 *)	1010	830	735	23	26	20	22	16	16

•) Brenner abgestellt

Tabelle 47: Rauchgastemperaturen und Temperaturerhöhungen beim Heizversuch am Prüfschornstein Nr. 1 des Schornsteintyps B

Heizdauer in Minuten	Temperaturen in °C im Schorn- stein an den Meßstellen			Temperaturerhöhungen in K an den äußeren Oberflächen an den Meßstellen					
	M1	M2	M3	1a	1b	2a	2b	3a	3b
	Lufttemperatur = 18 °C								
0	20	20	20	0	0	0	0	0	0
10	100	90	75	1	1	1	1	1	1
30	200	175	150	2	2	2	2	2	2
60	300	270	235	9	10	9	9	8	7
90	360	325	280	23	24	21	21	17	14
120	425	375	325	38	38	33	33	25	22
150	450	400	350	53	62	46	45	34	31
180	475	420	365	62	70	60	58	44	39
210	495	425	385	64	69	69	65	53	46
240	500	425	385	67	70	73	70	59	54
270	505	430	390	70	70	74	71	61	57
300	500	435	390	73	67	74	72	62	59
330	495	435	390	82	88	75	72	62	59
360	495	435	395	89	93	76	72	62	60
390	495	440	395	93	95	80	77	63	61
420	505	445	405	97	99	87	84	64	62
480 *)	495	445	400	103	103	97	91	66	64
510	235	220	215	104	104	99	93	66	63
540	140	140	190	96	94	91	87	63	58

\*) Brenner abgestellt

Tabelle 48: Rauchgastemperaturen und Temperaturerhöhungen beim Ausbrennversuch am Prüfschornstein Nr. 1 des Schornsteintyps B

Heizdauer in Minuten	Temperaturen in °C im Schorn- stein an den Meßstellen			Temperaturerhöhungen in K an den äußeren Oberflächen an den Meßstellen					
	M1	M2	M3	1a	1b	2a	2b	3a	3b
	Lufttemperatur = 20 °C								
0	20	20	20	0	0	0	0	0	0
2,5	250	200	160	2	2	2	2	2	2
5	490	380	290	2	2	2	2	2	2
7,5	760	570	430	2	2	2	2	2	2
10	920	680	520	2	2	2	2	2	2
15	950	720	580	3	3	3	3	3	3
20	955	745	615	8	8	7	7	7	6
30	955	755	630	27	29	21	20	13	11
40	950	765	650	52	53	42	40	24	23
50	950	780	660	74	74	63	59	34	33
60	955	790	670	92	92	82	79	45	45
70 *)	950	790	680	108	103	94	89	52	54
80	405	360	320	120	114	105	99	62	63
90	280	255	240	126	120	111	104	66	63
100	210	200	190	128	122	114	108	68	66
110	165	160	155	128	121	116	108	70	68
120	140	140	135	124	115	113	107	71	68

\*) Brenner abgestellt

Tabelle 49: Rauchgastemperaturen und Temperaturerhöhungen bei der Trocknungsphase am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps B

Heizdauer in Minuten	Temperaturen in °C im Schorn- stein an den Meßstellen			Temperaturerhöhungen in K an den äußeren Oberflächen an den Meßstellen					
	M1	M2	M3	1a	1b	2a	2b	3a	3b
	Lufttemperatur = 21 °C								
0	20	20	20	0	0	0	0	0	0
10	40	40	40	0	0	0	0	0	0
20	70	60	55	1	1	1	1	0	0
30	100	90	80	1	1	1	1	0	0
40	130	115	100	1	1	1	1	0	0
60	185	165	145	4	4	4	4	2	3
90	195	175	150	10	10	10	9	6	7
120	200	180	155	17	17	17	16	10	10
150	200	180	155	21	22	22	21	15	15
180	200	180	160	27	26	26	25	18	18
210	205	185	170	29	28	29	27	20	20
240 *)	210	190	175	31	30	32	30	22	23

\*) Brenner abgestellt

Tabelle 50: Rauchgastemperaturen und Temperaturerhöhungen bei der Betriebsphase 1 am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps B

Heizdauer in Minuten	Temperaturen in °C im Schorn- stein an den Meßstellen			Temperaturerhöhungen in K an den äußeren Oberflächen an den Meßstellen					
	M1	M2	M3	1a	1b	2a	2b	3a	3b
	Lufttemperatur = 21 °C								
0	20	20	20	0	0	0	0	0	0
5	350	270	245	0	0	0	0	0	0
30	350	300	270	3	3	3	3	3	3
60	345	300	280	20	20	19	17	13	13
90	355	305	285	34	34	36	31	24	24
120	355	310	290	43	40	42	40	30	30
150	355	310	290	46	44	48	46	34	35
180	350	310	290	49	47	51	51	39	41
210 *)	350	310	290	49	47	53	53	41	43
240	90	90	95	49	48	52	52	41	42
270	60	65	70	45	44	46	45	37	38

\*) Brenner abgestellt

Tabelle 51: Rauchgastemperaturen und Temperaturerhöhungen bei der Betriebsphase 2 am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps B

Heizdauer in Minuten	Temperaturen in °C im Schorn- stein an den Meßstellen			Temperaturerhöhungen in K an den äußeren Oberflächen an den Meßstellen					
	M1	M2	M3	1a	1b	2a	2b	3a	3b
	Lufttemperatur = 21 °C								
0	20	20	20	0	0	0	0	0	0
5	495	380	320	0	0	0	0	0	0
30	500	415	370	14	14	12	11	8	9
60	510	425	385	42	41	39	36	25	26
90	500	425	385	57	56	56	54	37	40
120	495	425	385	64	63	62	60	45	48
150	495	425	385	72	71	67	63	49	52
180	495	430	390	78	77	71	64	51	54
210	500	435	395	82	80	79	69	53	54
240	495	430	395	84	83	84	75	54	56
270 *)	495	430	395	86	84	88	80	54	58
300	270	230	195	86	84	88	81	55	58
330	215	195	160	80	77	82	76	52	53

\*) Brenner abgestellt

**Tabelle 52:** Rauchgastemperaturen und Temperaturerhöhungen bei der Schornsteinbrandphase am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps B

Heizdauer in Minuten	Temperaturen in °C im Schorn- stein an den Meßstellen			Temperaturerhöhungen in K an den äußeren Oberflächen an den Meßstellen					
	M1	M2	M3	1a	1b	2a	2b	3a	3b
	Lufttemperatur = 18 °C								
0	20	20	20	0	0	0	0	0	0
2	190	150	120	0	0	0	0	0	0
4	400	310	240	0	0	0	0	0	0
6	600	460	360	0	0	0	0	0	0
8	650	510	400	0	0	0	0	0	0
10	900	630	510	1	1	1	1	1	1
15	1040	780	640	1	1	1	1	1	1
20	1020	780	640	7	7	6	6	4	4
30	1010	790	660	24	22	21	21	11	14
40 *)	1010	810	680	47	44	42	41	23	29
50	555	470	375	65	63	64	60	37	43
60	450	385	315	77	75	76	71	46	51
70	380	330	275	86	83	85	80	51	56
80	320	285	245	92	88	92	86	55	57
90	285	260	220	91	88	92	86	55	58
100	260	240	205	90	86	92	85	55	57
110	235	220	190	87	83	89	82	53	55
120	210	200	175	83	79	85	80	51	53

\*) Brenner abgestellt

Tabelle 53: Rauchgastemperaturen und Temperaturerhöhungen beim Heizversuch am Prüfschornstein Nr. 1 des Schornsteintyps C

Heizdauer in Minuten	Temperaturen in °C im Schorn- stein an den Meßstellen			Temperaturerhöhungen in K an den äußeren Oberflächen an den Meßstellen					
	M1	M2	M3	1a	1b	2a	2b	3a	3b
	Lufttemperatur = 15 °C								
0	20	20	20	0	0	0	0	0	0
10	100	90	85	1	1	1	1	1	1
30	200	180	170	2	2	1	1	1	1
60	300	275	260	5	4	3	2	2	2
90	360	330	310	15	11	8	8	7	7
120	415	380	360	26	21	16	15	15	15
150	450	410	390	36	31	24	23	22	22
180	480	435	410	50	40	32	30	29	29
210	495	450	430	60	48	41	37	36	35
240	505	455	430	64	55	53	43	43	40
270	505	460	435	65	61	62	49	50	45
300	495	465	425	65	64	63	53	53	49
330	495	450	425	65	65	64	58	55	53
360	495	450	425	64	65	64	60	57	54
390	495	450	425	63	65	64	61	58	56
420	500	455	425	62	65	63	61	58	57
480 *)	495	450	425	64	66	63	61	59	58
510	200	195	190	68	68	63	63	61	60

\*) Brenner abgestellt

Tabelle 54: Rauchgastemperaturen und Temperaturerhöhungen beim Ausbrennversuch am Prüfschornstein Nr. 1 des Schornsteintyps C

Heizdauer in Minuten	Temperaturen in °C im Schornstein an den Meßstellen			Temperaturerhöhungen in K an den äußeren Oberflächen an den Meßstellen					
	M1	M2	M3	1a	1b	2a	2b	3a	3b
	Lufttemperatur = 16 °C								
0	20	20	20	0	0	0	0	0	0
2,5	250	200	190	0	0	0	0	0	0
5	485	400	360	0	1	0	0	1	0
7,5	720	540	480	1	1	0	0	1	0
10	920	680	560	1	1	0	0	1	0
15	960	740	620	2	2	1	2	2	1
20	950	750	640	2	2	1	2	3	2
30	960	780	675	7	7	5	6	6	5
40	945	780	680	14	14	7	9	7	7
50	955	790	700	29	30	20	21	19	18
60	955	795	705	35	37	24	27	23	22
70 *)	945	795	705	45	48	32	34	30	29
80	575	485	400	57	60	44	46	42	39
90	500	430	350	62	64	50	51	46	44
100	450	375	310	68	67	55	57	53	49
110	375	330	270	70	67	55	58	53	50
120	335	300	245	73	68	55	59	54	51
140	280	250	205	73	69	55	58	53	50

\*) Brenner abgestellt

Tabelle 55: Rauchgastemperaturen und Temperaturerhöhungen bei der Trocknungsphase am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps C

Heizdauer in Minuten	Temperaturen in °C im Schornstein an den Meßstellen			Temperaturerhöhungen in K an den äußeren Oberflächen an den Meßstellen					
	M1	M2	M3	1a	1b	2a	2b	3a	3b
	Lufttemperatur = 16 °C								
0	20	20	20	0	0	0	0	0	0
10	40	35	35	0	0	0	0	0	0
20	70	65	60	0	0	0	0	0	0
30	100	90	85	0	0	0	0	0	0
40	133	115	110	0	0	0	0	0	0
60	195	175	165	3	2	2	2	1	2
90	195	175	170	5	5	4	4	4	4
120	200	180	170	12	10	9	8	7	8
150	195	175	170	17	15	13	13	10	11
180	200	180	175	20	18	16	15	13	14
210	195	175	170	23	22	18	19	16	16
240	195	175	170	26	25	20	21	17	18
270	195	175	170	27	26	21	22	18	18
300*)	205	185	180	28	27	22	23	19	19

\*) Brenner abgestellt

Tabelle 56: Rauchgastemperaturen und Temperaturerhöhungen bei der Betriebsphase 1 am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps C

Heizdauer in Minuten	Temperaturen in °C im Schorn- stein an den Meßstellen			Temperaturerhöhungen in K an den äußeren Oberflächen an den Meßstellen					
	M1	M2	M3	1a	1b	2a	2b	3a	3b
	Lufttemperatur= 15 °C								
0	20	20	20	0	0	0	0	0	0
5	340	270	220	0	0	0	0	0	0
30	350	300	270	4	4	4	4	3	4
60	345	295	265	11	10	7	6	5	6
90	345	295	270	22	21	15	14	12	11
120	345	295	270	31	29	21	21	17	17
150	345	295	270	37	34	27	26	21	20
180	350	300	280	43	40	31	32	26	24
210	355	305	285	46	42	33	34	28	26
240	355	305	285	49	45	36	37	30	28
270	355	310	285	54	47	39	40	33	30
300	355	310	285	54	49	40	42	34	31
330 *)	355	310	285	55	50	41	44	35	33
360	80	75	75	53	50	42	46	37	34

\*) Brenner abgestellt

Tabelle 57: Rauchgastemperaturen und Temperaturerhöhungen bei der Betriebsphase 2 am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps C

Heizdauer in Minuten	Temperaturen in °C im Schorn- stein an den Meßstellen			Temperaturerhöhungen in K an den äußeren Oberflächen an den Meßstellen					
	M1	M2	M3	1a	1b	2a	2b	3a	3b
	Lufttemperatur = 15 °C								
0	20	20	20	0	0	0	0	0	0
5	485	390	320	0	0	0	0	0	0
30	510	430	380	1	1	0	0	0	0
60	490	415	375	15	15	10	9	8	7
90	505	425	380	28	29	21	19	16	15
120	500	425	380	41	42	32	30	25	24
150	495	425	380	51	52	41	41	32	30
180	495	425	385	56	58	47	48	38	35
210	500	435	390	57	61	52	52	41	39
240	505	435	390	58	63	56	56	44	42
270	500	435	390	59	63	59	59	46	44
300*)	500	435	390	60	64	61	61	49	45
330	280	210	160	62	63	60	62	49	46
360	225	170	125	61	61	56	60	48	42
380	200	155	115	59	59	53	58	46	40

\*) Brenner abgestellt

Tabelle 58: Rauchgastemperaturen und Temperaturerhöhungen bei der Schornsteinbrandphase am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps C

Heizdauer in Minuten	Temperaturen in °C im Schorn- stein an den Meßstellen			Temperaturerhöhungen in K an den äußeren Oberflächen an den Meßstellen					
	M1	M2	M3	1a	1b	2a	2b	3a	3b
	Lufttemperatur = 17 °C								
0	20	20	20	0	0	0	0	0	0
2	200	160	150	0	0	0	0	0	0
4	390	320	280	0	0	0	0	0	0
6	610	490	420	0	0	0	0	0	0
8	800	630	530	0	0	0	0	0	0
10	970	770	650	0	0	0	0	0	0
15	1000	830	700	0	0	0	0	0	0
20	1020	850	730	0	0	0	0	0	0
30	1020	850	730	3	3	3	3	2	2
40 *)	990	830	710	12	13	12	12	6	5
50	545	455	370	23	25	23	21	15	15
60	425	360	290	35	38	34	32	25	25
80	320	275	225	46	50	44	43	33	32
100	255	220	180	51	56	49	50	37	36
120	210	180	150	51	55	47	51	37	34

\*) Brenner abgestellt

Tabelle 59: Rauchgastemperaturen und Temperaturerhöhungen beim Heizversuch am Prüfschornstein Nr. 1 des Schornsteintyps D

