

FSS D00260 R

Brandverhalten von Flugzeugsitzen  
und deren Komponenten

K. Dussa, R. Fiala, P. Grefte, R. Wagner

Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt  
für Luft- und Raumfahrt e. V.  
Institut für Antriebstechnik  
Köln

Inhaltsangabe

	Seite
1. Einleitung .....	1
2. Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung .....	1
3. Versuchsergebnisse .....	2
Zusammenfassung und Schlußfolgerung .....	4
Bildanhang .....	5

## 1. Einleitung

Die bei Flugzeugsitzen verwendeten Kunststoffe werden, je nach ihrem Verwendungszweck, nach unterschiedlichen Testmethoden hinsichtlich ihres Brandverhaltens getestet. Die Sitzkissen müssen den Seat-cushion-Test erfüllen. Die restlichen Teile wie Verkleidungen, Armlehnen, Klappstisch usw. nur den Bunsenbrenner-Test. Die im folgenden beschriebenen Versuche sollen zur Klärung bzw. Beantwortung der Frage, ob die genannten Teile auch die OSU- bzw. NBS-Kriterien erfüllen sollten, beitragen.

## 2. Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung

Für diese Versuche wurde im Komponentenversuchsstand der in Bild 1 schematisch dargestellte Versuchsaufbau gewählt. Zwischen zwei Sitzreihen mit jeweils drei Sitzen war der Zündbrenner so angeordnet, daß sowohl die Sitzkissen als auch die Rückenlehnen von zwei Sitzen und die Armlehnen mit der Flamme des Zündbrenners beaufschlagt wurden.

Als Zündbrenner wurde der für den Seat-Cushion-Test verwendete Ölbrenner benutzt. Die Leistung des Brenners sowie die Flammentemperatur entsprachen der beim Seat-cushion-Test vorgeschriebenen ( $T_{\text{Flamme}} 1100^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}$ ,  $11,4 \pm \text{W/cm}^2$  in 102 mm über dem Brenneraustritt).

Beim ersten Versuch sind die Sitze komplett, so wie sie im Flugzeug eingebaut sind, beflammt worden. Bei Versuch 2 waren alle Teile aus Kunststoff an den Sitzen entfernt worden bis auf die Sitzkissen und die darunter liegenden Spanngurte und bei Versuch 3 wurden Sitze ohne Sitzkissen beflammt. Die Beflammungszeit betrug in allen Fällen 60 sec. Danach wurde der Brenner abgeschaltet und der Brand sich selbst überlassen.

Gemessen wurden an den in Bild 1 angegebenen Orten im Komponentenversuchsstand der Temperaturverlauf und der Konzentrationsverlauf von  $\text{CO}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{HCN}$  und  $\text{HBr}$  sowie die Rauchdichte. Zur Abschätzung des Einflusses der Anordnung der Zündquelle, also dem Ort der Brandentstehung, auf die Rauchgaszusammensetzung und die Raumtemperatur wurde beim Versuch 4 der Zündbrenner so zwischen Sitz und Seitenwand des Komponentenversuchsstandes angeordnet, daß beide mit der Brennerflamme beaufschlagt wurden

(Bild 2). Wie bei den Versuchen 1 bis 3 betrug auch bei dem 4. Versuch die Beflammungszeit 60 sec.

### 3. Versuchsergebnisse

Die Versuchsergebnisse sind in den Bildern 3 bis 24 dargestellt. In den Diagrammen sind jeweils die maximal und minimal gemessenen Meßgrößen über der Brennzeit aufgetragen, für die Gase HCN und HBr nur die maximalen. Die angegebenen Konzentrationswerte letztgenannter Gase können mit einem Fehler behaftet sein, da Absorption an den Rohrwänden der Absaugleitungen bzw. chemische Reaktionen mit dem Rohmaterial nicht auszuschließen sind.

#### Versuch 1 (Sitze komplett)

Die Temperatur im Komponentenversuchsstand erreicht nach 2 min Brennzeit mit 325°C den Maximalwert (Bild 3). Die O<sub>2</sub> und CO-Konzentration (Bild 4 und 5) blieb in den ersten 1,5 min fast konstant. Danach ändern sich die Konzentrationen stark und erreichen nach 2,5 min ihren Minimal- bzw. Maximalwert von 15,3 % O<sub>2</sub> und 0,37 % CO. Gleichzeitig ist auch eine starke Zunahme der HCN-Konzentration (Bild 6) mit einem Maximum von 146 ppm und HBr (Bild 7) von 403 ppm zu registrieren. Die HBr-Konzentration hat nach 6 min Brennzeit ein zweites Maximum von 470 ppm. Die Sicht im Komponentenversuchsstand (Bild 8) ist nach 2,5 min auf null gesunken.

#### Versuch 2

Bei der Beflammung der Sitze ohne Seitenverkleidung, Armlehnenpolsterung, Klappstisch usw. stieg die Raumtemperatur bis auf 230°C (nach 1,5 min Brennzeit) an (Bild 9). 30 sec später war der Sauerstoffgehalt in der Luft bis auf 17,6 % gefallen (Bild 10). Die maximale CO-Konzentration trat nach 0,8 min mit 0,04 % auf (Bild 11). Der Transmissionsgrad (Bild 12) änderte sich in den ersten 2 min Brennzeit nicht wesentlich. Danach erfolgte eine rasche Abnahme bis auf ca. 65 %. Die HCN- und HBr-Konzentrationen lagen unterhalb der Nachweisgrenzen.

### Versuch\_3

Bei der Beflammung der Sitze ohne Sitzkissen traten nach 1,5 min Brennzeit Spitztemperaturen bis 400°C auf (Bild 13). Der Luftsauerstoffgehalt fiel bis auf 13,3 % ab nach 2 min (Bild 14). Gleichzeitig stieg der CO-Gehalt bis auf 0,85 % an (Bild 15). Die Gase HCN und HBr erreichten nach 4 min ihre maximale Konzentration von 170 ppm (Bild 16) bzw. von 800 ppm (Bild 17). Der Transmissionsgrad fiel nach 30 sec Brennzeit innerhalb von 1 min von ca. 90 % auf 0 % ab (Bild 18).

### Versuch\_4

Bei Beflammung der Sitzreihe an der Stirnseite traten im Zeitraum von 1 min bis 4 min nach Zündung ebenfalls die Maximal- bzw. Minimalwerte auf. (Temperatur 250°C (Bild 19), O<sub>2</sub>-Konzentration 16,5 % (Bild 20), CO-Konzentration 0,165 % (Bild 21), HCN-Konzentration 38 ppm (Bild 22) und HBr-Konzentration 87 ppm (Bild 23) ). Der Transmissionsgrad erreichte nach 2 min Brennzeit 0 (Bild 24).

(Summary) + conclusion  
Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Bei allen durchgeführten Versuchen wiesen die Meßwerte die bei Kunststoffbränden in Räumen hinlänglich bekannte Tendenz auf:

Nach Zündung tritt zuerst für eine gewisse Zeitspanne keine nennenswerte Änderung der Gaszusammensetzung, der Sicht und der Temperaturen ein, gefolgt von einer raschen Abnahme bzw. einem raschen Anstieg der Werte bis zum Erreichen eines Minimums/Maximums.

Bei den Versuchen 1, 3 und 4, also bei den Versuchen, bei denen Sitze mit kompletter Verkleidung, mit Klappstischen, Armlehnen usw. verwendet wurden, trat nach einer Brennzeit zwischen 1 und 2 min eine rapide Verschlechterung der Bedingungen hinsichtlich der Überlebenschancen ein, wobei die Sicht im Komponentenversuchsstand in allen drei Fällen nach 2,5 min null war, der Komponentenversuchsstand war vollständig mit schwarzem Rauch gefüllt.

Ein Vergleich der Versuchsergebnisse von Versuch 1 und 4 legt den Schluß nahe, daß der Ort der Zündung - zumindest bei den gewählten Versuchsaufbauten - die Brandvorgänge nicht wesentlich beeinflusst.

Weiterhin kann man aus den Versuchsergebnissen der Versuche 1 und 3 schließen, daß aus den Sitzkissen keine großen Mengen an Brandgasen freigesetzt werden, eine Annahme, die durch die Versuchsergebnisse von Versuch 2 erhärtet wird.

Der Anteil der beim Brand der Sitzverkleidung, der Klappstische usw. entstehenden Brandgase zur Gesamtatmosphäre im Raum geht aus einem Vergleich der Meßwerte von Versuch 1, 3 (auch 4) mit denen von Versuch 2 hervor. Aus dem Vergleich der Meßergebnisse läßt sich der Schluß ziehen, daß die schnelle Verschlechterung der Überlebenschancen hauptsächlich auf die beim Brand des Flugzeugsitzes von den Seitenverkleidungen freigesetzten Brandgase zurückzuführen ist.

Meßstelle  
Temperatur, CO, O<sub>2</sub>,  
tox. Gase

Meßstelle Rauchdichte

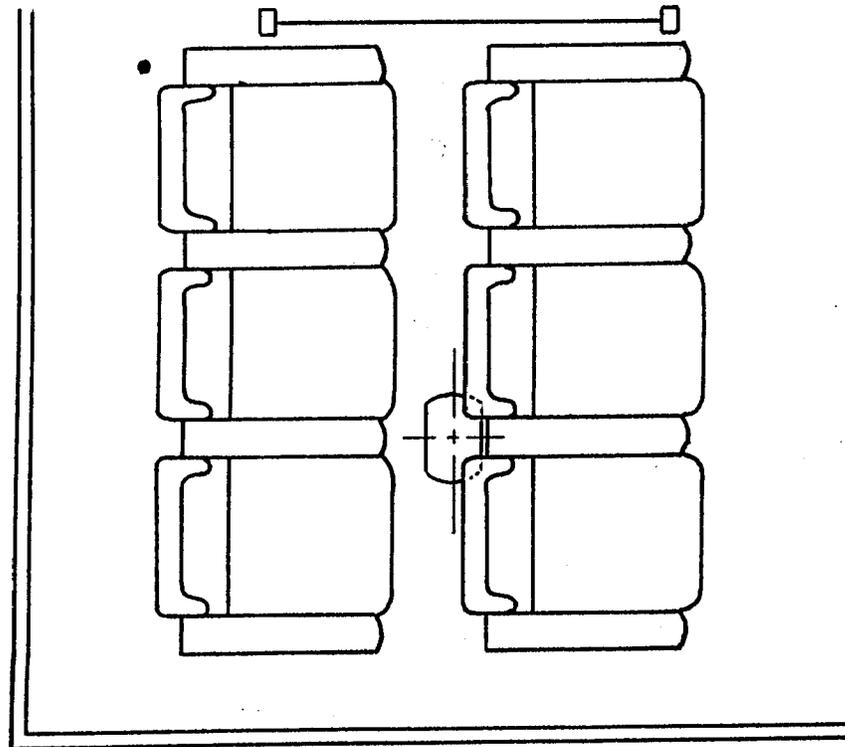
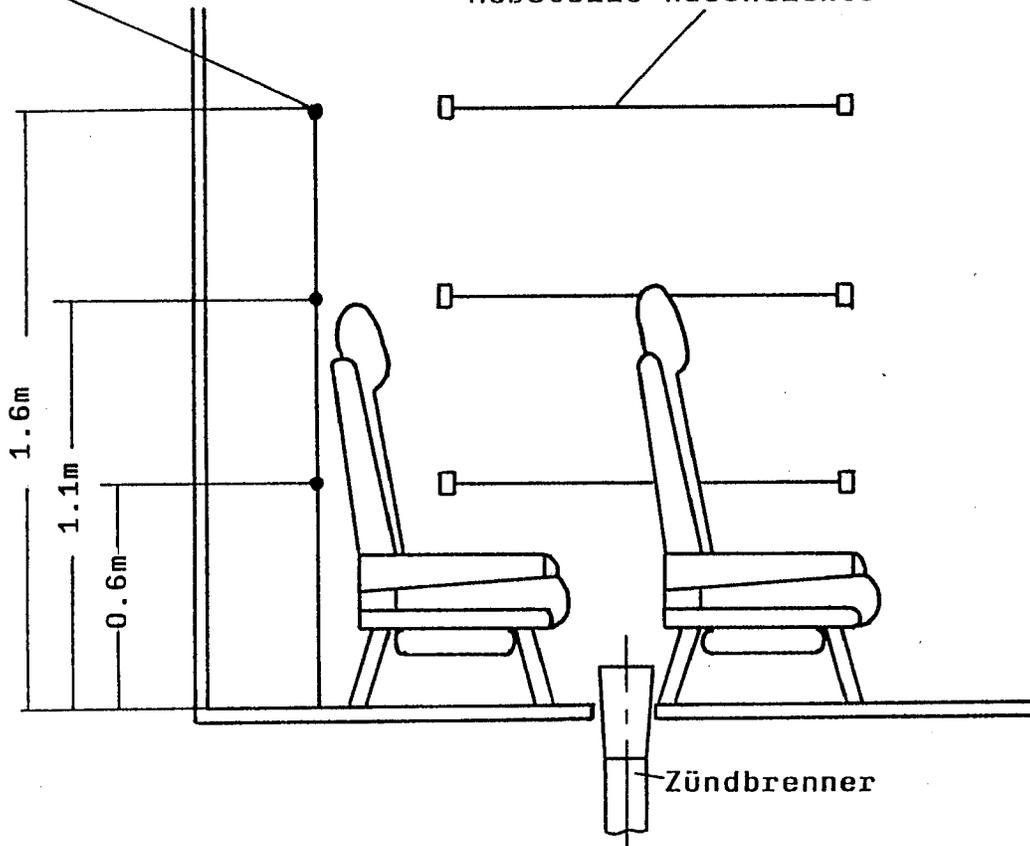