Heizdauer in Minuten	Temperaturen in °C im Schorn- stein an den Meßstellen			Temperaturerhöhungen in K an den äußeren Oberflächen an den Meßstellen					
	M1	M2	M3	1a	1b	2a	2 b	3a	3b
	Lufttemperatur = 21 °C								
0	20	20	20	0	0	0	0	0	0
10	95	85	80	1	1	1	1	1	1
30	200	190	170	1	1	1	1	2	1
60	300	275	260	3	3	3	3	3	2
90	365	335	310	9	9	8	8	7	6
120	425	385	350	17	18	15	15	13	12
150	445	400	370	27	28	23	22	20	19
180	480	425	390	36	37	31	30	27	26
210	500	435	405	44	44	38	36	32	32
240	500	445	410	49	49	43	42	36	36
270	500	445	410	58	56	49	47	40	41
300	500	450	410	64	62	53	50	43	44
330	495	445	410	68	67	58	55	47	48
360	495	450	415	68	71	61	57	48	51
390	495	450	415	72	73	63	60	51	52
420	500	450	415	75	76	67	63	54	56
480 *)	490	445	410	82	79	71	67	57	58
510	310	290	270	84	80	72	68	58	60
525	260	245	230	84	82	73	69	59	61
555	225	215	205	83	78	73	68	59	61
625	180	180	170	77	76	69	65	57	58

\*) Brenner abgestellt

Tabelle 60: Rauchgastemperaturen und Temperaturerhöhungen beim Ausbrennversuch am Prüfschornstein Nr. 1 des Schornsteintyps D

Heizdauer in Minuten	Temperaturen in °C im Schorn- stein an den Meßstellen			Temperaturerhöhungen in K an den äußeren Oberflächen an den Meßstellen					
	M1	M2	M3	1a	1b	2a	2b	3a	3b
	Lufttemperatur = 17 °C								
0	20	20	20	0	0	0	0	0	0
2,5	265	185	180	0	0	0	0	0	0
5	465	345	310	1	1	1	1	1	1
7,5	730	520	455	1	1	1	1	1	1
10	910	650	550	1	1	1	1	1	1
15	945	705	600	1	1	1	1	1	1
20	950	725	615	2	2	2	2	2	2
30	950	745	635	2	2	2	2	2	2
40	945	758	650	8	7	7	7	6	6
50	960	780	665	17	14	13	12	11	10
60	945	775	670	27	23	21	20	17	17
70 *)	965	805	690	37	32	29	28	22	22
80	590	510	430	47	43	38	37	29	29
90	485	430	365	55	51	44	42	34	35
100	420	375	325	63	59	51	50	39	40
110	370	335	295	71	67	59	51	45	46
120	330	305	270	77	73	64	62	48	50
130	305	285	250	80	78	67	65	51	53
140	275	270	235	82	80	70	67	52	54
150	255	250	220	82	81	71	69	53	55
160	235	235	210	82	82	71	70	54	56
170	220	225	200	81	82	71	69	53	56
180	210	215	190	81	82	72	70	54	57

\*) Brenner abgestellt

Tabelle 61: Rauchgastemperaturen und Temperaturerhöhungen bei der Trocknungsphase am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps D

Heizdauer in Minuten	Temperaturen in °C im Schorn- stein an den Meßstellen			Temperaturerhöhungen in K an den äußeren Oberflächen an den Meßstellen					
	M1	M2	M3	1a	1b	2a	2b	3a	3b
	Lufttemperatur = 22 °C								
0	20	20	20	0	0	0	0	0	0
10	45	45	40	0	0	0	0	0	0
20	70	65	60	0	0	0	0	0	0
30	100	90	85	0	0	0	0	0	0
40	133	120	115	0	0	0	1	1	1
60	195	175	165	1	2	1	2	2	2
90	200	180	175	4	5	3	4	4	4
120	205	185	175	8	10	7	7	7	7
150	205	185	175	13	14	10	12	10	10
180	200	180	175	16	18	13	15	13	13
210	205	185	180	20	22	16	18	16	16
240	200	180	175	22	25	18	20	18	18
270	200	185	180	24	27	20	23	20	19
300 *)	200	185	180	25	28	21	23	21	20

\*) Brenner abgestellt

Tabelle 62: Rauchgastemperaturen und Temperaturerhöhungen bei der Betriebsphase 1 am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps D

Heizdauer in Minuten	Temperaturen in °C im Schorn- stein an den Meßstellen			Temperaturerhöhungen in K an den äußeren Oberflächen an den Meßstellen					
	M1	M2	M3	1a	1b	2a	2b	3a	3b
	Lufttemperatur = 20 °C								
0	20	20	20	0	0	0	0	0	0
5	345	275	250	0	0	0	0	0	0
30	340	295	275	1	1	1	1	1	1
60	350	305	290	7	8	4	7	5	5
90	350	310	290	16	18	11	15	12	11
120	350	310	295	23	26	17	21	18	18
150	355	315	295	32	34	24	29	25	25
180	355	315	300	36	39	29	33	29	29
210	350	310	295	39	43	32	37	32	32
240	350	310	295	42	46	35	40	36	36
270	350	310	295	45	50	38	43	39	39
300 *)	350	315	300	45	50	38	43	39	39
330	140	135	130	48	53	40	45	41	41
360	105	110	110	49	53	40	45	41	40

\*) Brenner abgestellt

Tabelle 63: Rauchgastemperaturen und Temperaturerhöhungen bei der Betriebsphase 2 am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps D

Heizdauer in Minuten	Temperaturen in °C im Schorn- stein an den Meßstellen			Temperaturerhöhungen in K an den äußeren Oberflächen an den Meßstellen					
	M1	M2	M3	1a	1b	2a	2b	3a	3b
	Lufttemperatur = 19 °C								
0	20	20	20	0	0	0	0	0	0
5	480	385	355	0	0	0	0	0	0
30	500	415	385	0	0	0	0	0	0
60	500	420	385	10	11	6	9	8	7
90	510	425	390	25	27	16	22	18	16
120	505	425	390	38	42	28	34	28	27
150	505	430	395	47	51	36	41	36	35
180	505	435	400	53	59	41	48	41	40
210	505	435	400	59	65	47	54	47	46
240	505	435	405	63	69	51	58	50	49
270	505	440	405	66	73	55	62	54	53
300	505	440	405	68	76	57	65	56	55
330 *)	500	440	410	69	77	58	66	58	57
360	255	250	230	71	78	61	68	60	59
390	200	210	195	71	78	61	68	60	59

\*) Brenner abgestellt

Tabelle 64: Rauchgastemperaturen und Temperaturerhöhungen bei der Schornsteinbrandphase am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps D

Heizdauer in Minuten	Temperaturen in °C im Schorn- stein an den Meßstellen			Temperaturerhöhungen in K an den äußeren Oberflächen an den Meßstellen					
	M1	M2	M3	1a	1b	2a	2b	3a	3b
	Lufttemperatur = 19 °C								
0	20	20	20	0	0	0	0	0	0
2	185	150	150	0	0	0	0	0	0
4	400	305	300	0	0	0	0	0	0
6	600	470	430	0	0	0	0	0	0
8	800	620	550	0	0	0	0	0	0
10	950	780	680	0	0	0	0	0	0
15	1000	810	705	0	0	0	0	0	0
20	1020	850	740	0	1	0	0	0	2
30	990	840	740	2	2	2	3	2	2
40 *)	1005	860	760	6	7	6	6	7	7
50	500	450	400	14	15	10	14	12	11
60	385	355	315	24	26	17	23	19	18
70	305	295	265	34	38	27	24	28	27
80	270	265	245	40	45	32	40	34	32
100	205	210	200	50	58	43	51	43	42
120				54	62	47	56	46	46
150				57	64	50	57	47	47

\*) Brenner abgestellt

Tabelle 65: Rauchgastemperaturen und Temperaturerhöhungen beim Heizversuch am Prüfschornstein Nr. 1 des Schornsteintyps E

Heizdauer in Minuten	Temperaturen in °C im Schornstein an den Meßstellen			Temperaturerhöhungen in K an den äußeren Oberflächen an den Meßstellen					
	M1	M2	M3	1a	1b	2a	2b	3a	3b
	Lufttemperatur = 18 °C								
0	20	20	20	0	0	0	0	0	0
10	100	90	70	0	0	0	0	0	0
30	200	175	150	0	0	0	0	0	0
60	300	265	220	4	4	3	3	2	2
90	360	315	270	15	16	12	11	8	9
120	425	355	300	27	28	20	19	16	17
150	445	380	325	40	41	31	29	24	25
180	475	395	335	52	54	39	37	31	32
210	500	410	350	61	61	48	46	38	40
240	510	425	365	69	67	56	53	44	46
270	505	425	365	78	77	60	58	48	51
300	500	425	360	87	87	64	60	51	54
330	490	415	355	95	95	67	64	54	57
360	500	425	365	101	100	73	69	57	60
390	495	420	365	105	103	77	73	59	62
420	495	420	365	107	106	80	76	60	63
480	500	425	365	111	110	85	81	64	68
510 *)	500	425	370	112	110	86	83	66	69
540	240	210	195	114	112	89	86	68	72
570	175	165	150	109	108	85	84	66	70
630	125	125	115	92	90	73	72	58	40

\*) Brenner abgestellt

Tabelle 66: Rauchgastemperaturen und Temperaturerhöhungen beim Ausbrennversuch am Prüfschornstein Nr. 1 des Schornsteintyps E

Heizdauer in Minuten	Temperaturen in °C im Schorn- stein an den Meßstellen			Temperaturerhöhungen in K an den äußeren Oberflächen an den Meßstellen					
	M1	M2	M3	1a	1b	2a	2b	3a	3b
	Lufttemperatur = 21 °C								
0	20	20	20	0	0	0	0	0	0
2,5	240	160	140	0	0	0	0	0	0
5	465	320	260	0	0	0	0	0	0
7,5	720	520	410	0	0	0	0	0	0
10	900	680	540	0	0	0	0	0	0
15	960	740	600	0	0	0	0	0	0
20	960	740	620	1	2	3	0	0	0
30	940	835	610	10	8	9	4	4	4
40	940	740	620	29	24	21	15	13	12
50	960	760	630	58	41	34	29	22	22
60	940	750	630	69	62	52	43	33	34
70 *)	960	770	640	74	78	63	55	42	43
80	570	465	345	100	93	77	68	53	54
90	470	390	305	114	107	89	79	60	63
100	415	345	275	121	113	94	84	64	67
110	370	315	250	126	118	100	89	67	70
120	335	290	230	128	120	101	91	68	71
130	310	270	215	127	120	100	91	67	71
150	275	245	195	122	115	97	89	66	69
160	255	230	185	118	111	95	87	64	67
170	245	220	175	113	107	92	85	62	64
180	230	210	170	109	104	89	82	60	62

\*) Brenner abgestellt

Tabelle 67: Rauchgastemperaturen und Temperaturerhöhungen bei der Trocknungsphase am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps E

Heizdauer in Minuten	Temperaturen in °C im Schorn- stein an den Meßstellen			Temperaturerhöhungen in K an den äußeren Oberflächen an den Meßstellen					
	M1	M2	M3	1a	1b	2a	2b	3a	3b
	Lufttemperatur = 17 °C								
0	20	20	20	0	0	0	0	0	0
10	35	30	25	0	0	0	0	0	0
20	75	60	55	0	0	0	0	0	0
30	100	80	70	0	0	0	0	0	0
40	133	105	95	1	1	1	0	1	0
60	190	155	135	4	4	2	2	1	1
90	200	175	150	11	11	7	7	5	6
120	205	180	155	19	19	12	12	9	10
150	200	170	150	27	27	17	17	13	14
180	200	175	150	31	31	20	21	15	17
210	200	175	155	35	35	23	24	17	19
240	200	175	155	38	38	26	27	20	21
270 *)	200	175	155	41	41	28	29	22	24

\*) Brenner abgestellt

Tabelle 68: Rauchgastemperaturen und Temperaturerhöhungen bei der Betriebsphase 1 am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps E

Heizdauer in Minuten	Temperaturen in °C im Schorn- stein an den Meßstellen			Temperaturerhöhungen in K an den äußeren Oberflächen an den Meßstellen					
	M1	M2	M3	1a	1b	2a	2b	3a	3b
	Lufttemperatur = 15 °C								
0	20	20	20	0	0	0	0	0	0
5	350	260	190	0	1	0	0	0	0
30	345	295	235	2	4	2	2	1	2
60	350	295	245	16	18	9	10	6	8
90	350	295	255	33	26	22	24	15	17
120	350	295	260	47	49	30	33	23	25
150	350	300	260	55	58	37	40	28	30
180	350	300	260	63	65	42	47	34	36
210	350	300	265	66	68	49	52	38	40
240	350	300	265	69	70	52	55	40	42
270 *)	350	300	265	70	72	54	57	42	45
300	80	75	75	72	74	56	59	45	46
330	70	70	70	67	69	52	54	42	43

\*) Brenner abgestellt

Tabelle 69: Rauchgastemperaturen und Temperaturerhöhungen bei der Betriebsphase 2 am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps E

Heizdauer in Minuten	Temperaturen in °C im Schorn- stein an den Meßstellen			Temperaturerhöhungen in K an den äußeren Oberflächen an den Meßstellen					
	M1	M2	M3	1a	1b	2a	2b	3a	3b
	Lufttemperatur = 17 °C								
0	20	20	20	0	0	0	0	0	0
5	480	355	265	0	0	0	0	0	0
30	505	425	355	5	5	2	3	1	2
60	500	420	355	35	35	21	24	14	16
90	505	425	360	63	63	41	45	28	31
120	495	420	355	80	80	55	59	39	43
150	495	425	360	91	91	63	67	46	49
180	495	425	365	102	103	71	74	53	55
210	505	435	370	108	110	76	80	56	58
240	500	435	370	113	116	82	86	60	62
270	505	445	375	116	119	86	91	62	63
300	500	440	370	120	123	92	96	66	66
330	500	440	375	123	126	95	99	68	69
360 *)	500	440	375	124	127	97	101	70	72
390	285	250	200	124	127	99	103	73	73
420	235	215	170	119	123	96	99	71	71
450	200	185	145	107	111	88	90	65	65

\*) Brenner abgestellt

Tabelle 70: Rauchgastemperaturen und Temperaturerhöhungen bei der Schornsteinbrandphase am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps E

Heizdauer in Minuten	Temperaturen in °C im Schornstein an den Meßstellen			Temperaturerhöhungen in K an den äußeren Oberflächen an den Meßstellen					
	M1	M2	M3	1a	1b	2a	2b	3a	3b
	Lufttemperatur = 18 °C								
0	20	20	20	0	0	0	0	0	0
2	220	180	120	0	0	0	0	0	0
4	420	320	230	0	0	0	0	0	0
6	610	460	330	0	0	0	0	0	0
8	770	600	460	0	0	0	0	0	0
10	890	700	550	0	0	0	0	0	0
15	1000	810	680	0	0	0	0	0	0
20	1020	830	700	1	2	1	0	0	0
30	980	810	680	11	15	8	7	4	3
40 *)	1010	830	700	28	36	22	22	14	12
50	530	435	370	48	57	40	41	27	26
60	395	335	295	72	82	59	60	41	40
70	340	295	250	84	95	70	71	49	49
90	270	240	205	100	109	81	83	59	58
110	225	205	175	102	110	84	85	60	60

\*) Brenner abgestellt

Tabelle 71: Maximale mittlere Temperaturerhöhungswerte der Schornsteinoberfläche bei den vergleichenden Brandversuchen und Zeit des Auftretens nach Versuchsbeginn

Schornstein Typ	Versuch Nr.	max $\Delta T$ im MQ1 ( $^{\circ}C$ )	t (min)	max $\Delta T$ im MQ2 ( $^{\circ}C$ )	t (min)	max $\Delta T$ im MQ3 ( $^{\circ}C$ )	t (min)
A	1	500	600	85	600	67	600
		1000	110	89	120	69	120
	2	500	360	74	360	61	360
		1000	40	21 <sup>1)</sup>	40	16 <sup>1)</sup>	40
B	1	500	540	96	540	65	480
		1000	100	112	110	70	120
	2	500	270	85	300	57	300
		1000	80	89	80	57	90
C	1	500	510	63	510	61	510
		1000	140	57	120	53	120
	2	500	330	61	300	48	330
		1000	80	50	100	37	100
D	1	500	510	71	525	60	525
		1000	150	71	180	56	180
	2	500	360	65	360	60	360
		1000	150	54	150	47	150
E	1	500	540	88	540	70	540
		1000	120	96	120	70	120
	2	500	360	101	390	73	390
		1000	110	85	110	60	110

1) Letzte Ablesung bei Abschalten des Brenners (sh. Tabelle 46, Anlage 53)

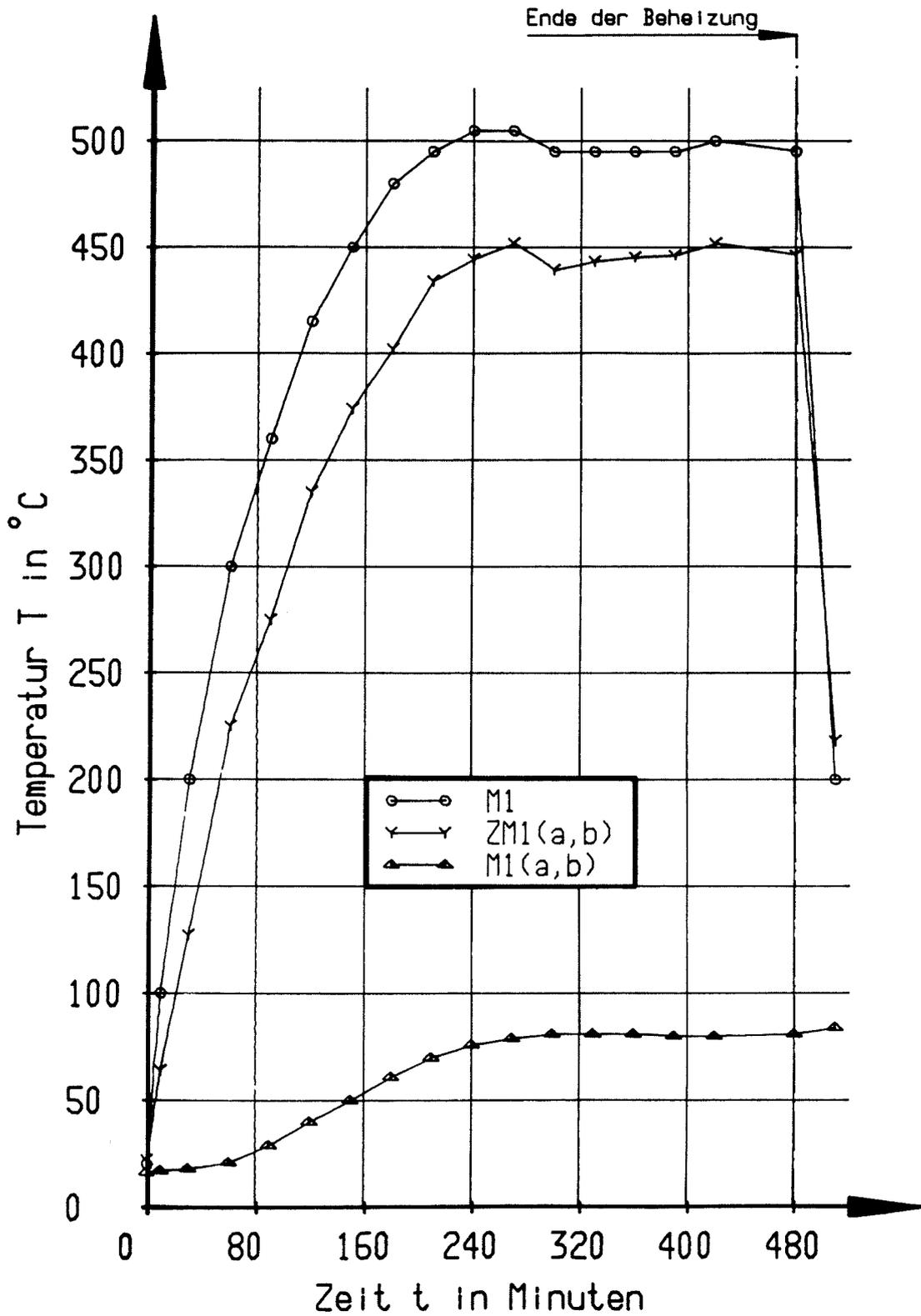


Bild 14: Verlauf der Temperaturen an den Meßstellen des Meßquerschnitts 1 beim Heizversuch am Prüfschornstein Nr. 1 des Schornsteintyps C

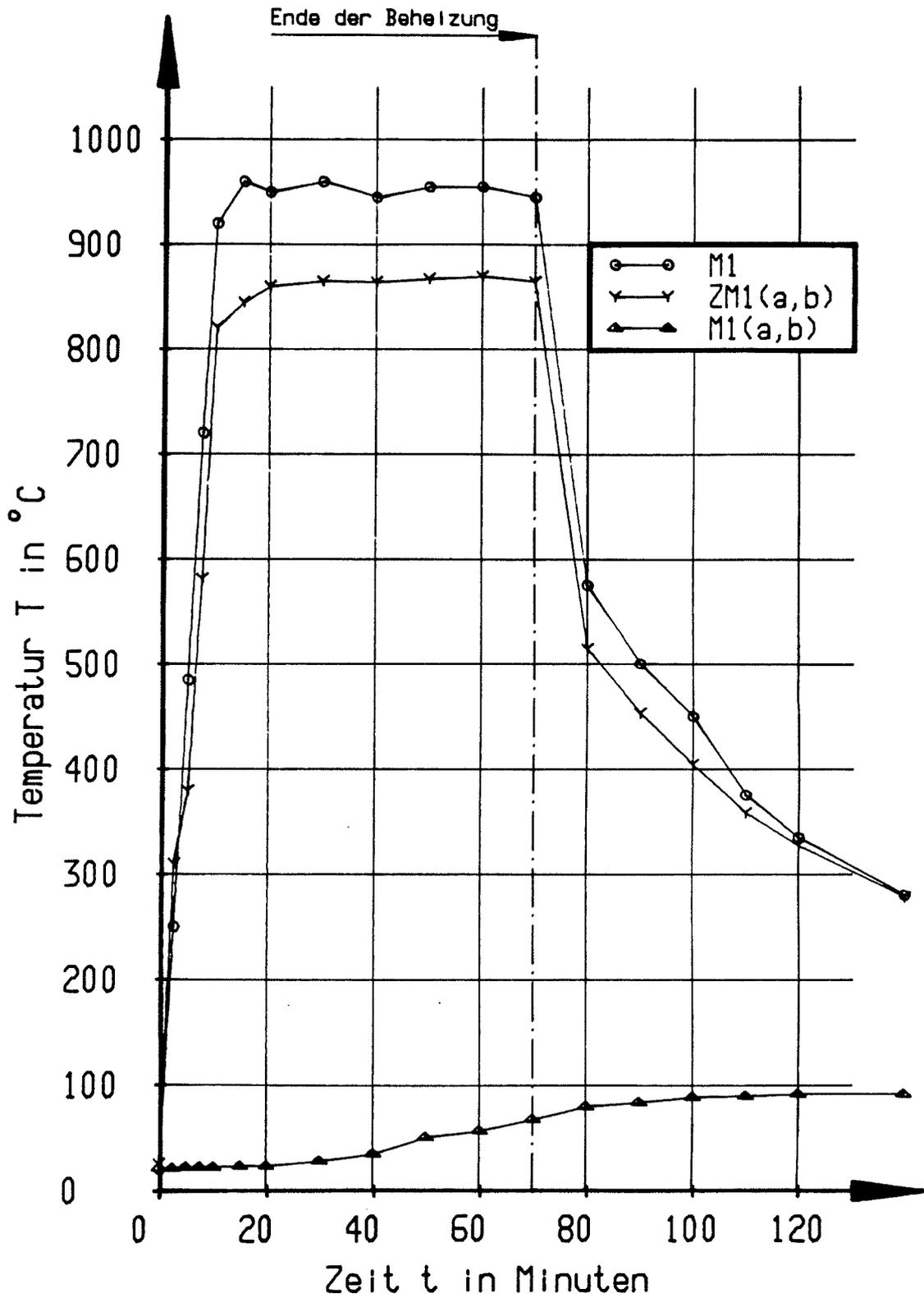


Bild 15: Verlauf der Temperaturen an den Meßstellen des Meßquerschnitts 1 beim Ausbrennversuch am Prüfschornstein Nr. 1 des Schornsteintyps C

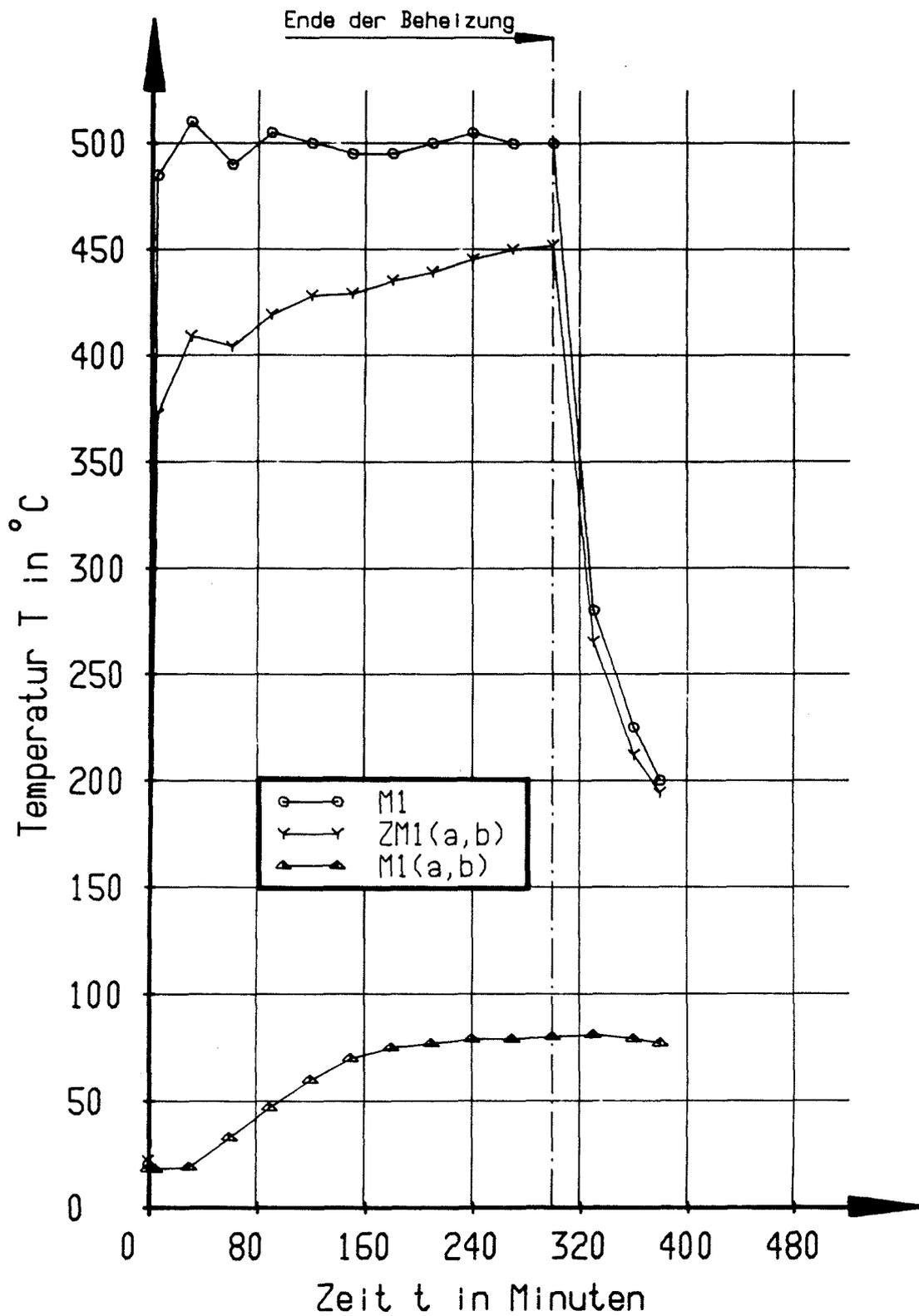


Bild 16: Verlauf der Temperaturen an den Meßstellen des Meßquerschnitts 1 während der Betriebsphase 2 beim Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps C

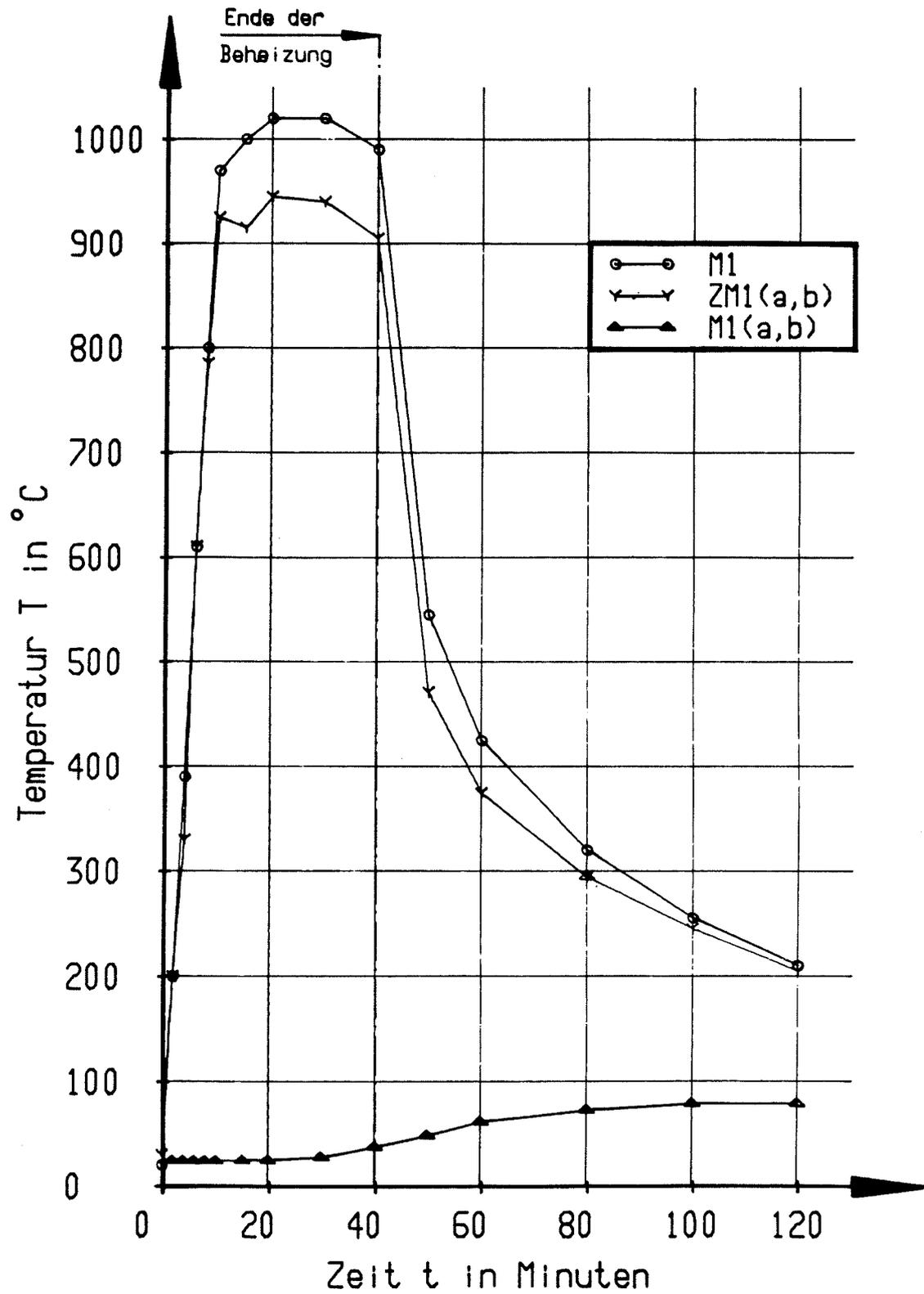


Bild 17: Verlauf der Temperaturen an den Meßstellen des Meßquerschnitts 1 während der Schornsteinbrandphase beim Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps C