Bild 1 Schema des Versuchsaufbaus  
Anordnung der Zündquelle zwischen den Sitzreihen

Meßstelle  
Temperatur, CO, O<sub>2</sub>,  
tox. Gase

Meßstelle Rauchdichte

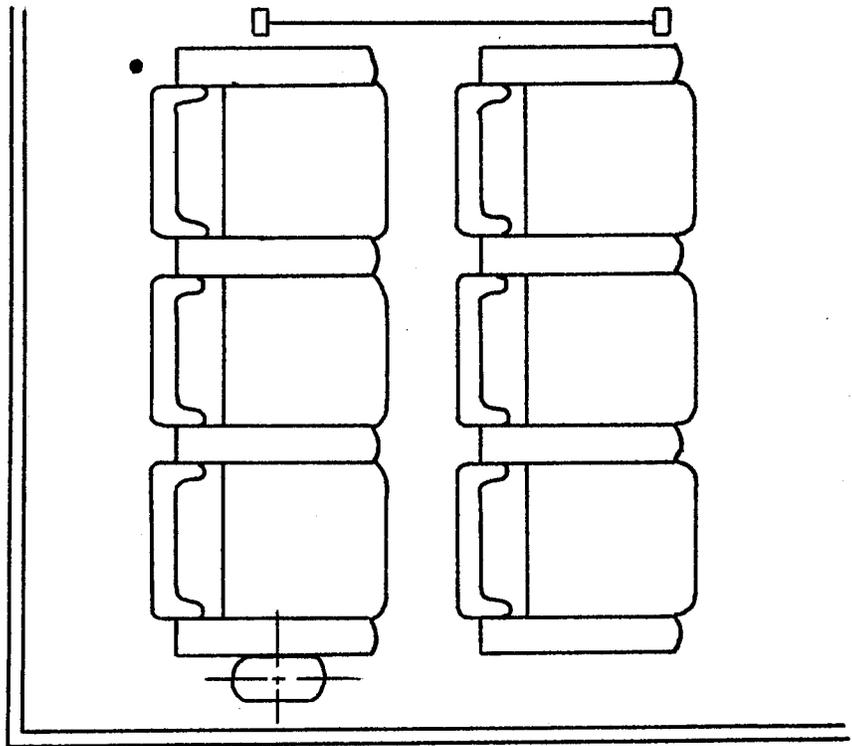
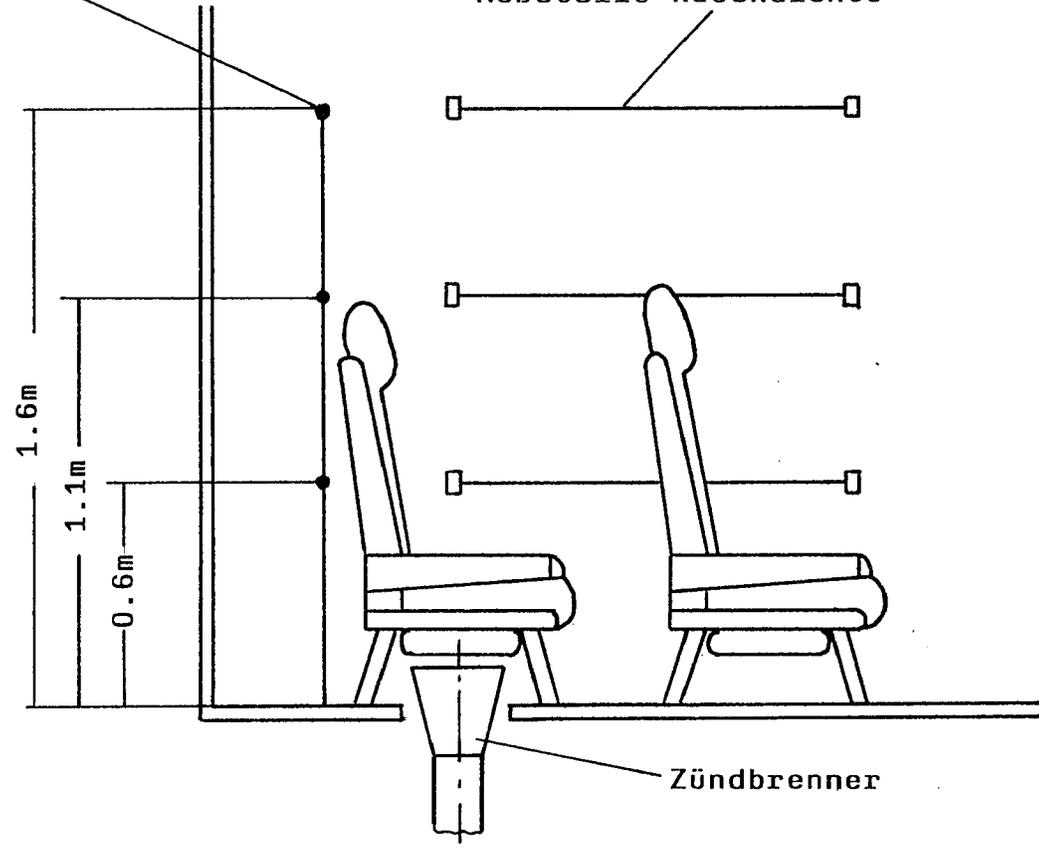


Bild 2 Schema des Versuchsaufbaus  
Anordnung der Zündquelle an der Stirnseite

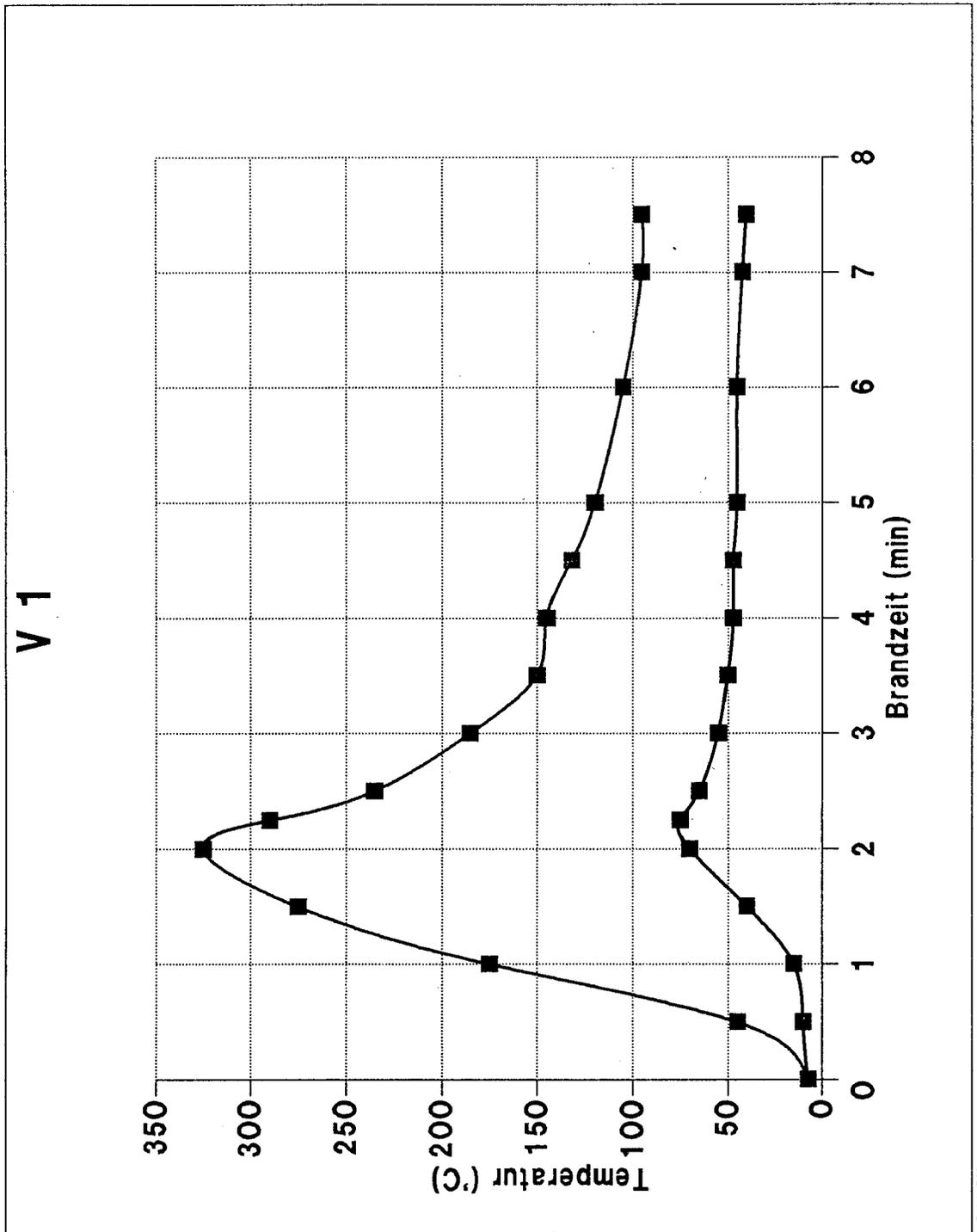


Bild 3 Zeitlicher Temperaturverlauf im Komponentenversuchsstand während des Brandes.  
 Versuch 1: 2 Sitzreihen komplett.  
 Anordnung der Zündquelle zwischen den Sitzreihen [Bild 1].