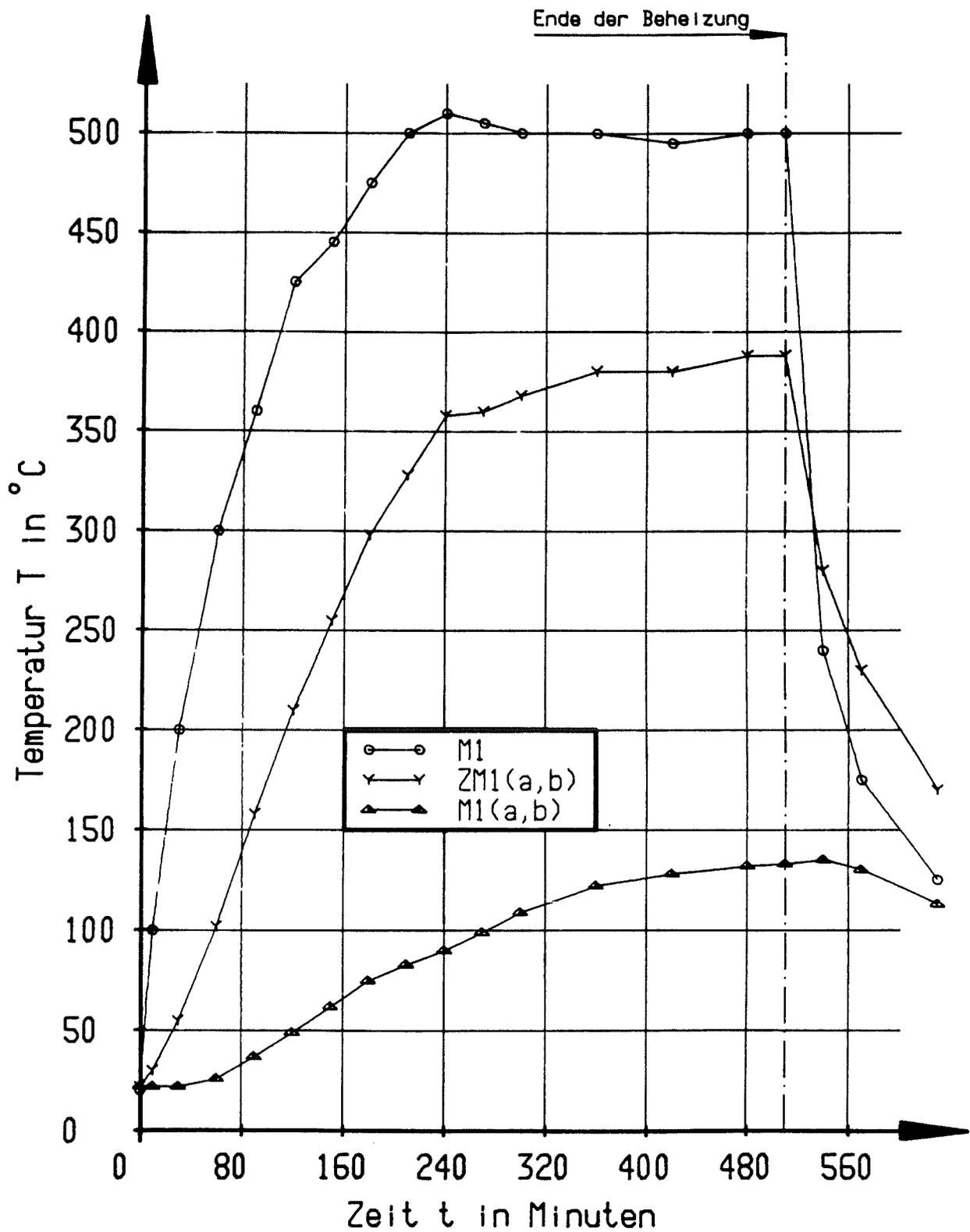


Bild 18: Verlauf der Temperaturen an den Meßstellen des Meßquerschnitts 1 beim Heizversuch am Prüfschornstein Nr. 1 des Schornsteintyps E

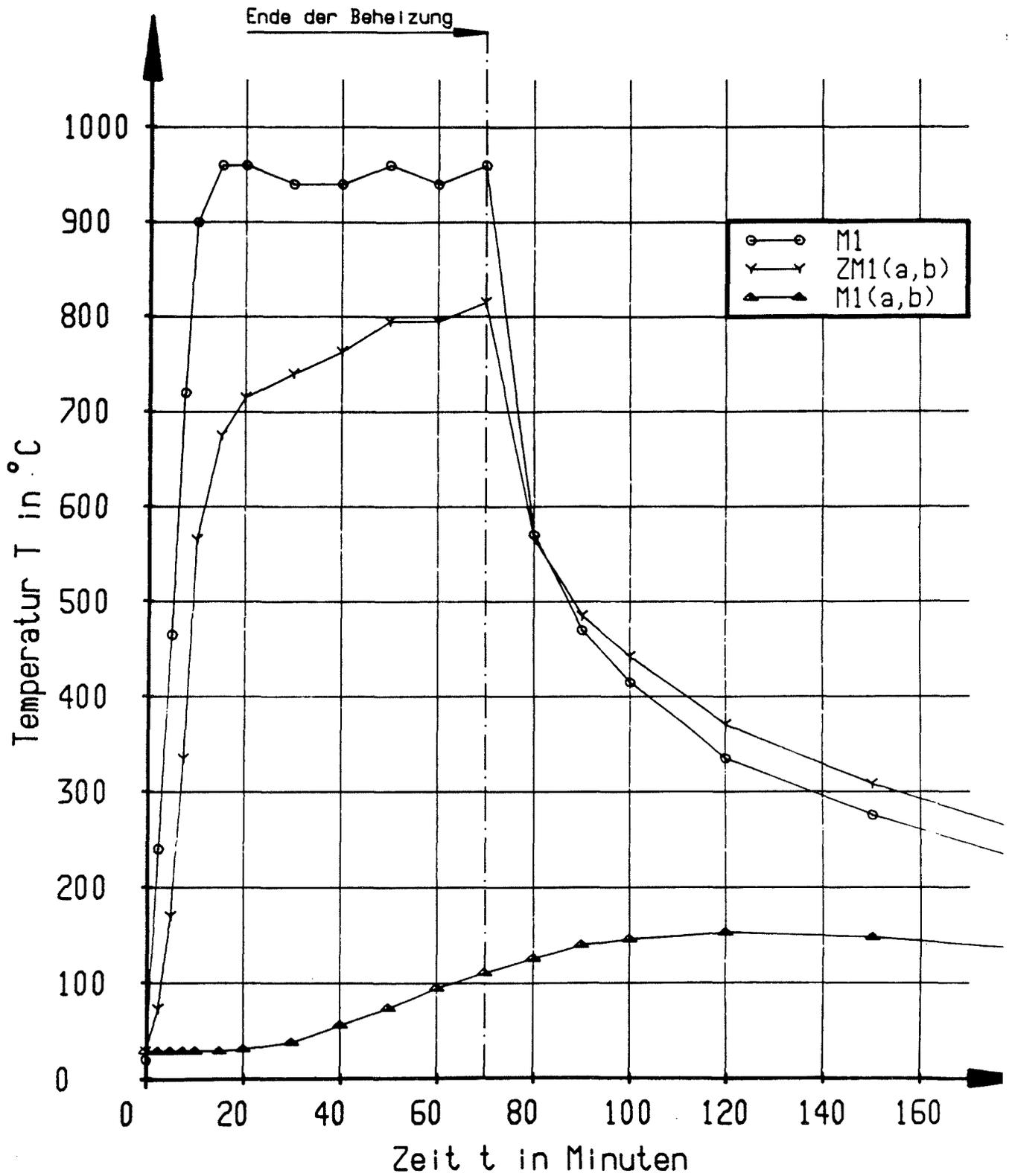


Bild 19: Verlauf der Temperaturen an den Meßstellen des Meßquerschnitts 1 beim Ausbrennversuch am Prüfschornstein Nr. 1 des Schornsteintyps E

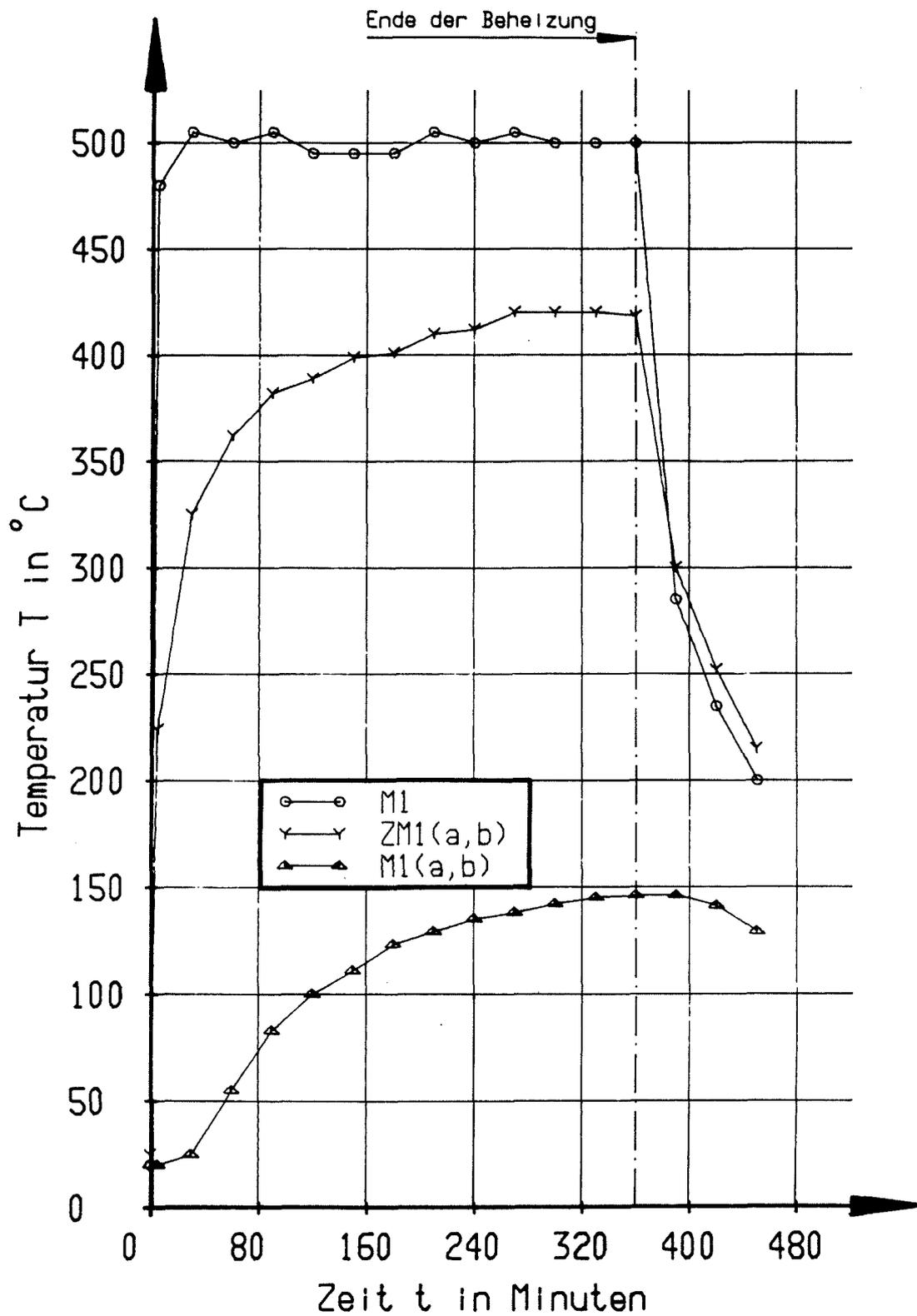


Bild 20: Verlauf der Temperaturen an den Meßstellen des Meßquerschnitts 1 während der Betriebsphase 2 beim Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps E

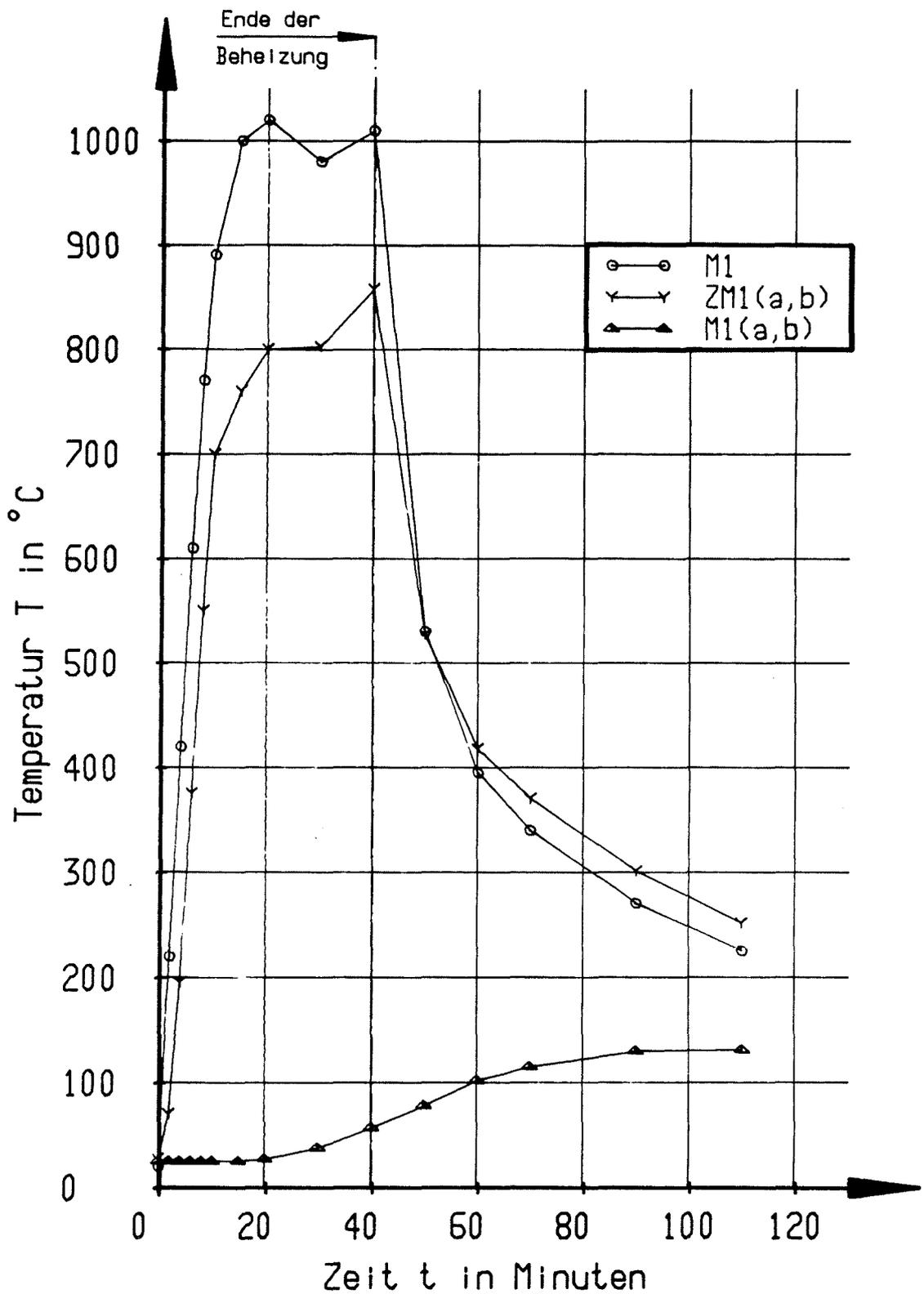


Bild 21: Verlauf der Temperaturen an den Meßstellen des Meßquerschnitts 1 während der Schornsteinbrandphase beim Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps E

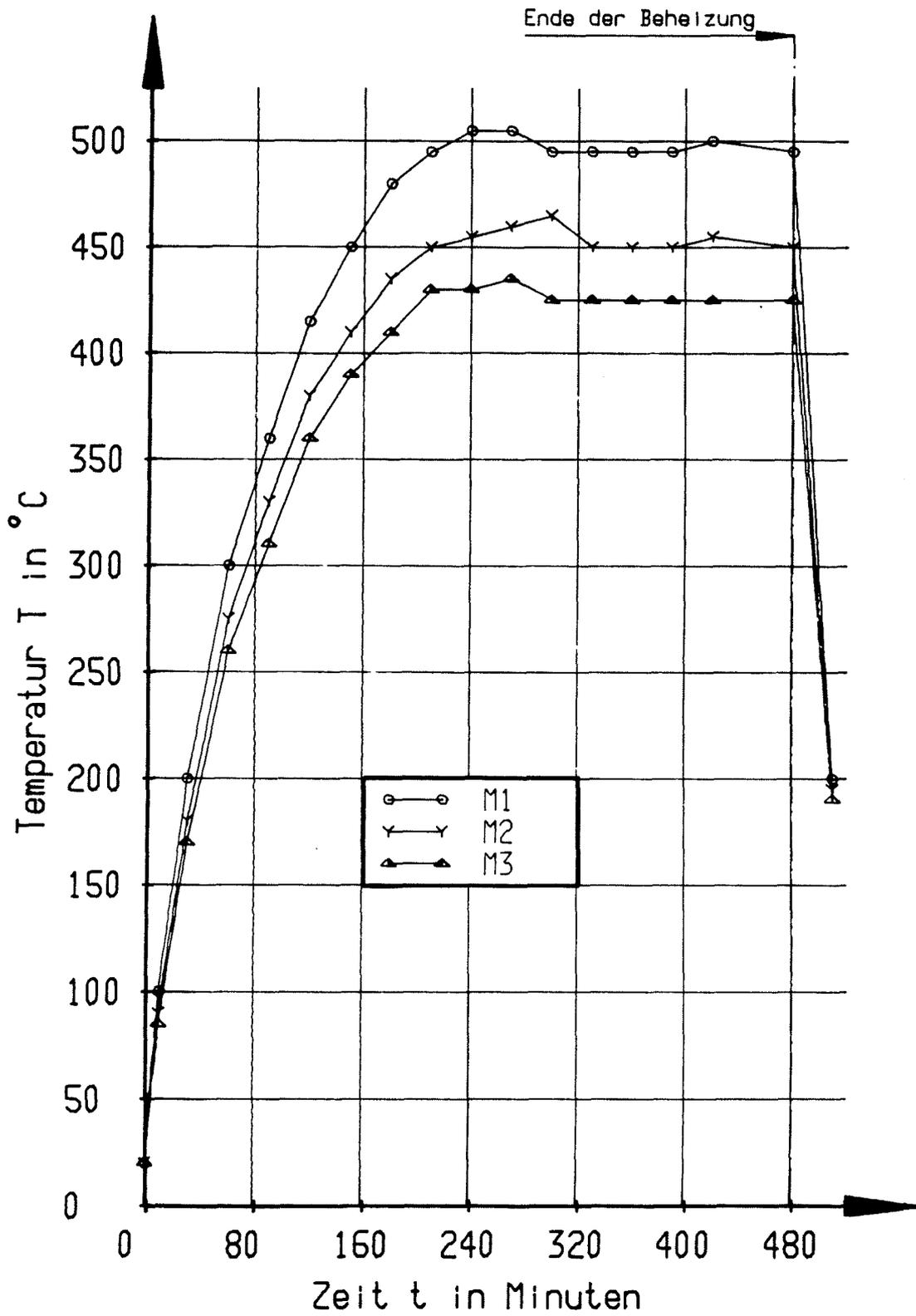


Bild 22: Verlauf der Rauchgastemperaturen beim Heizversuch am Prüfschornstein Nr. 1 des Schornsteintyps C

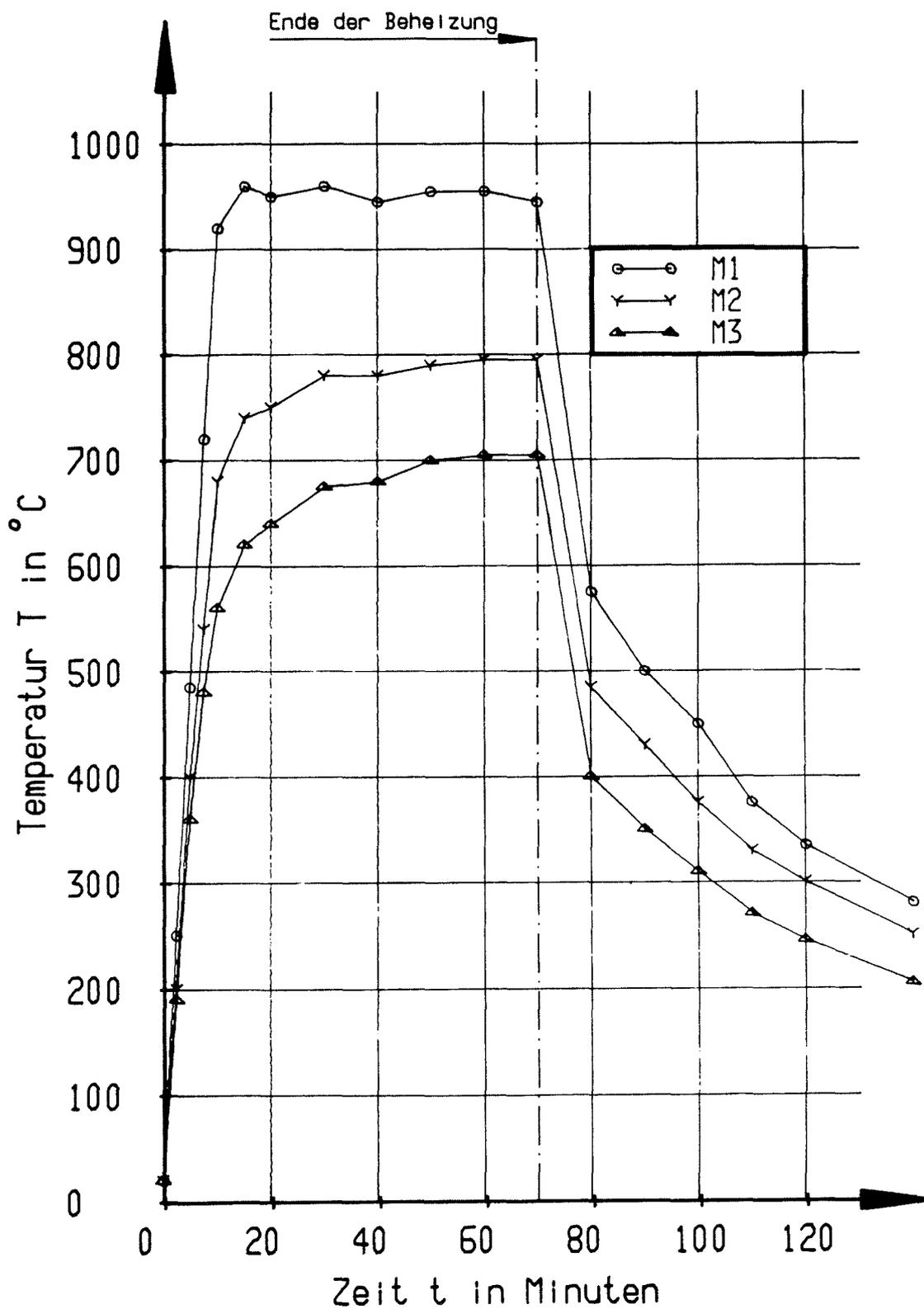


Bild 23: Verlauf der Rauchgastemperaturen beim Ausbrennversuch am Prüfschornstein Nr. 1 des Schornsteintyps C

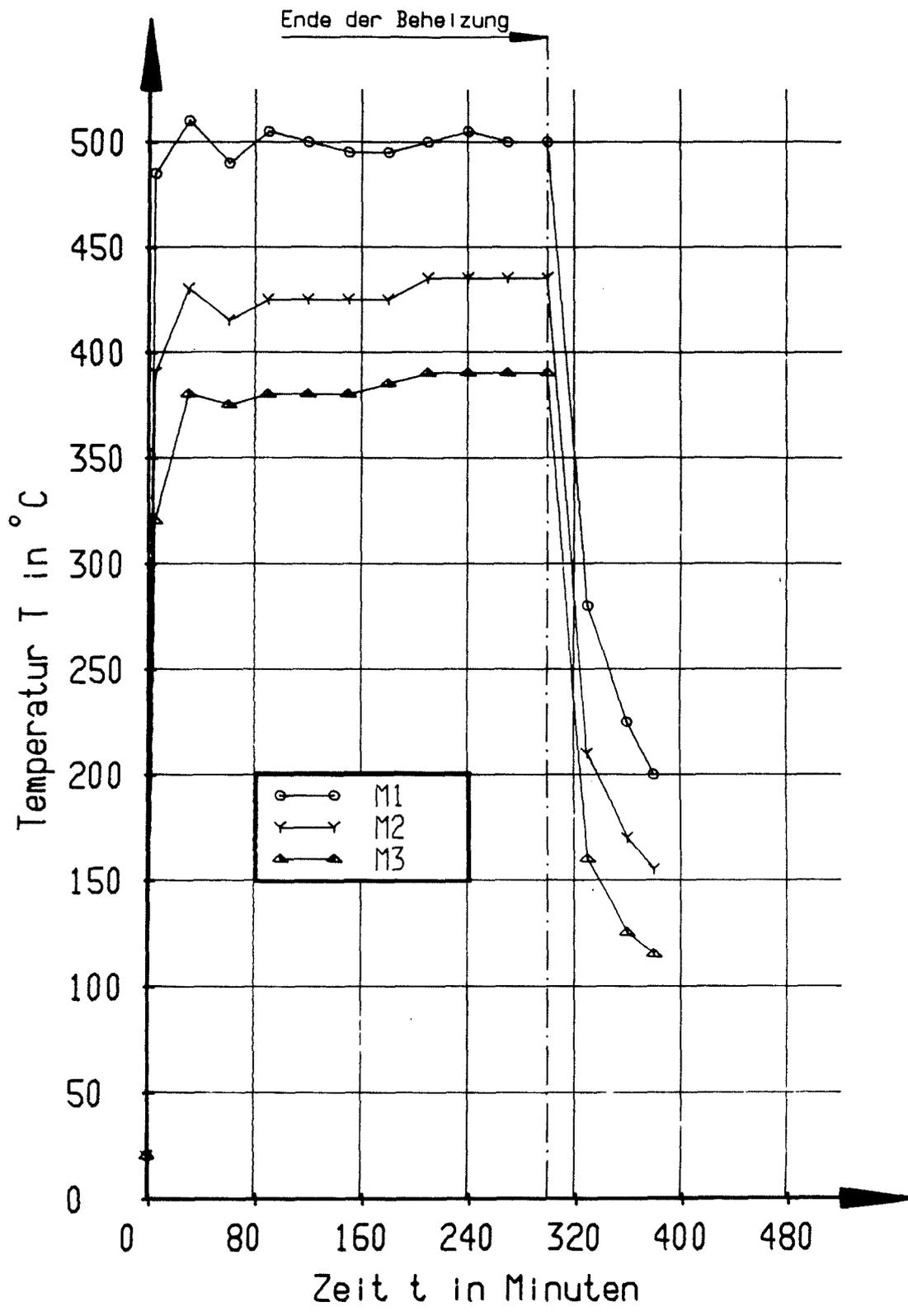


Bild 24: Verlauf der Rauchgastemperaturen während der Betriebsphase 2 beim Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps C