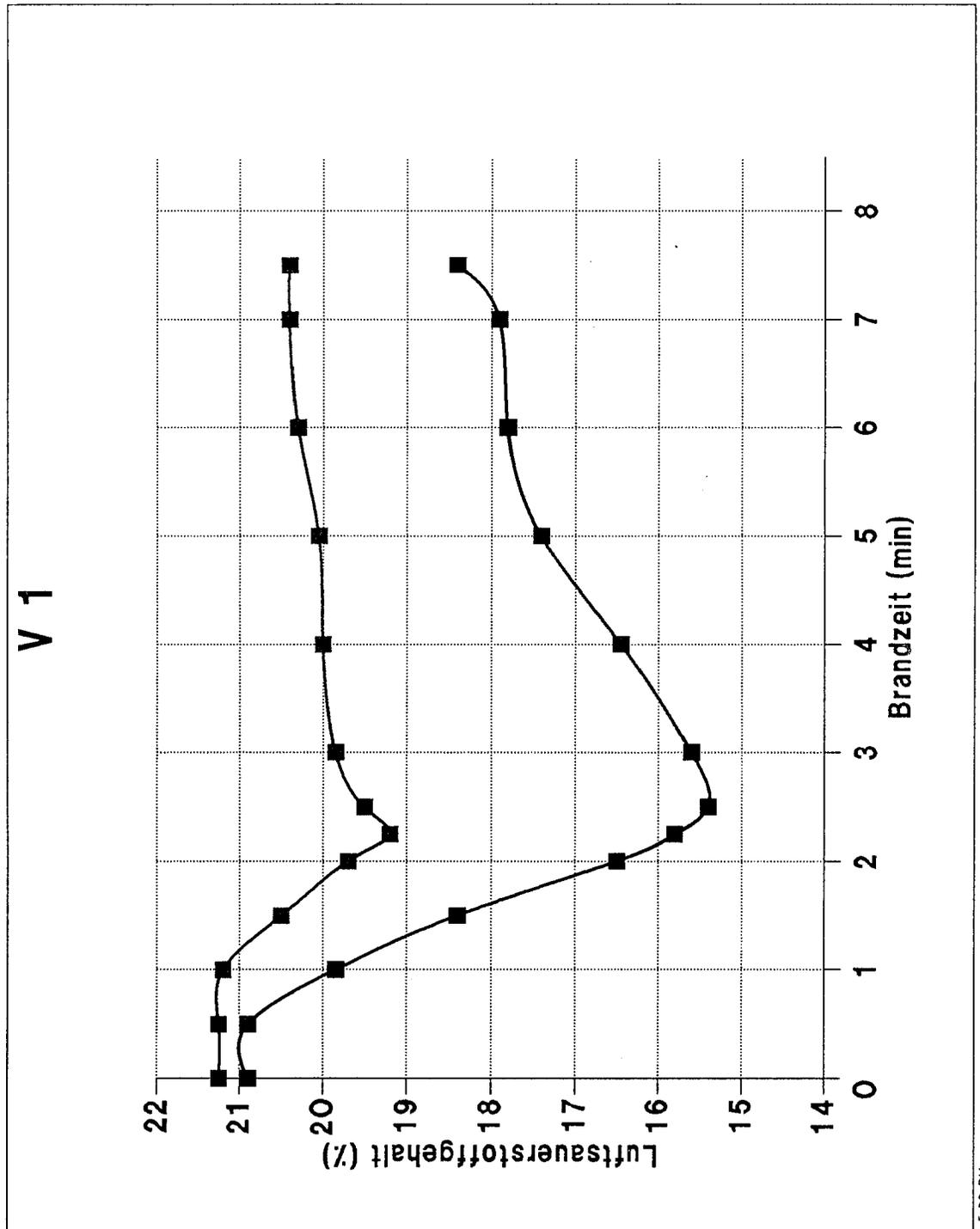


Bild 4 Zeitlicher Verlauf der O<sub>2</sub>-Konzentration im  
 Komponentenversuchsstand während des Brandes.  
 Versuch 1: 2 Sitzreihen komplett.  
 Anordnung der Zündquelle zwischen  
 den Sitzreihen [Bild 1].

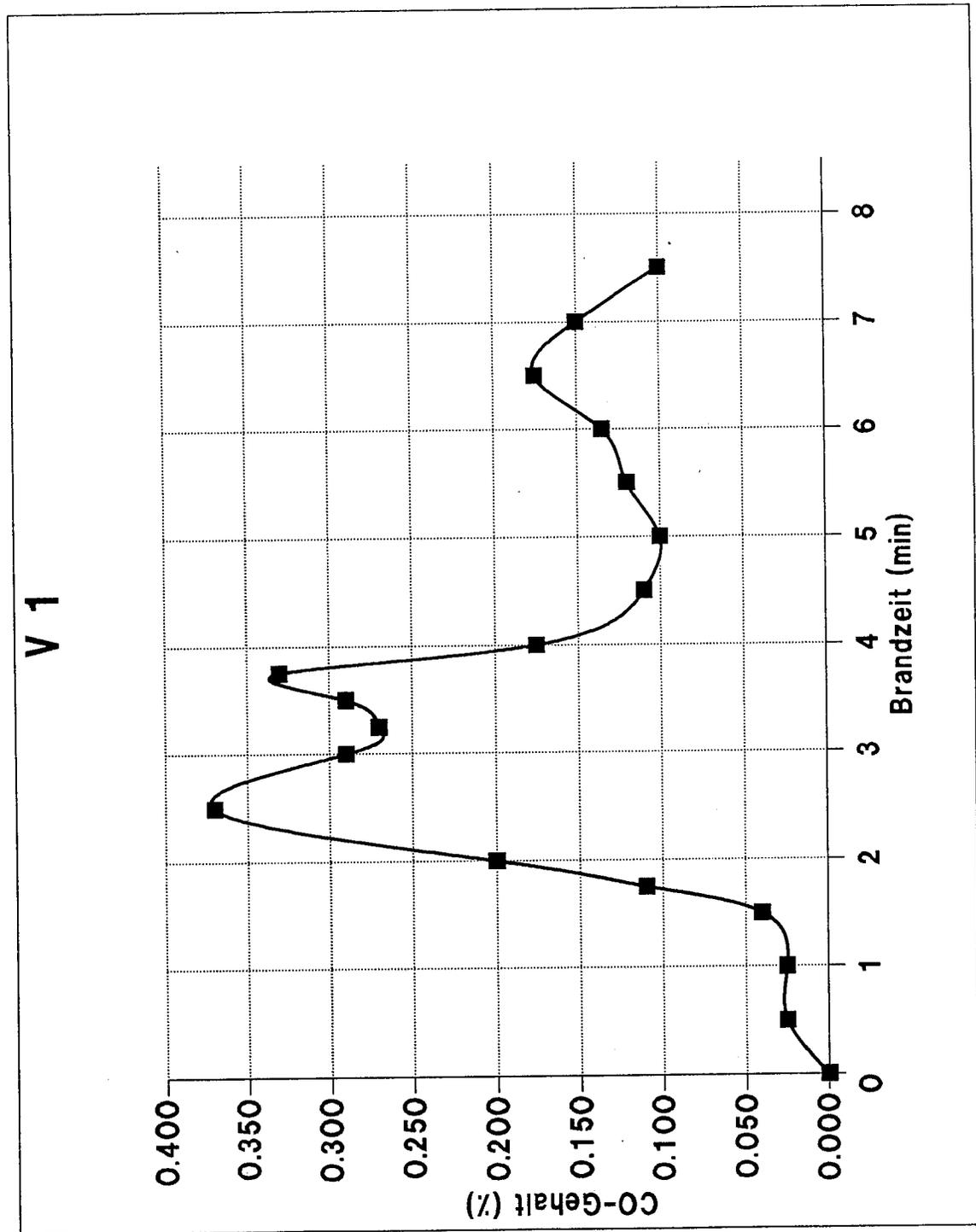


Bild 5 Zeitlicher Verlauf der CO-Konzentration im  
 Komponentenversuchsstand während des Brandes.  
 Versuch 1: 2 Sitzreihen komplett.  
 Anordnung der Zündquelle zwischen  
 den Sitzreihen [Bild 1].

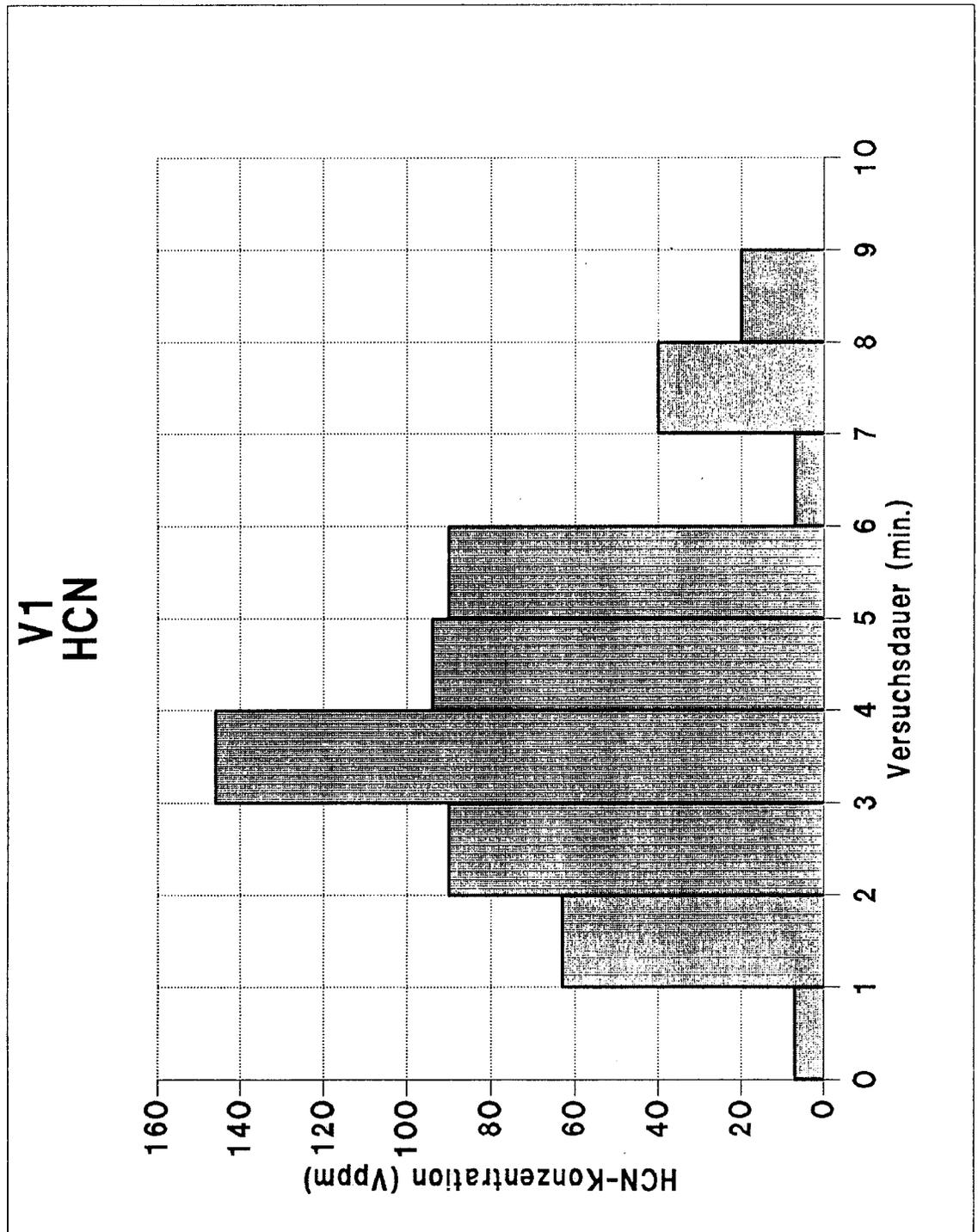


Bild 6 Zeitlicher Verlauf der HCN-Konzentration im  
 Komponentenversuchsstand während des Brandes.  
 Versuch 1: 2 Sitzreihen komplett.  
 Anordnung der Zündquelle zwischen  
 den Sitzreihen [Bild 1].

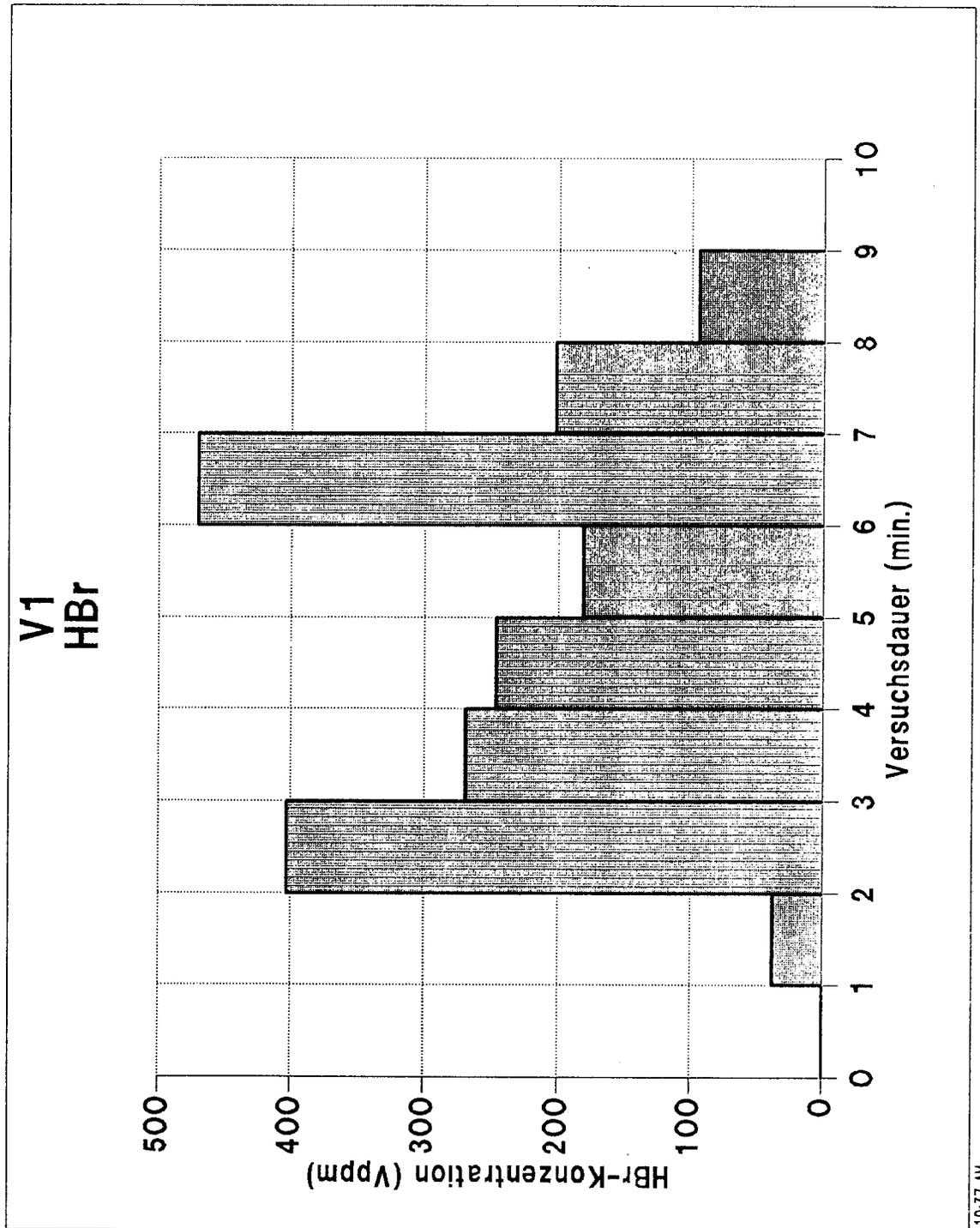


Bild 7 Zeitlicher Verlauf der HBr-Konzentration im  
 Komponentenversuchsstand während des Brandes.  
 Versuch 1: 2 Sitzreihen komplett.  
 Anordnung der Zündquelle zwischen  
 den Sitzreihen [Bild 1].

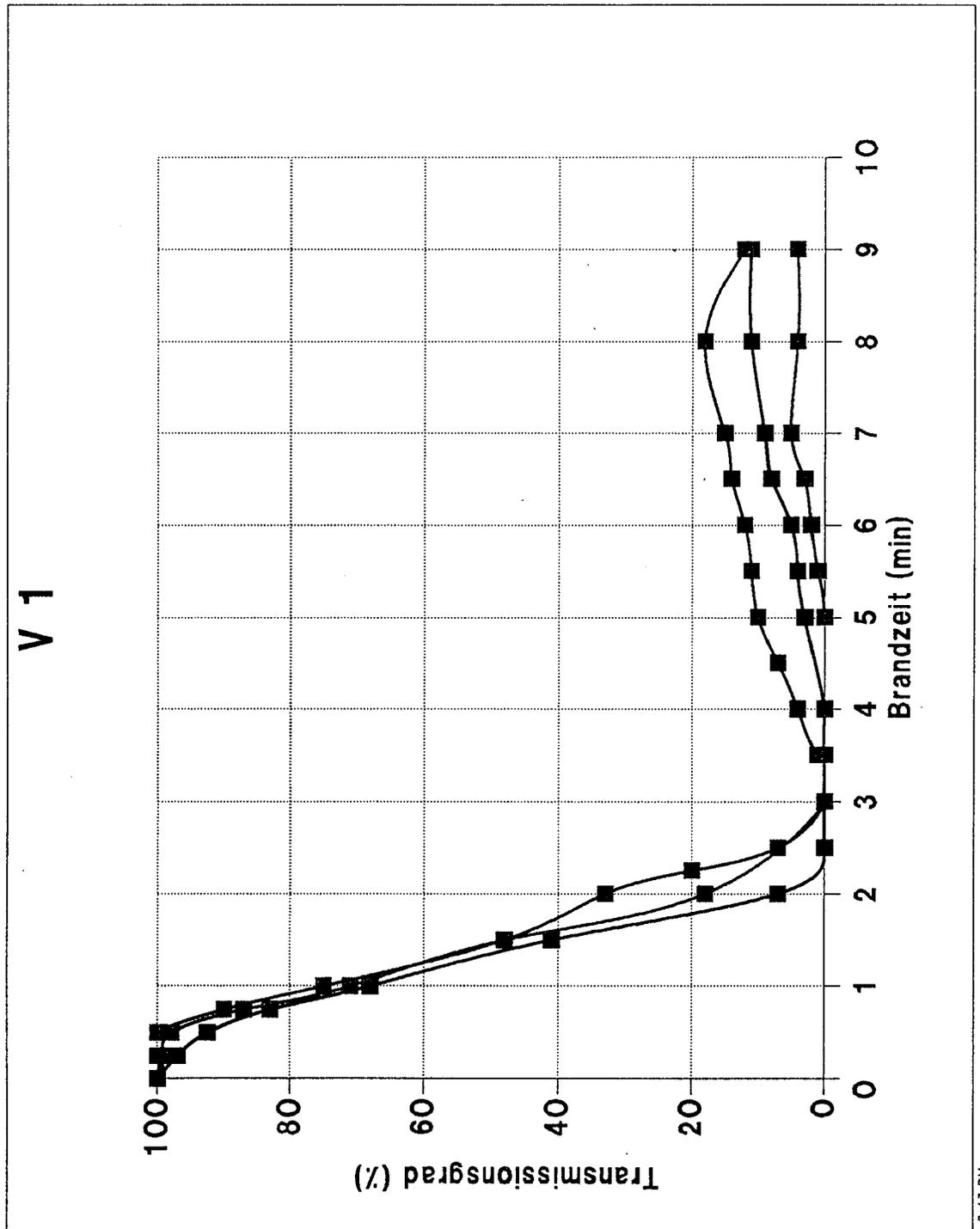


Bild 8 Zeitlicher Verlauf des Transmissionsgrades im  
 Komponentenversuchsstand während des Brandes.  
 Versuch 1: 2 Sitzreihen komplett.  
 Anordnung der Zündquelle zwischen  
 den Sitzreihen [Bild 1].

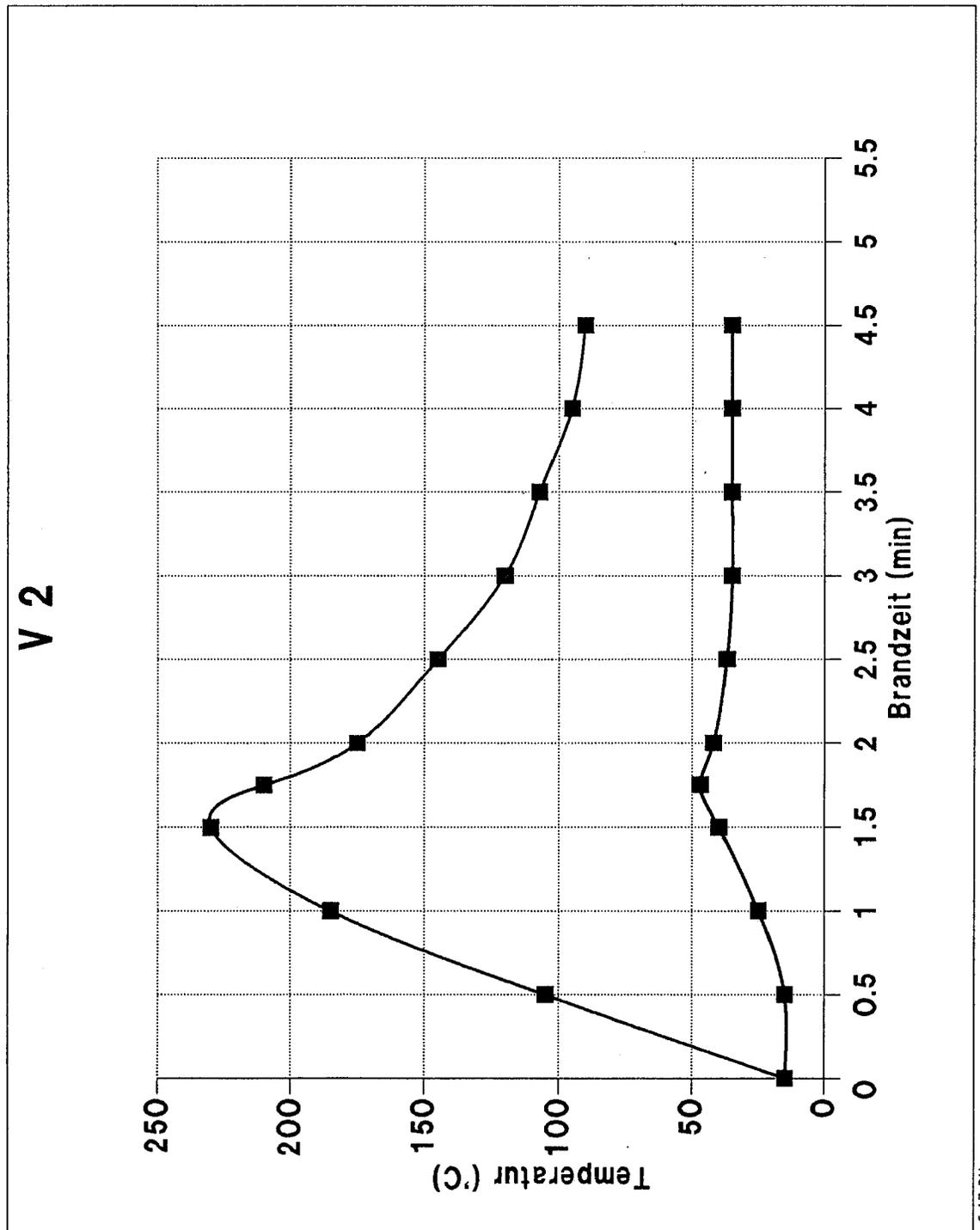


Bild 9 Zeitlicher Temperaturverlauf im Komponentenversuchsstand während des Brandes.  
 Versuch 2: 2 Sitzreihen. Sitze mit Sitzkissen. Kunststoffverkleidungen, Klapptische usw. entfernt.  
 Anordnung der Zündquelle zwischen den Sitzreihen [Bild 1].