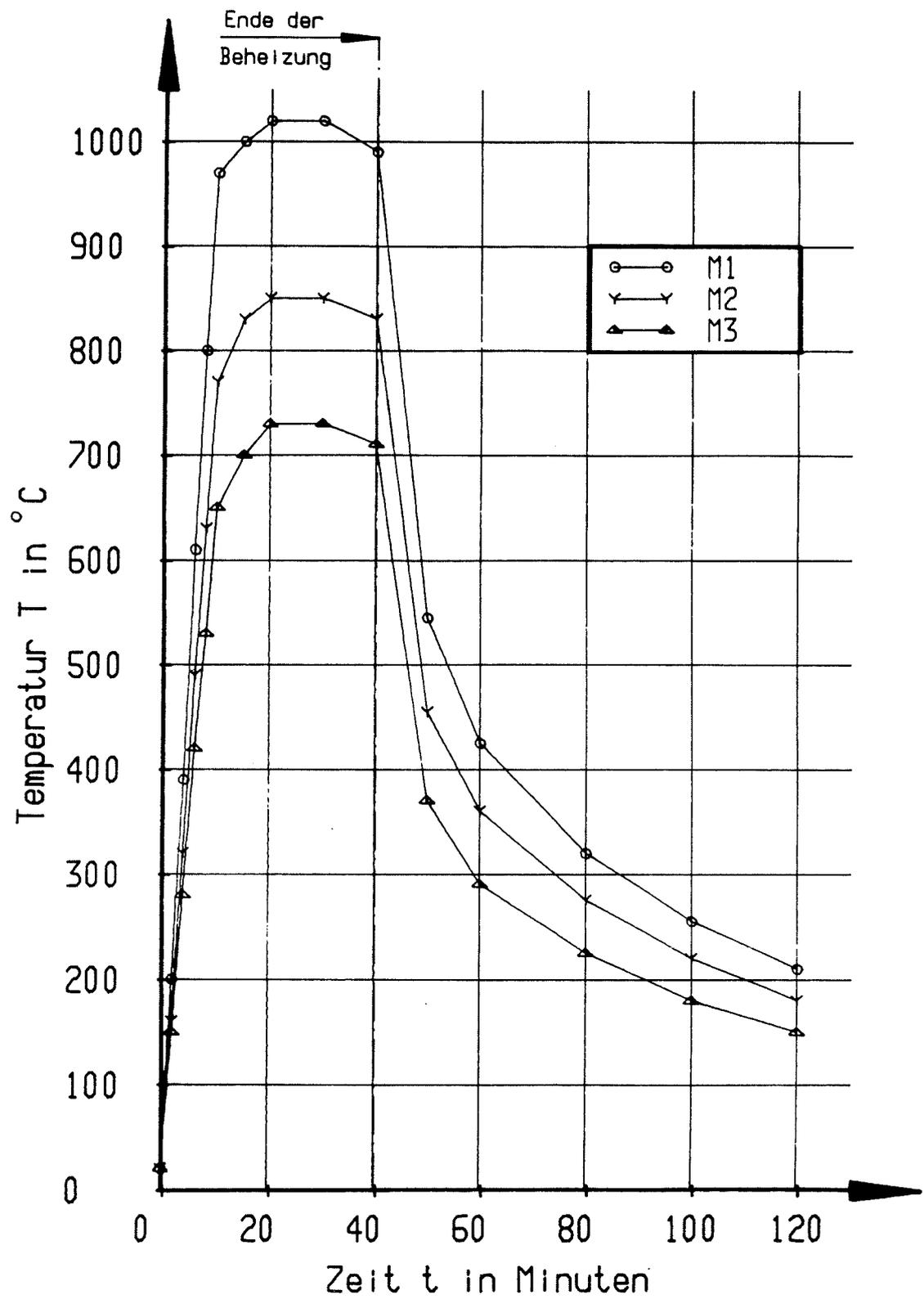


Bild 25: Verlauf der Rauchgastemperaturen während der Schornsteinbrandphase am Prüfschornstein Nr. 2 des Schornsteintyps C

Tabelle 72: Ergebnisse der Längenänderungsmessungen während der Brandversuche

	Prüfschornstein Nr. 1		Prüfschornstein Nr. 2	
Phase	Schornstein-Typ	Längenänderung in mm	Schornstein-Typ	Längenänderung in mm
Heizphase (ca. 500°C)	Typ A	10,6 (1,8)	Typ A	7,9 (0,1)
	Typ B	7,3 (0,0)	Typ B	5,2 (-0,9)
	Typ C	5,3 (1,6)	Typ C	4,0 (0,2)
	Typ D	8,4 (2,7)	Typ D	7,3 (2,6)
	Typ E	8,5 (3,2)	Typ E	7,3 (2,3)
Schornsteinbrand- phase (ca. 1000°C)	Typ A	19,1 (-1,3)	Typ A	19,4 (3,8)
	Typ B	14,7 (1,8)	Typ B	13,5 (1,4)
	Typ C	6,9 (0,8)	Typ C	5,4 (0,9)
	Typ D	15,1 (2,3)	Typ D	14,4 (2,5)
	Typ E	16,2 (2,3)	Typ E	15,1 (4,0)

( ) nach dem Erkalten gemessene Verformungen

Tabelle 73: Ergebnisse der Gasdichtheitsprüfungen der bei den Brandversuchen geprüften Schornsteintypen

	Zeitpunkt der Prüfung	Schornstein-Typ A		Schornstein-Typ B		Schornstein-Typ C		Schornstein-Typ D		Schornstein-Typ E		
		ü <sup>1)</sup>	L <sup>2)</sup>	ü <sup>1)</sup>	L <sup>2)</sup>	ü <sup>1)</sup>	L <sup>2)</sup>	ü <sup>1)</sup>	L <sup>2)</sup>	ü <sup>1)</sup>	L <sup>2)</sup>	
Schornstein Nr. 1	Vor dem Heizversuch	20	4,8	20	6,8	20	0,3	20	5,7	20	4	
		40	9,0	40	10,8	40	0,5	40	9,7	40	7	
		- <sub>3)</sub>	- <sub>3)</sub>	76	16,1	100	1,0	100	19,3	100	13	
	Nach dem Heizversuch	20	5,9	20	7,2	20	0,4	20	8,0	20	6,	
		40	11,4	40	11,7	40	0,7	40	14,0	40	10,	
		- <sub>3)</sub>	- <sub>3)</sub>	74	17,5	100	1,5	70	21,9	62	14,	
	Nach dem Ausbrennversuch	12	18,8	20	15,5	20	0,9	10	10,4	10	7,	
		-	-	40	18,6	40	1,5	20	18,5	15	10,	
		-	-	- <sub>3)</sub>	- <sub>3)</sub>	100	3,7	26	22,7	20	13,	
	Schornstein Nr. 2	Vor der Trocknungsphase	20	5,2	20	2,1	20	0,2	20	5,8	20	3,
			40	10,1	40	3,5	40	0,3	40	9,6	40	5,
			72	18,0	100	7,2	100	0,7	100	18,5	100	11,
Vor dem Auskühlen nach der Trocknungsphase		20	4,5	20	1,8	20	0,2	20	3,4	20	3,	
		40	8,5	40	3,0	40	0,4	40	5,8	40	5,	
		84	17,8	100	6,1	100	0,8	100	12,3	100	11,	
Vor dem Auskühlen nach der Betriebsphase 2		20	6,9	20	1,8	20	0,1	20	3,4	20	2,	
		40	13,5	40	3,2	40	0,3	40	6,0	40	5,	
		92	18,5	100	6,5	100	0,7	100	12,6	100	10,	
Vor der Rußbrandphase		20	6,9	20	2,8	20	0,2	20	4,8	20	4,	
		40	13,5	40	4,9	40	0,4	40	8,8	40	7,	
		100	18,5	100	9,9	100	0,9	100	18,4	88	14,	
Vor dem Auskühlen nach der Rußbrandphase		20	18,3	20	10,8	20	0,4	20	10,1	10	5,	
		22	19,0	38	18,7	40	0,9	40	18,7	20	10,	
		-	-	-	-	100	2,3	50	21,9	30	14,	
Nach dem Auskühlen nach der Rußbrandphase		12	19,0	20	17,2	20	1,0	20	15,2	10	7,	
		-	-	24	19,2	40	1,7	10	8,4	15	11,	
		-	-	-	-	100	3,9	32	22,7	20	14,	

1) ü = Überdruck in Pa

2) L = Leckrate in  $\text{m}^3/\text{sec} \cdot \text{m}^2 \times 10^{-4}$

3) nicht ermittelt

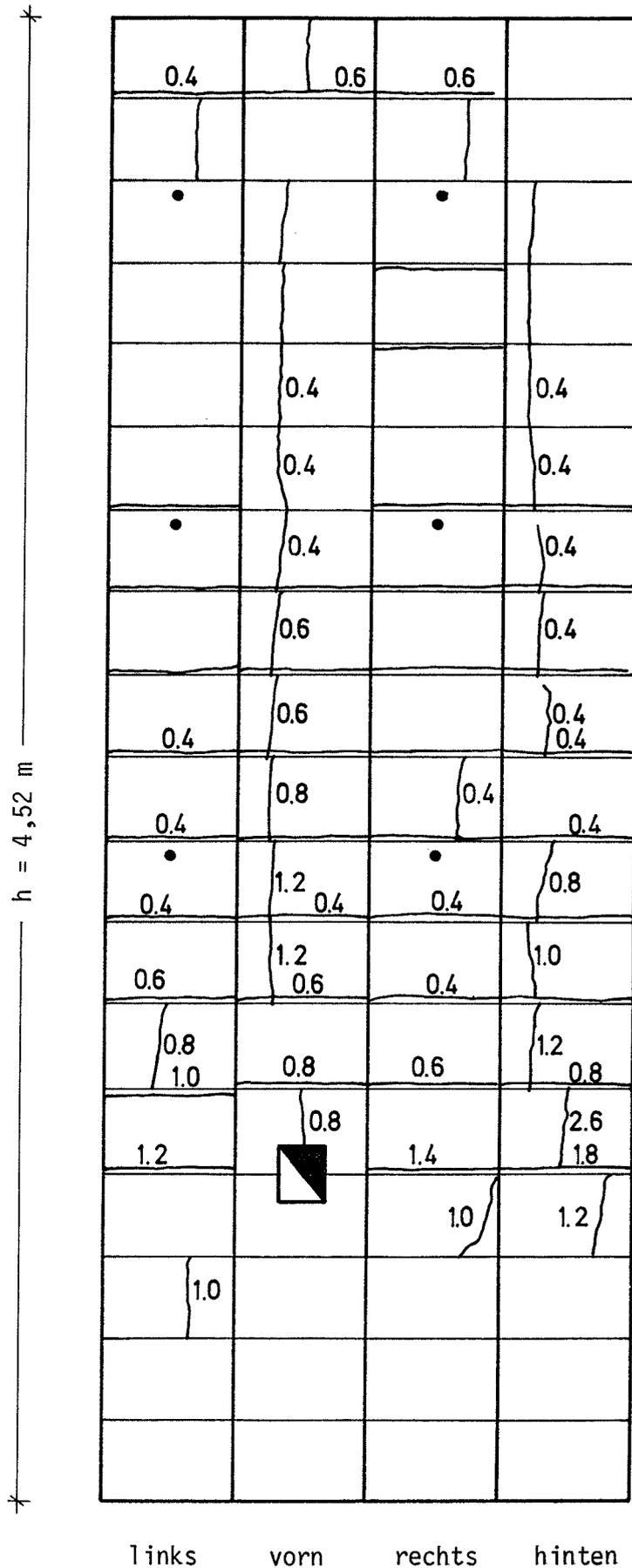


Bild 26: Rißverlauf beim Heizversuch  
(Prüfeschornstein Nr. 1 - Typ A)

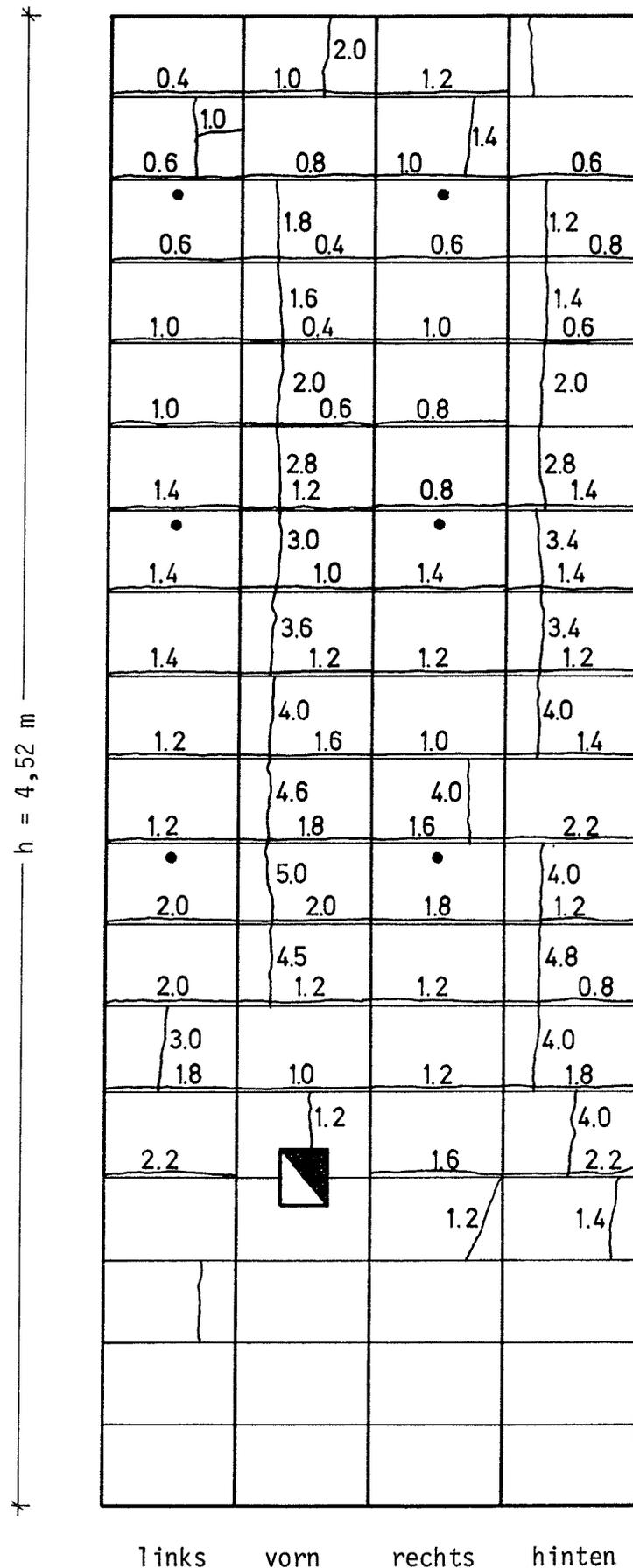


Bild 27: Rißverlauf beim Ausbrennversuch  
(Prüfshornstein Nr. 1 - Typ A)

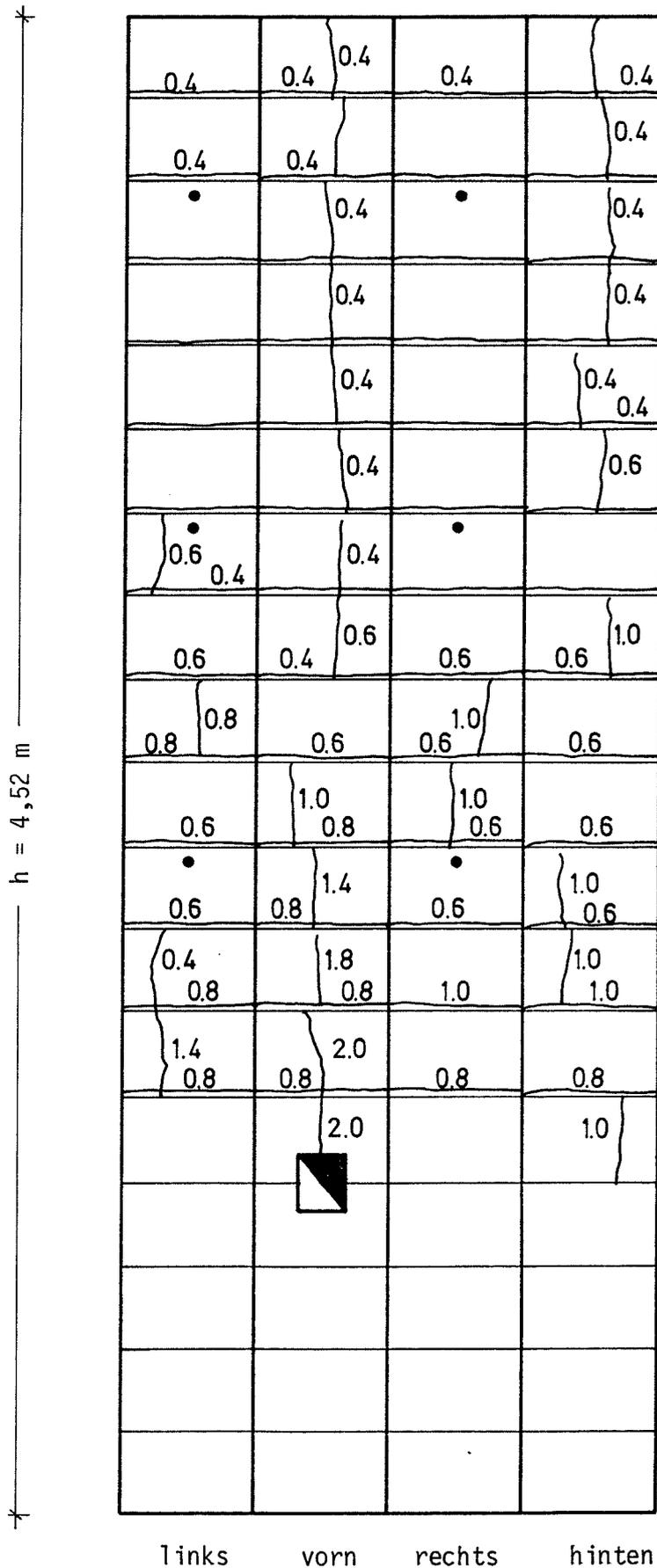


Bild 28: Rißverlauf während der Betriebsphase 2  
(Prüfschornstein Nr. 2 - Typ A)