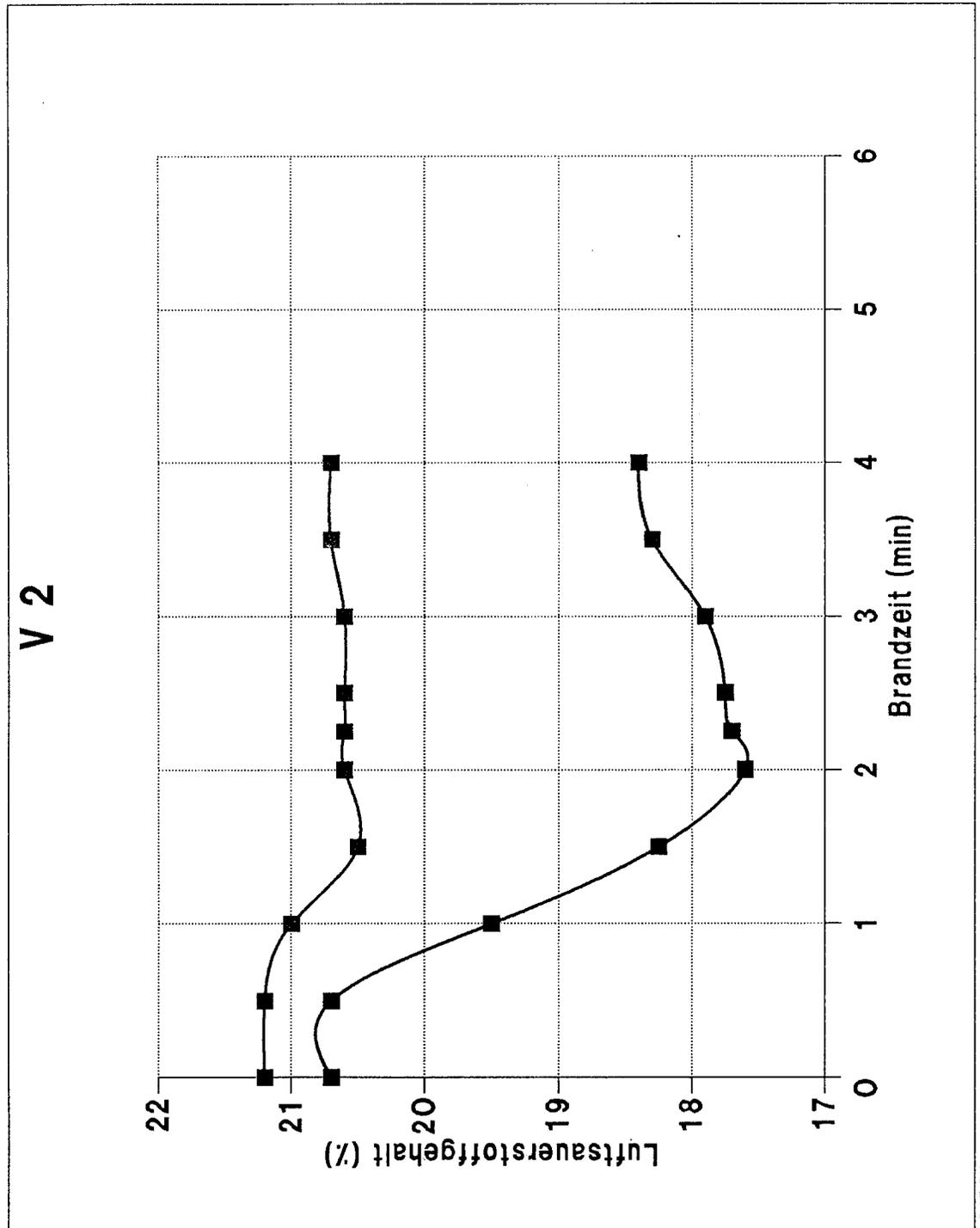


Bild 10 Zeitlicher Verlauf der O<sub>2</sub>-Konzentration im Komponentenversuchsstand während des Brandes. Versuch 2: 2 Sitzreihen. Sitze mit Sitzkissen. Kunststoffverkleidungen, Klappische usw. entfernt. Anordnung der Zündquelle zwischen den Sitzreihen [Bild 1].

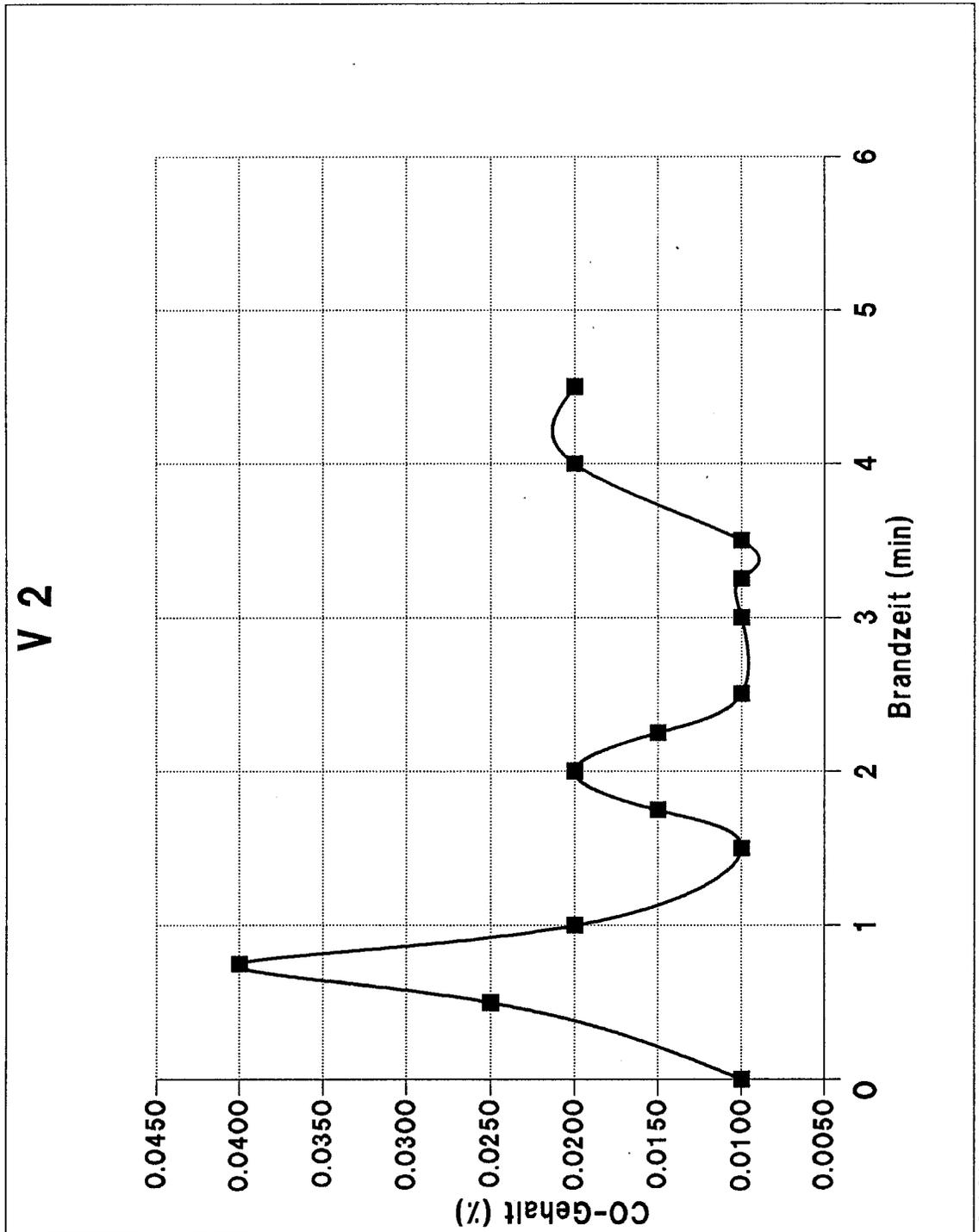


Bild 11 Zeitlicher Verlauf der CO-Konzentration im Komponentenversuchsstand während des Brandes. Versuch 2: 2 Sitzreihen. Sitze mit Sitzkissen. Kunststoffverkleidungen, Klappptische usw. entfernt. Anordnung der Zündquelle zwischen den Sitzreihen [Bild 1].

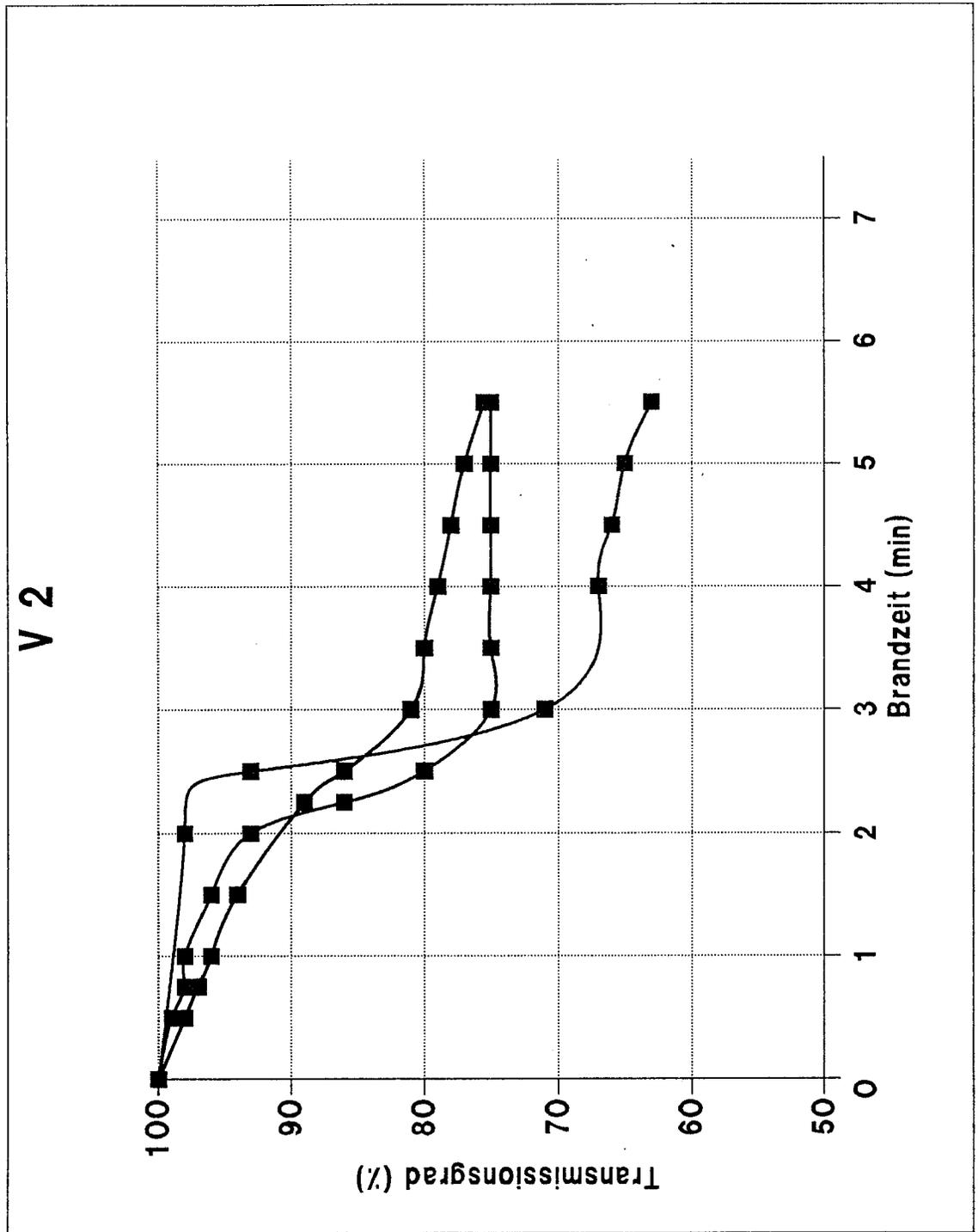


Bild 12 Zeitlicher Verlauf des Transmissionsgrades im Komponentenversuchsstand während des Brandes.  
 Versuch 2: 2 Sitzreihen. Sitze mit Sitzkissen. Kunststoffverkleidungen, Klappstühle usw. entfernt.  
 Anordnung der Zündquelle zwischen den Sitzreihen [Bild 1].

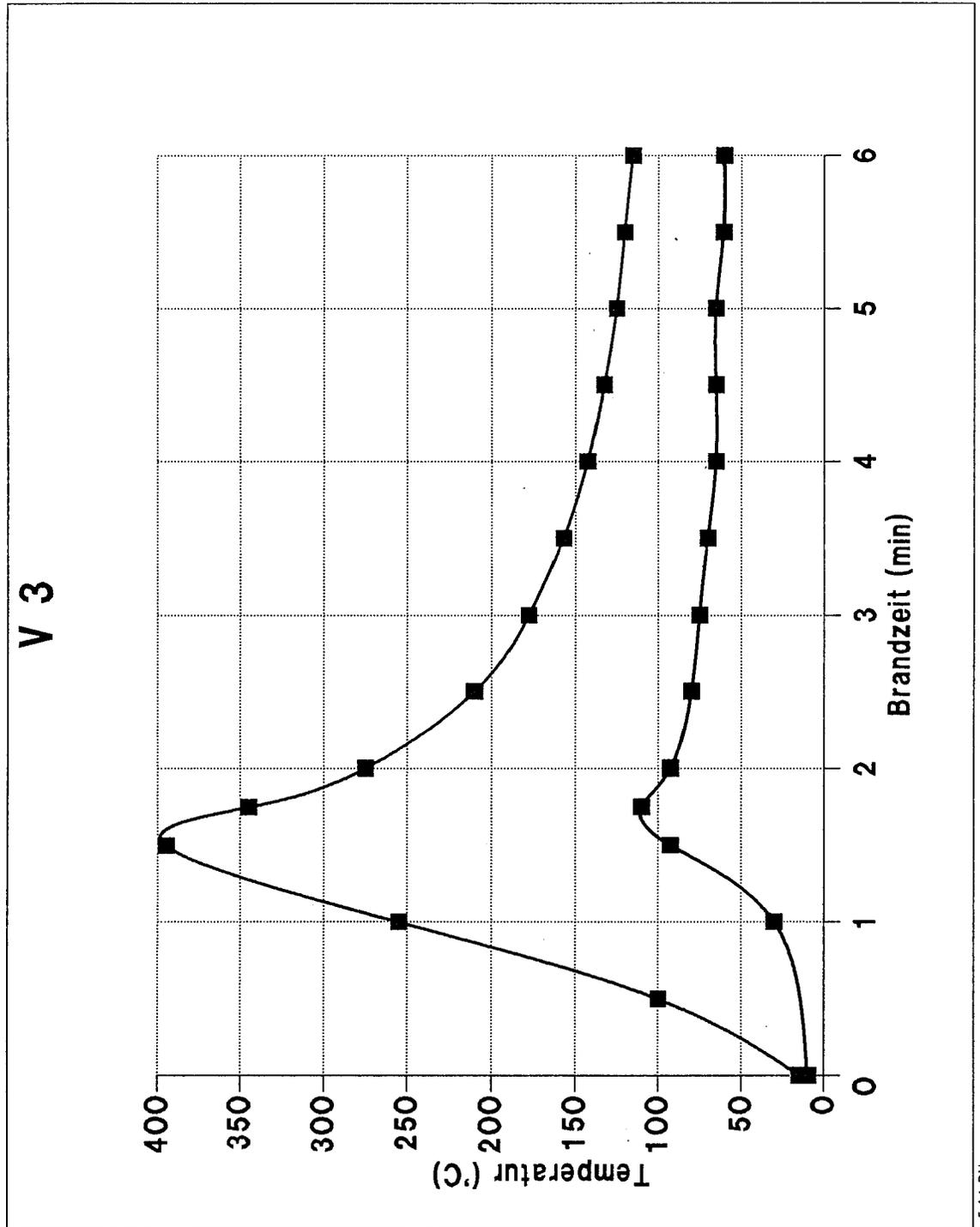


Bild 13 Zeitlicher Temperaturverlauf im Komponentenversuchsstand während des Brandes.  
 Versuch 3: 2 Sitzreihen. Sitze mit Kunststoffverkleidungen, Klappische usw, ohne Kissen.  
 Anordnung der Zündquelle zwischen den Sitzreihen [Bild 1].

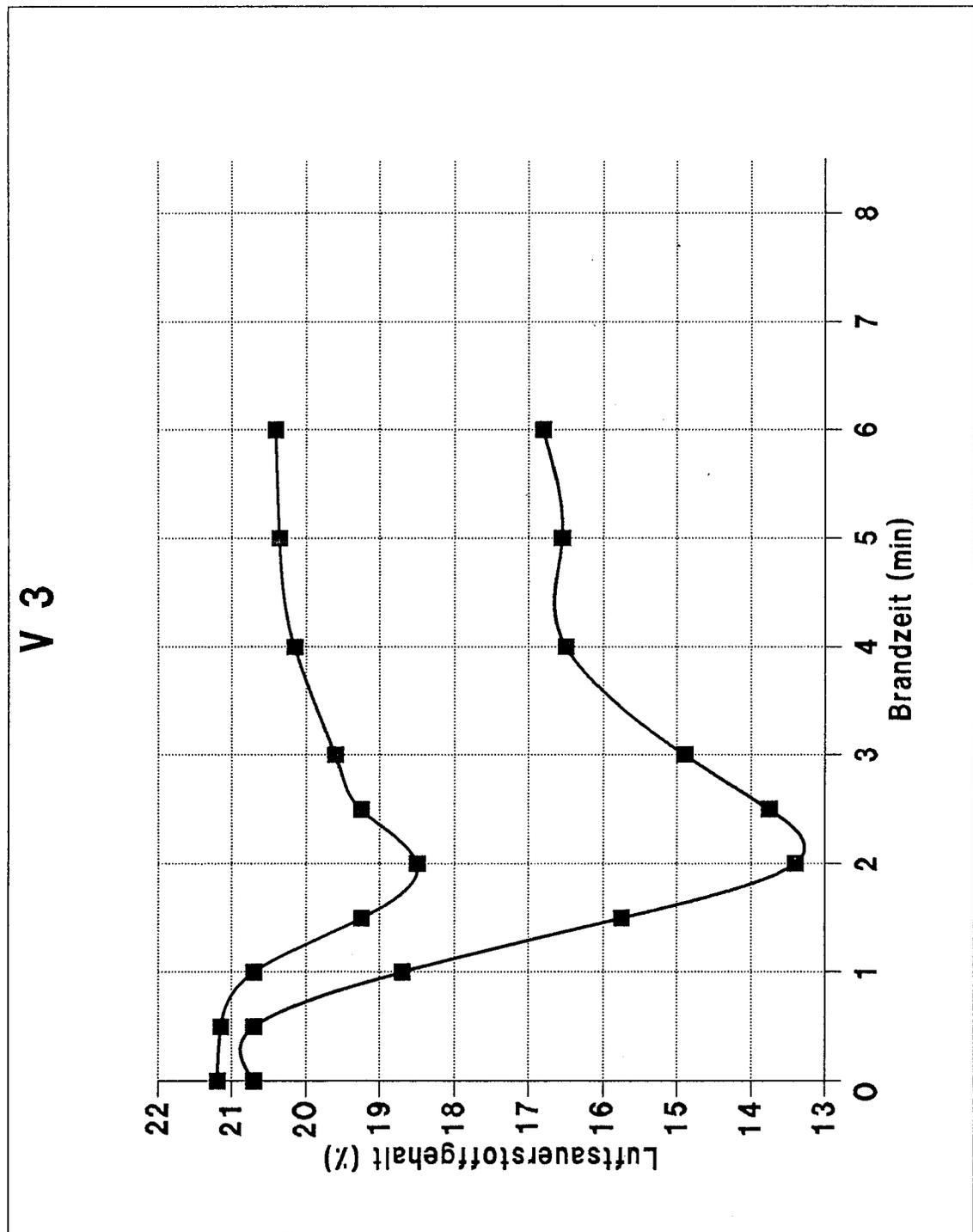


Bild 14 Zeitlicher Verlauf der O<sub>2</sub>-Konzentration im Komponentenversuchsstand während des Brandes. Versuch 3: 2 Sitzreihen. Sitze mit Kunststoffverkleidungen, Klappische usw., ohne Kissen. Anordnung der Zündquelle zwischen den Sitzreihen [Bild 1].

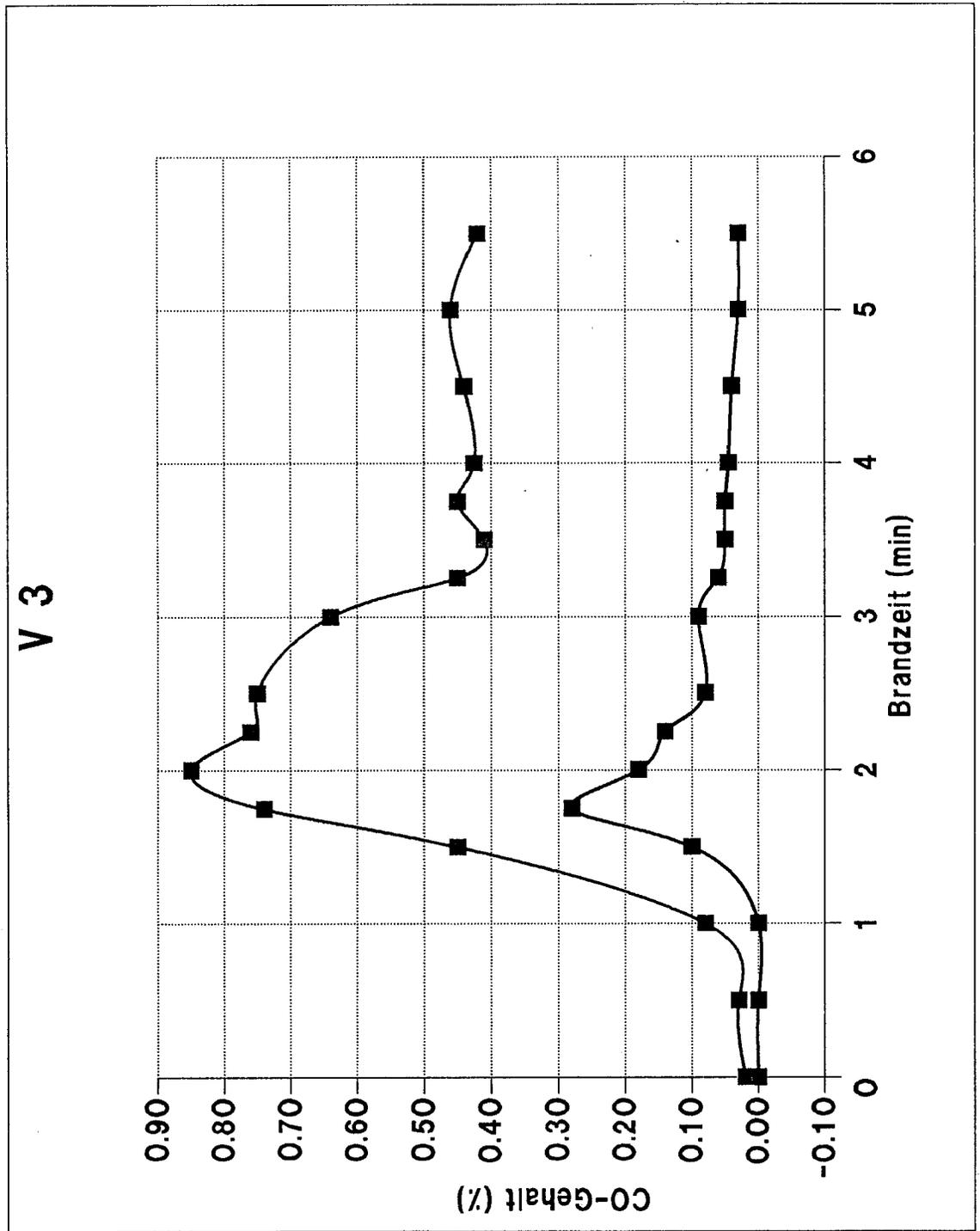


Bild 15 Zeitlicher Verlauf der CO-Konzentration im Komponentenversuchsstand während des Brandes. Versuch 3: 2 Sitzreihen. Sitze mit Kunststoffverkleidungen, Klappstische usw., ohne Kissen. Anordnung der Zündquelle zwischen den Sitzreihen [Bild 1].