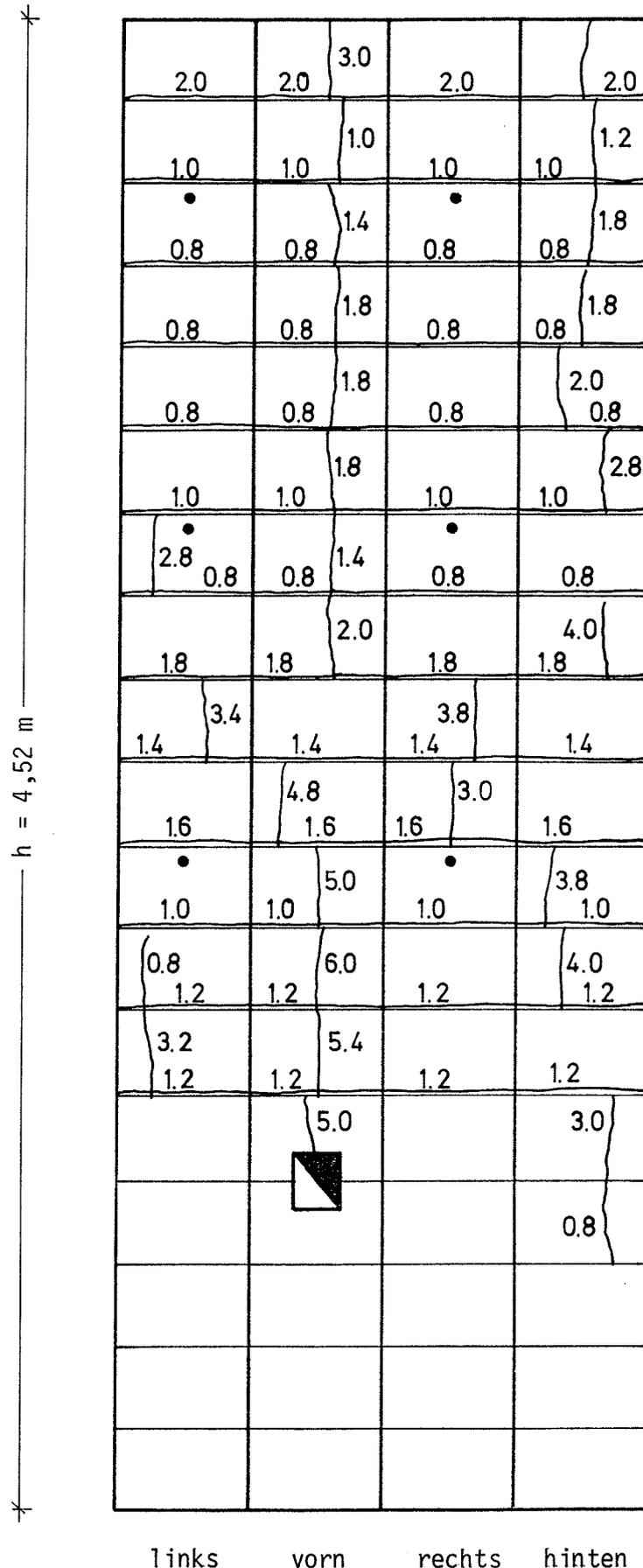


Bild 29: Rißverlauf während der Schornsteinbrandphase (Prüfschornstein Nr. 2 - Typ A)

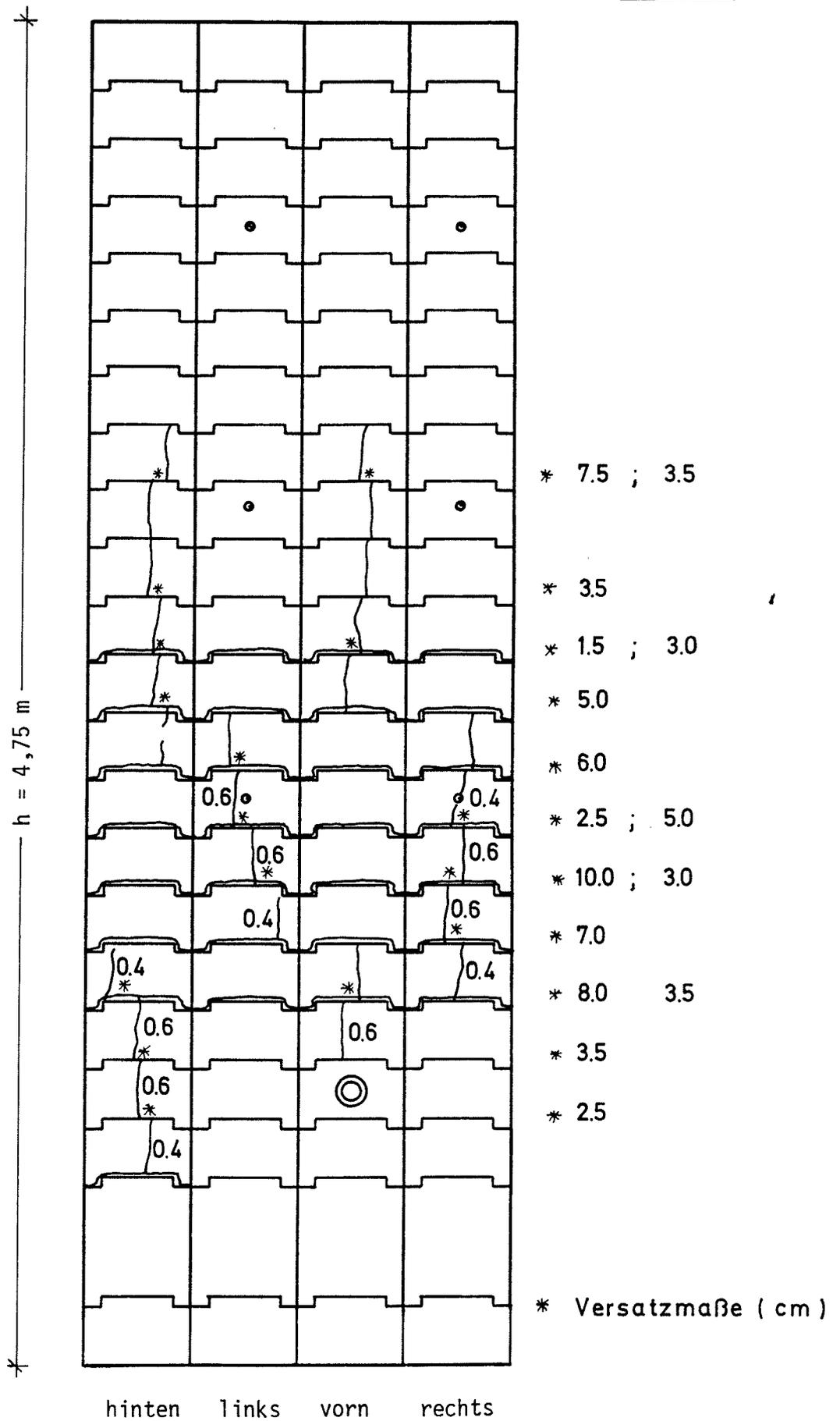


Bild 30: Rißverlauf beim Heizversuch  
(Prüfschornstein Nr. 1 - Typ B)

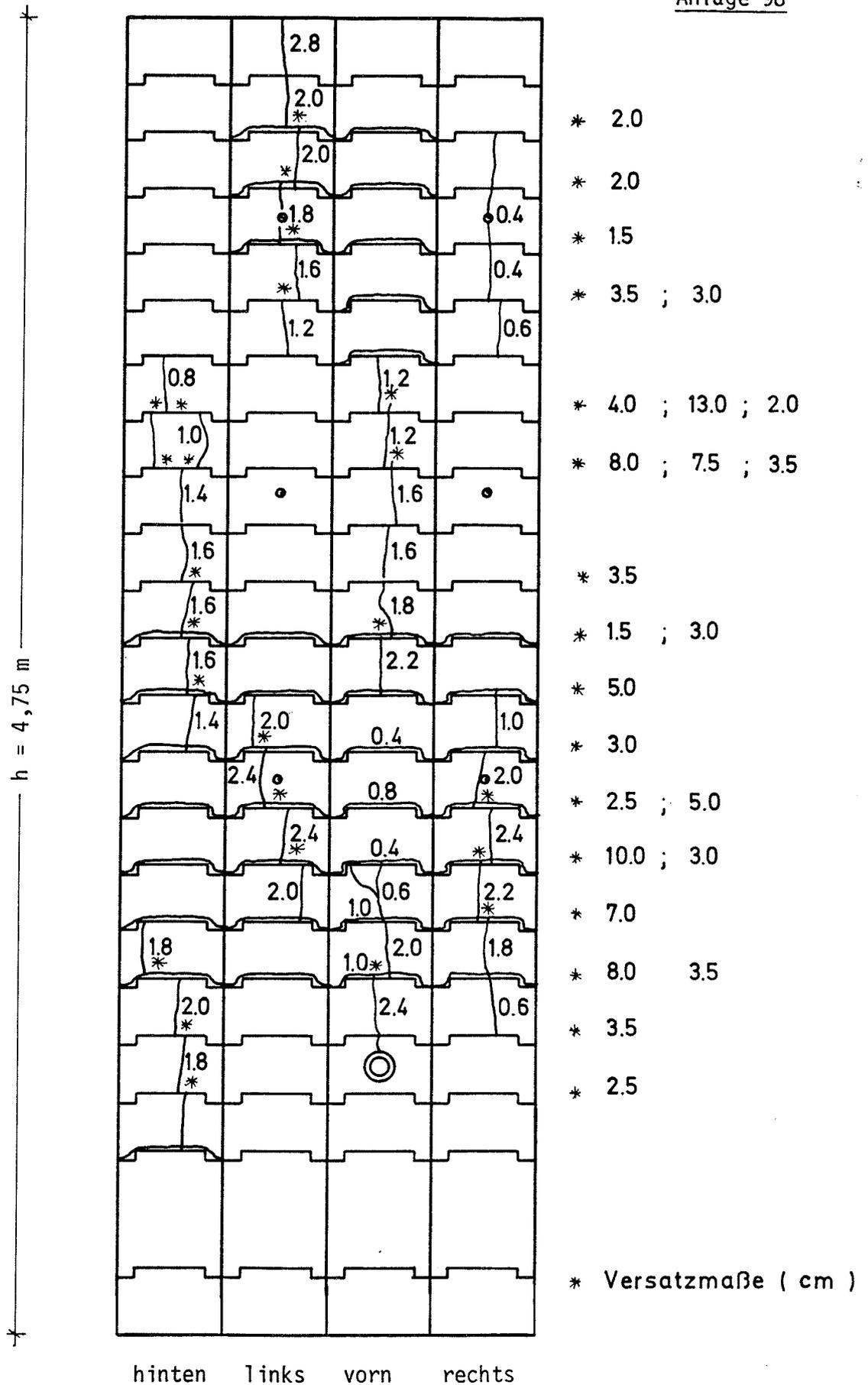


Bild 31: Rißverlauf beim Ausbrennversuch  
(Prüfschornstein Nr. 1 - Typ B)

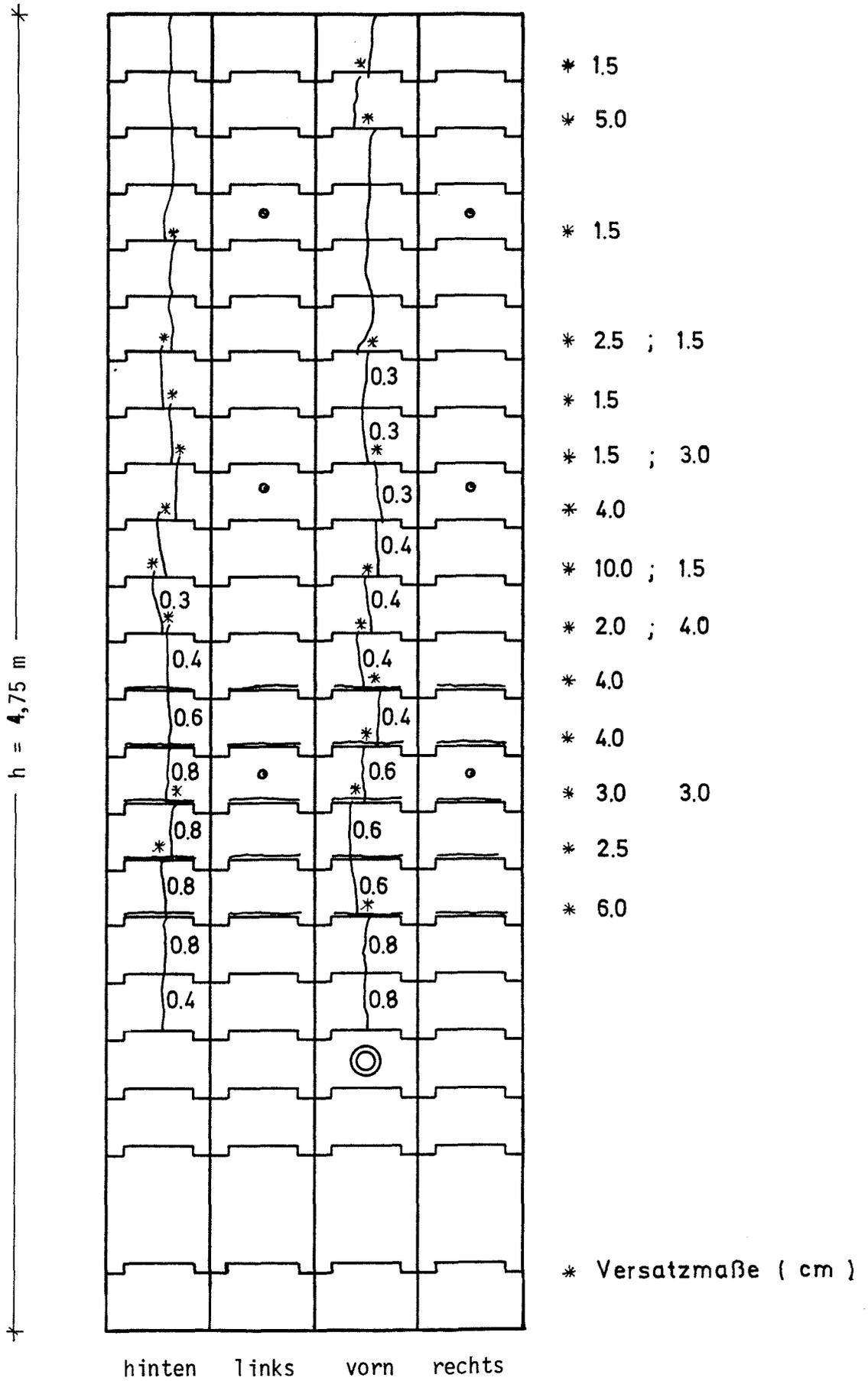


Bild 32: Rißverlauf während der Betriebsphase 2  
(Prüfschornstein Nr. 2 - Typ B)