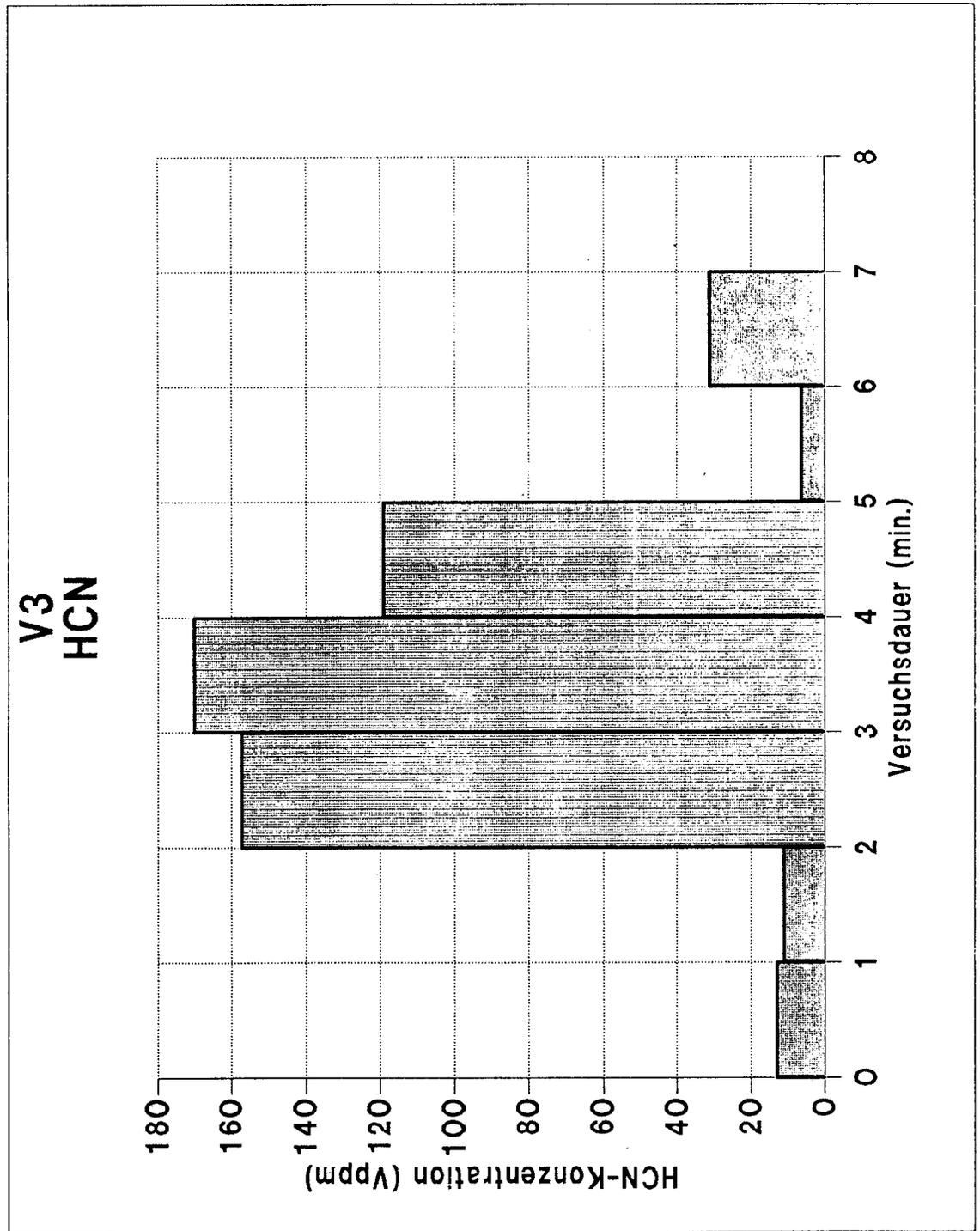


Bild 16 Zeitlicher Verlauf der HCN-Konzentration im Komponentenversuchsstand während des Brandes. Versuch 3: 2 Sitzreihen. Sitze mit Kunststoffverkleidungen, Klappische usw, ohne Kissen. Anordnung der Zündquelle zwischen den Sitzreihen [Bild 1].

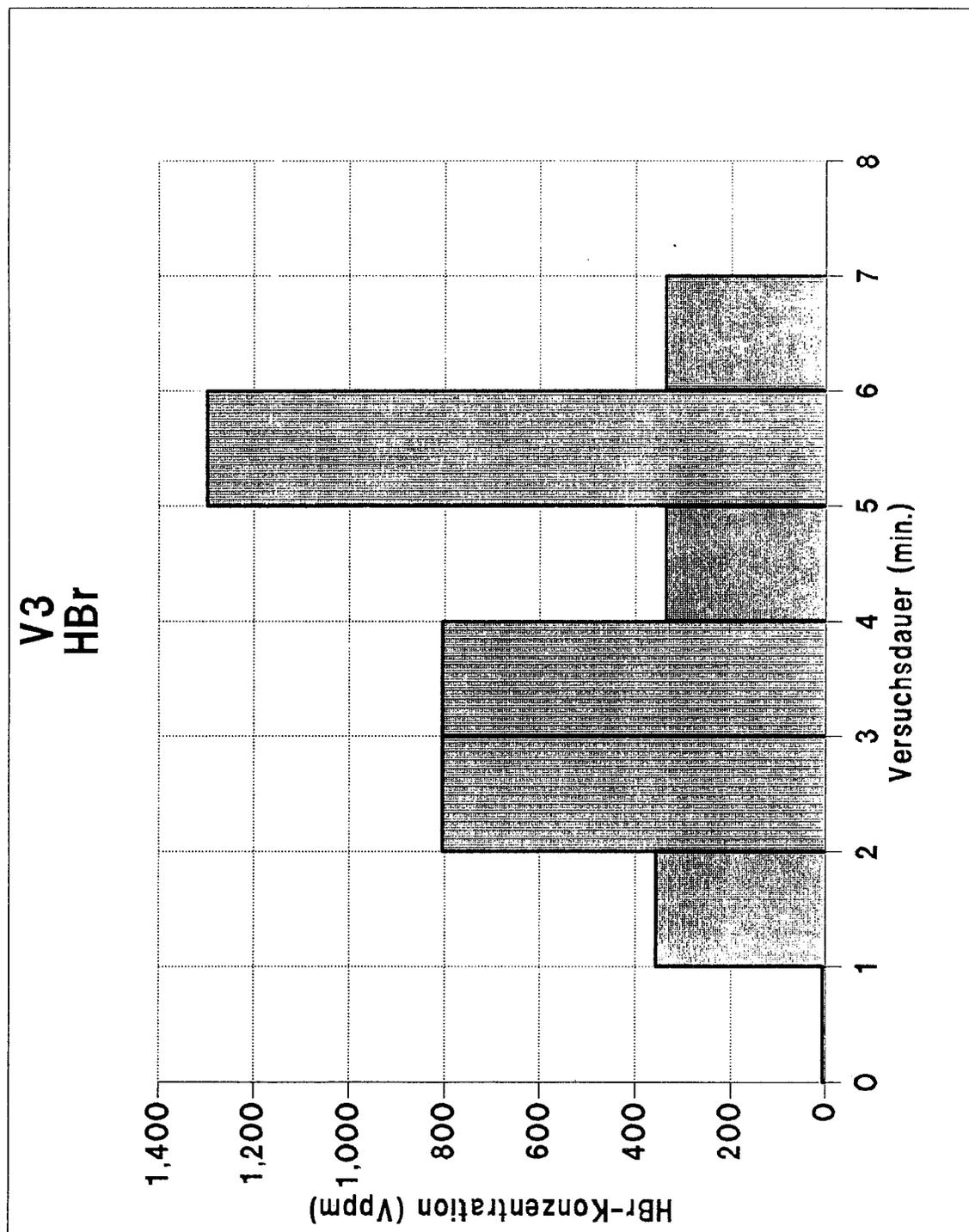


Bild 17 Zeitlicher Verlauf der HBr-Konzentration im Komponentenversuchsstand während des Brandes. Versuch 3: 2 Sitzreihen. Sitze mit Kunststoffverkleidungen, Klappische usw, ohne Kissen. Anordnung der Zündquelle zwischen den Sitzreihen [Bild 1].

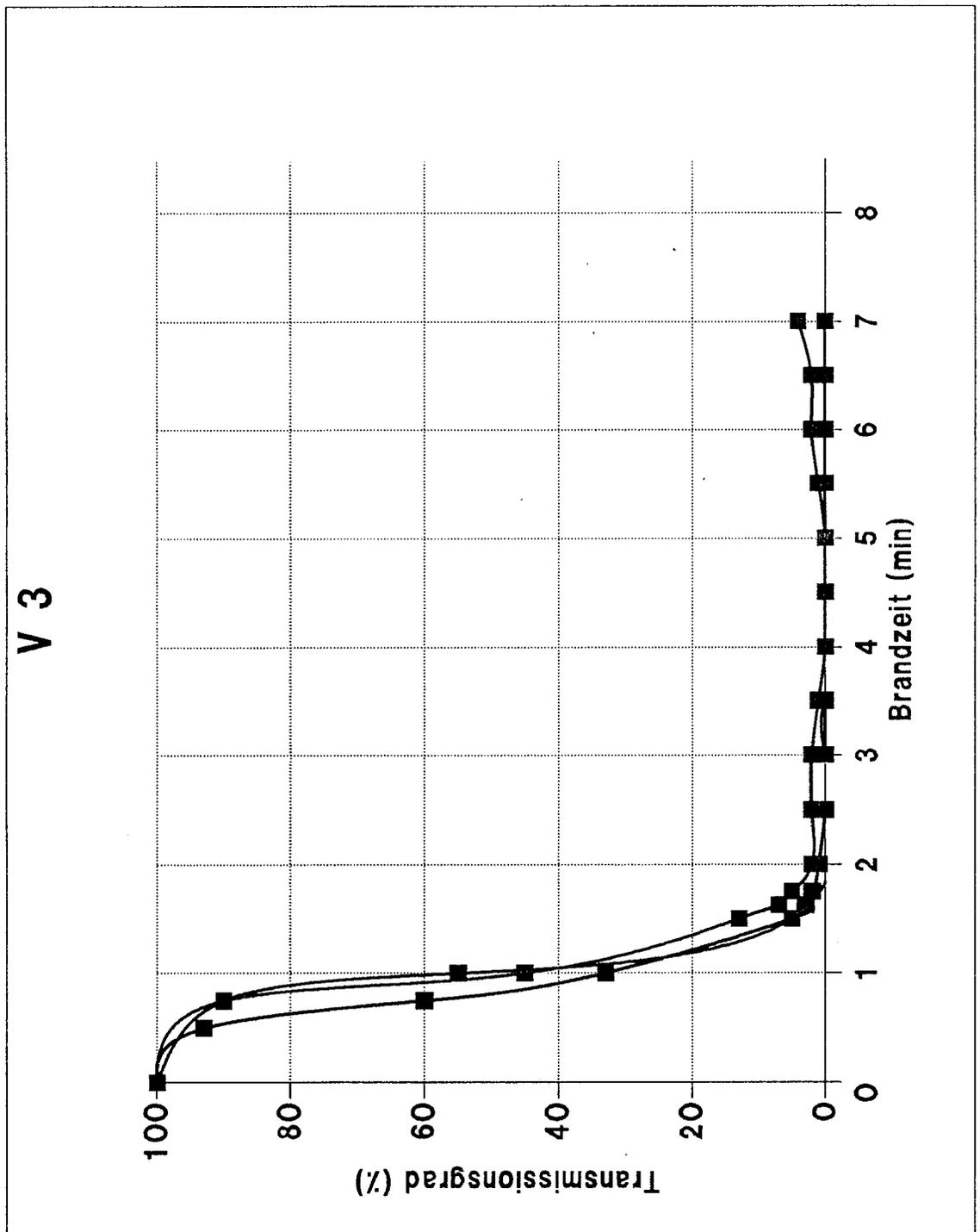


Bild 18 Zeitlicher Verlauf des Transmissionsgrades im Komponentenversuchsstand während des Brandes. Versuch 3: 2 Sitzreihen. Sitze mit Kunststoffverkleidungen, Klappische usw, ohne Kissen. Anordnung der Zündquelle zwischen den Sitzreihen [Bild 1].