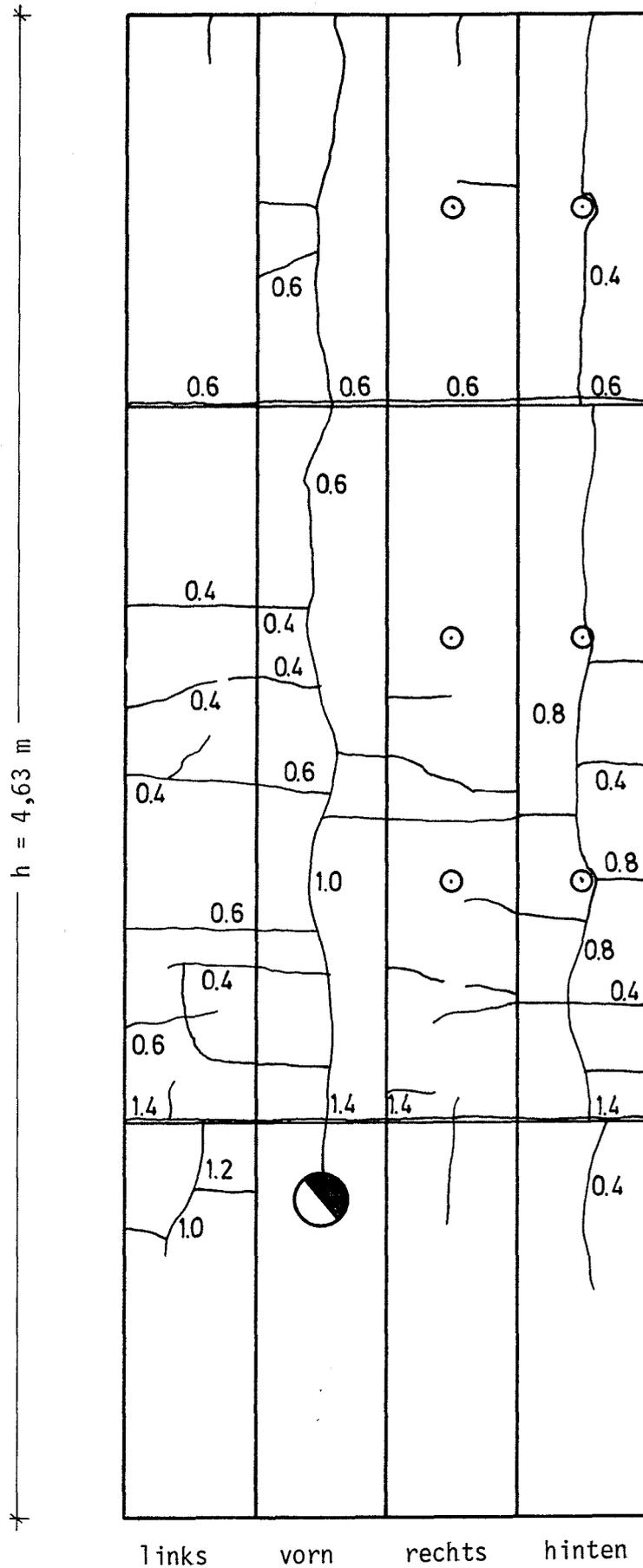


Bild 34: Rißverlauf beim Ausbrennversuch  
(Prüfschornstein Nr. 1 - Typ C)

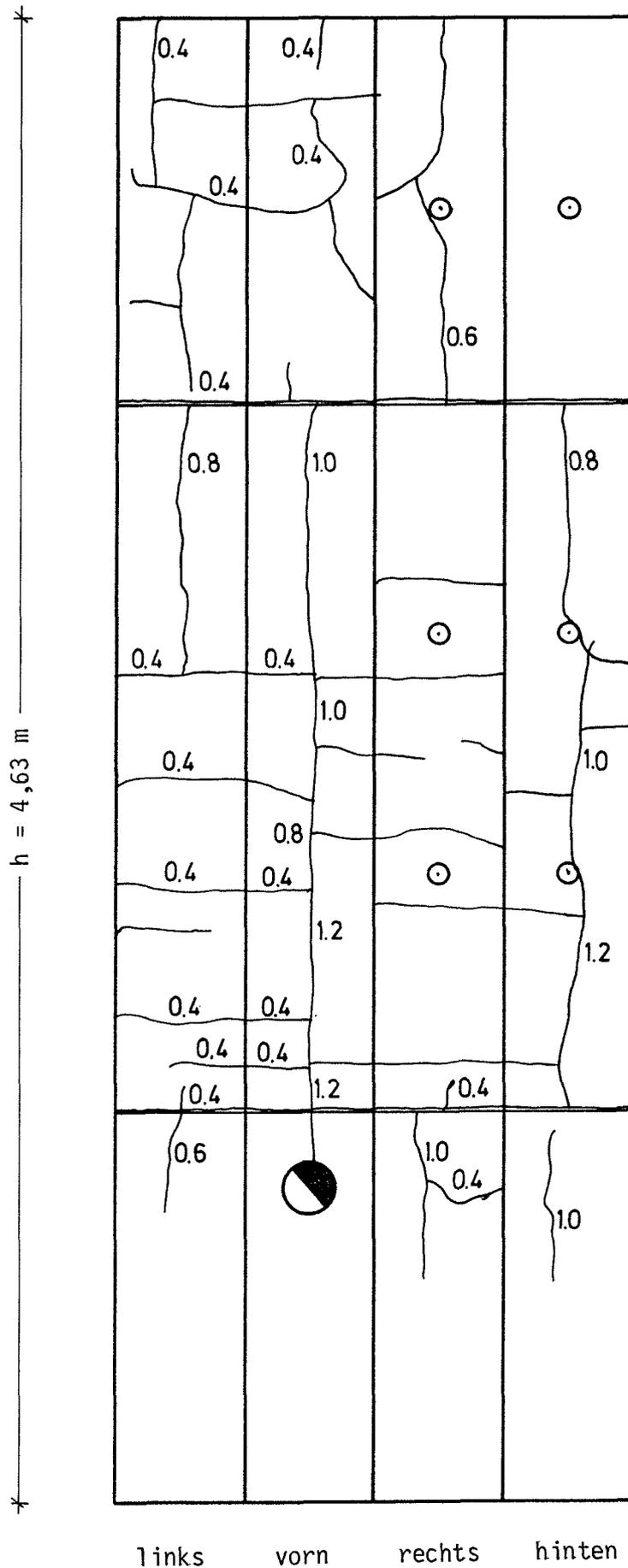


Bild 35: Rißverlauf während der Schornsteinbrandphase  
(Prüfschornstein Nr. 2 - Typ C)

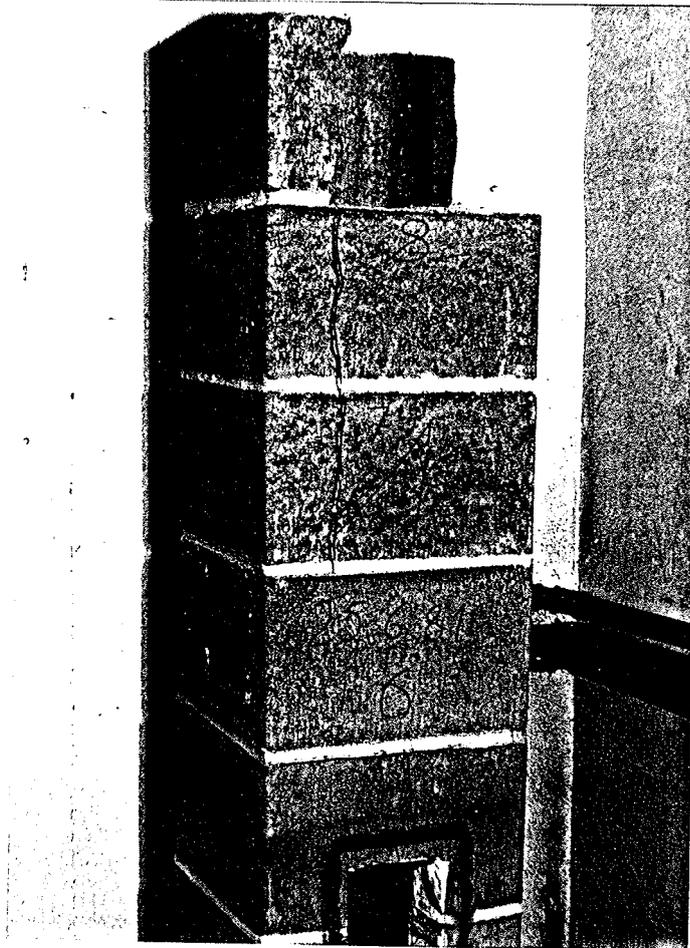


Bild 36:  
Prüfschornstein Nr. 1  
des Schornsteintyps A nach  
dem Versuch beim Abbau

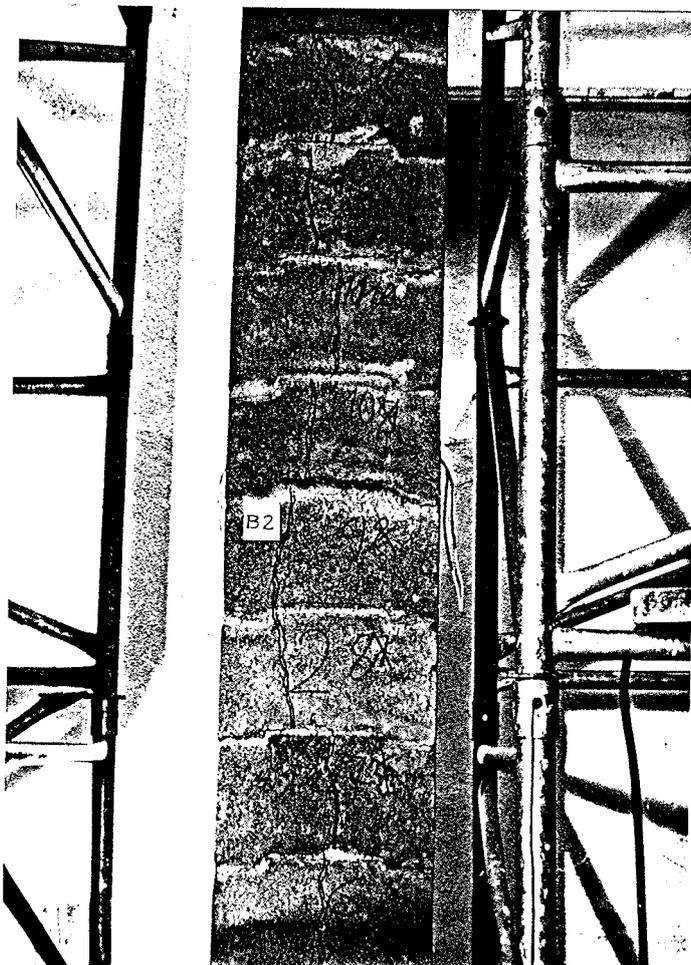


Bild 37:  
Prüfschornstein Nr. 2  
des Schornsteintyps B  
nach dem Brandversuch

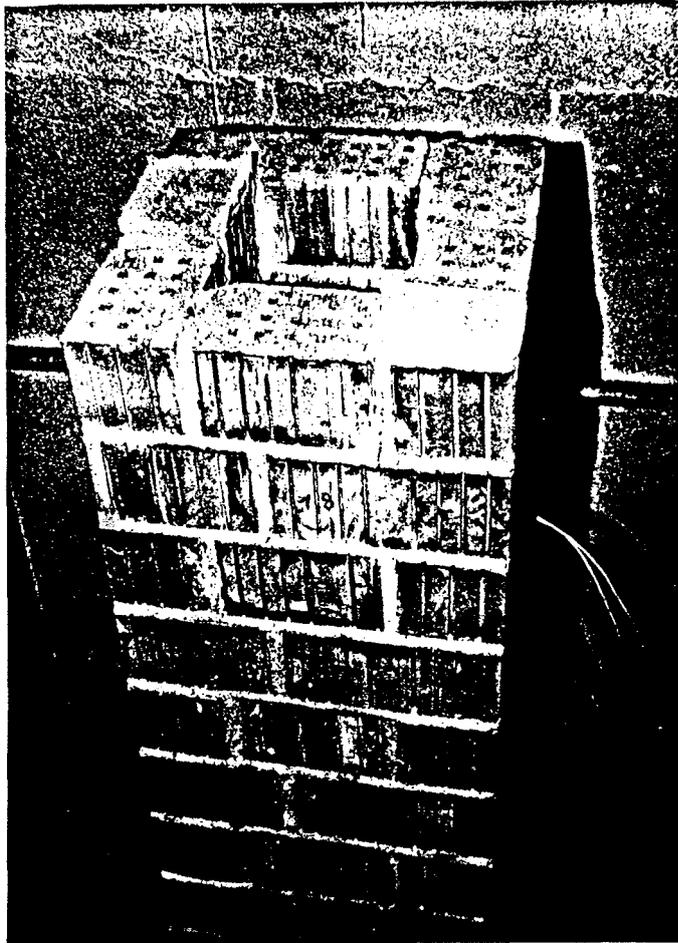


Bild 38:  
Prüfschornstein  
des Schornsteintyps D  
nach dem Brandversuch  
beim Abbau



Bild 39:  
Prüfschornstein Nr. 1  
des Schornsteintyps E  
nach dem Brandversuch  
beim Abbau

Tabelle 74: Ergebnisse der Kehrversuche an den bei den Brandversuchen geprüften Schornsteintypen (Kehrgutmenge in g)

Schornstein	Anzahl der Aufwärts- und Abwärtsbewegungen	Schornsteintyp				
		A	B	C	D	E
Nr. 1	3	38,9	103,1	69,7	114,8	137,7
Nr. 2	0 - 20	186,5	210,7	419,9	474,8	603,9
	21 - 40	123,4	131,0	217,2	194,2	227,0
	41 - 60	107,4	104,2	178,5	88,0	134,2
	61 - 80	110,3	85,3	137,1	88,2	110,4
	81 - 100	100,0	75,7	106,6	66,0	84,1