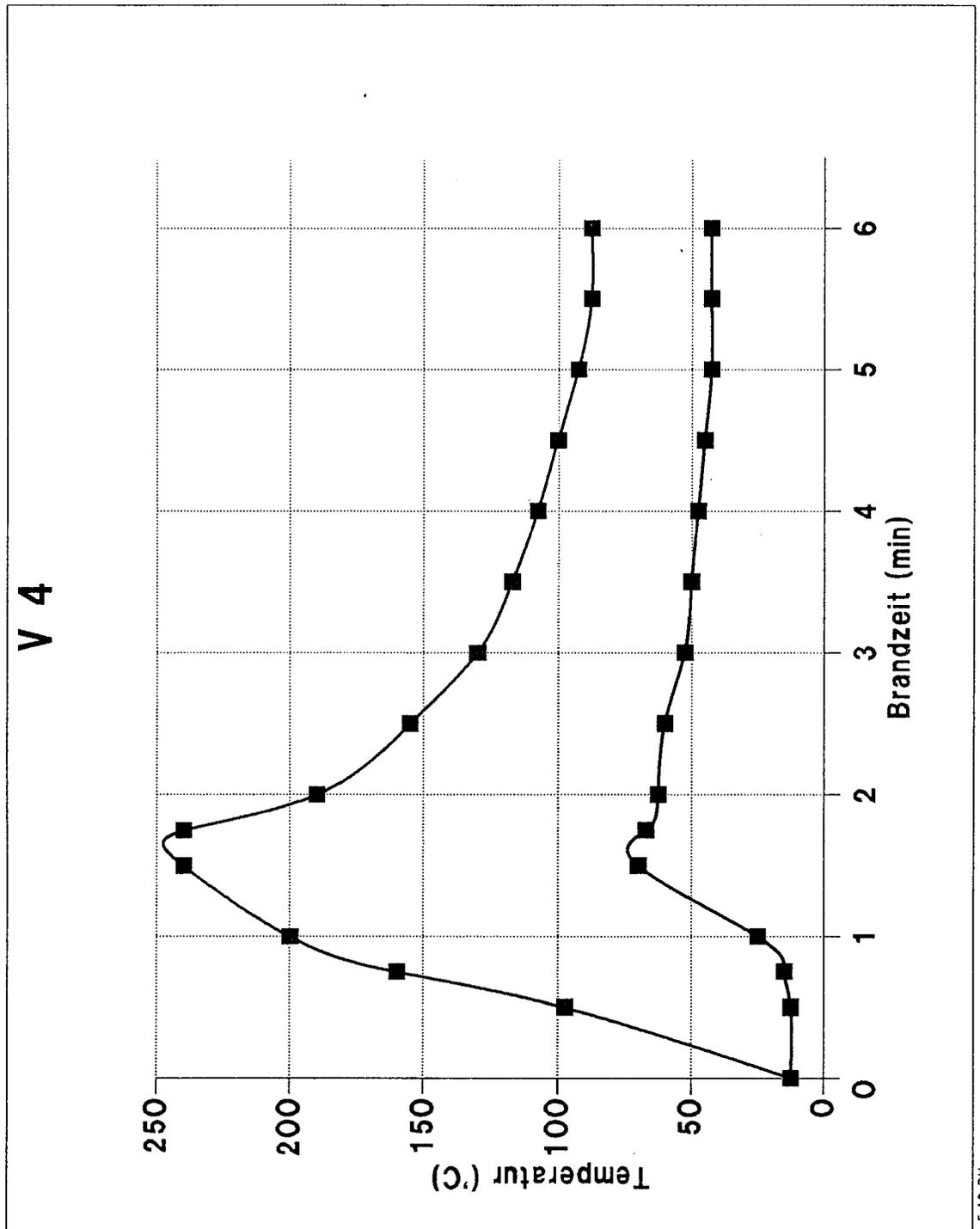


Bild 19 Zeitlicher Temperaturverlauf im Komponentenversuchsstand während des Brandes.  
 Versuch 4: 2 Sitzreihen komplett.  
 Zündquelle an der Stirnseite einer Sitzreihe [Bild 2].

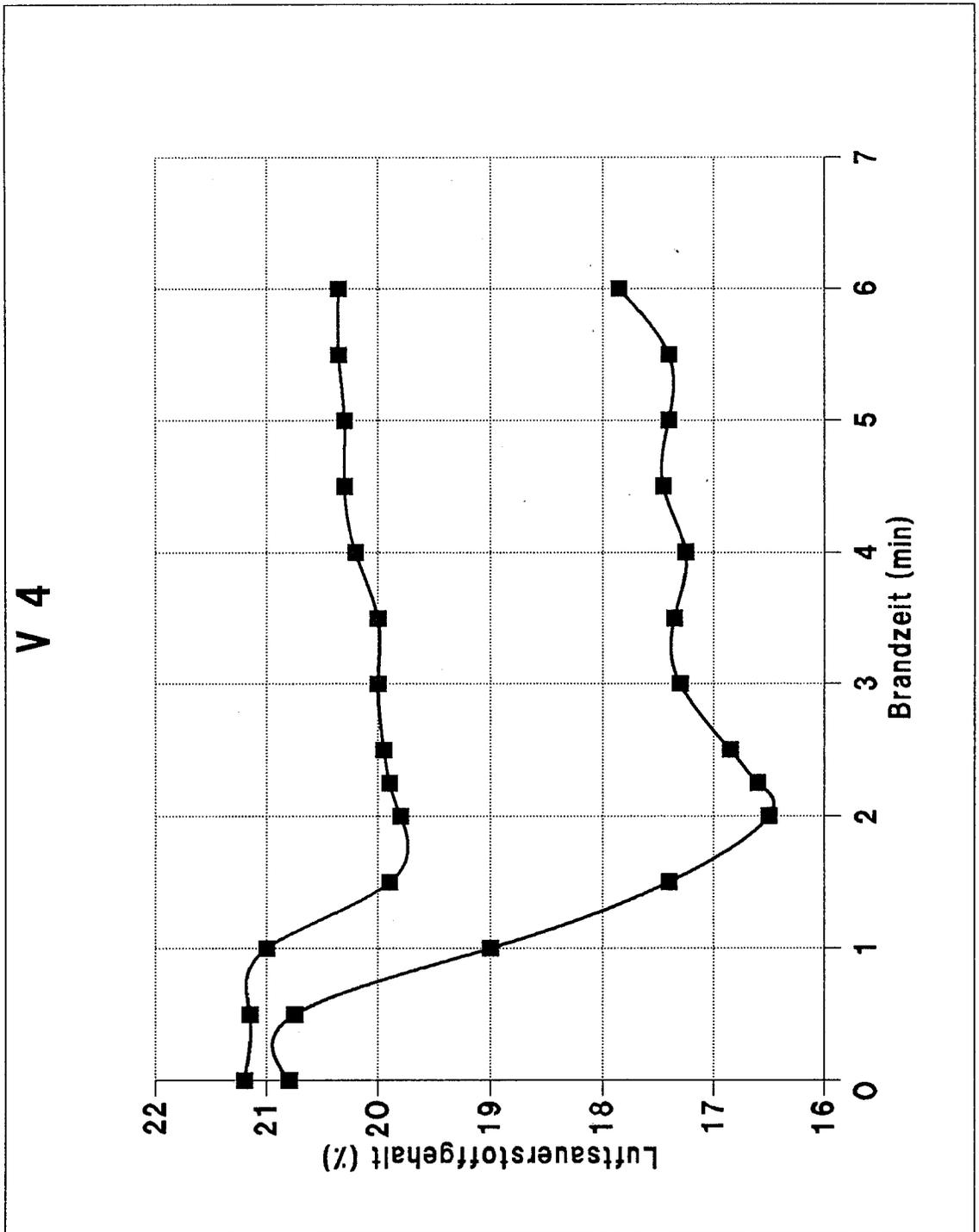


Bild 20 Zeitlicher Verlauf der O<sub>2</sub>-Konzentration im Komponentenversuchsstand während des Brandes. Versuch 4: 2 Sitzreihen komplett. Zündquelle an der Stirnseite einer Sitzreihe [Bild 2].

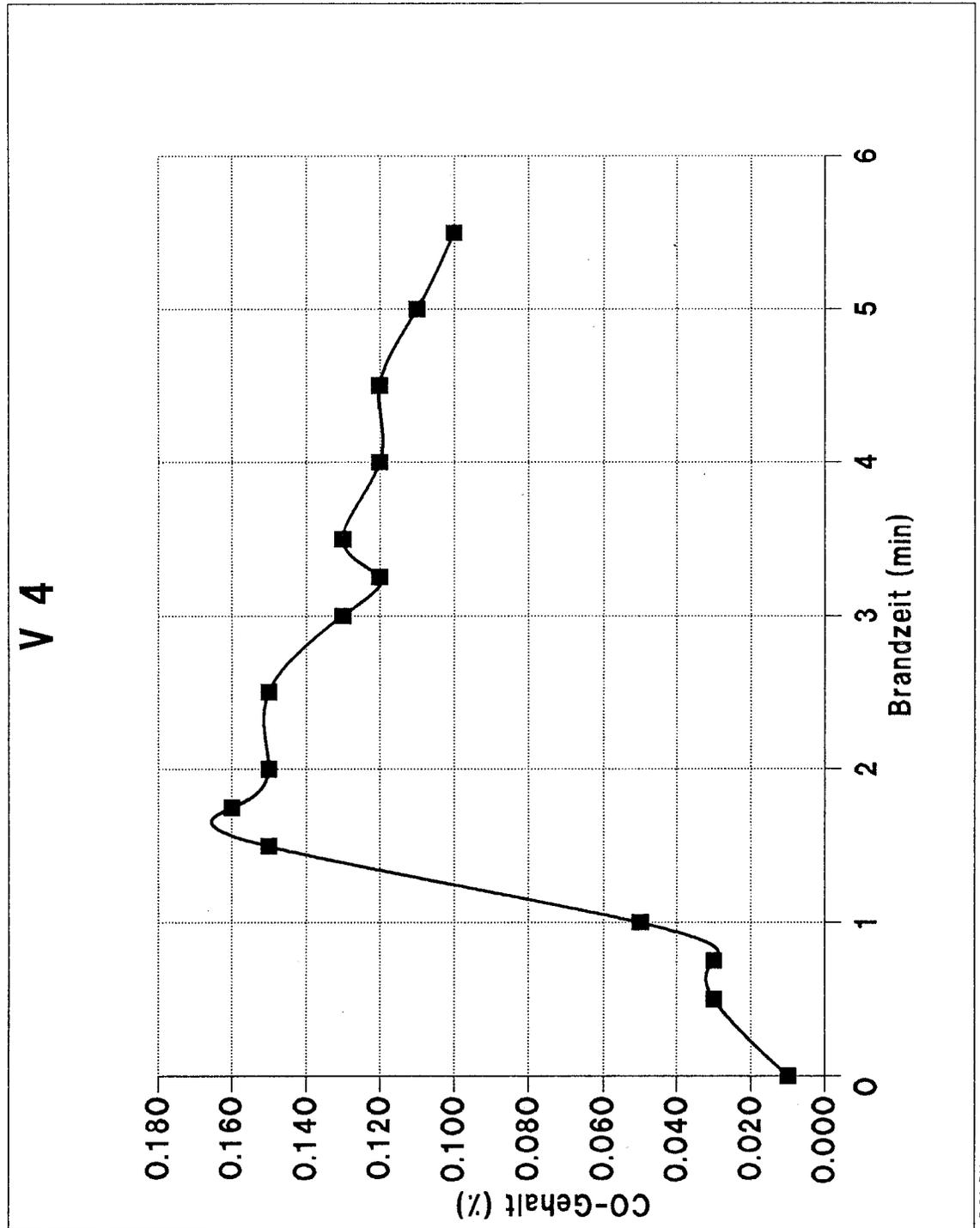


Bild 21 Zeitlicher Verlauf der CO-Konzentration im  
 Komponentenversuchsstand während des Brandes.  
 Versuch 4: 2 Sitzreihen komplett.  
 Zündquelle an der Stirnseite einer  
 Sitzreihe [Bild 2].

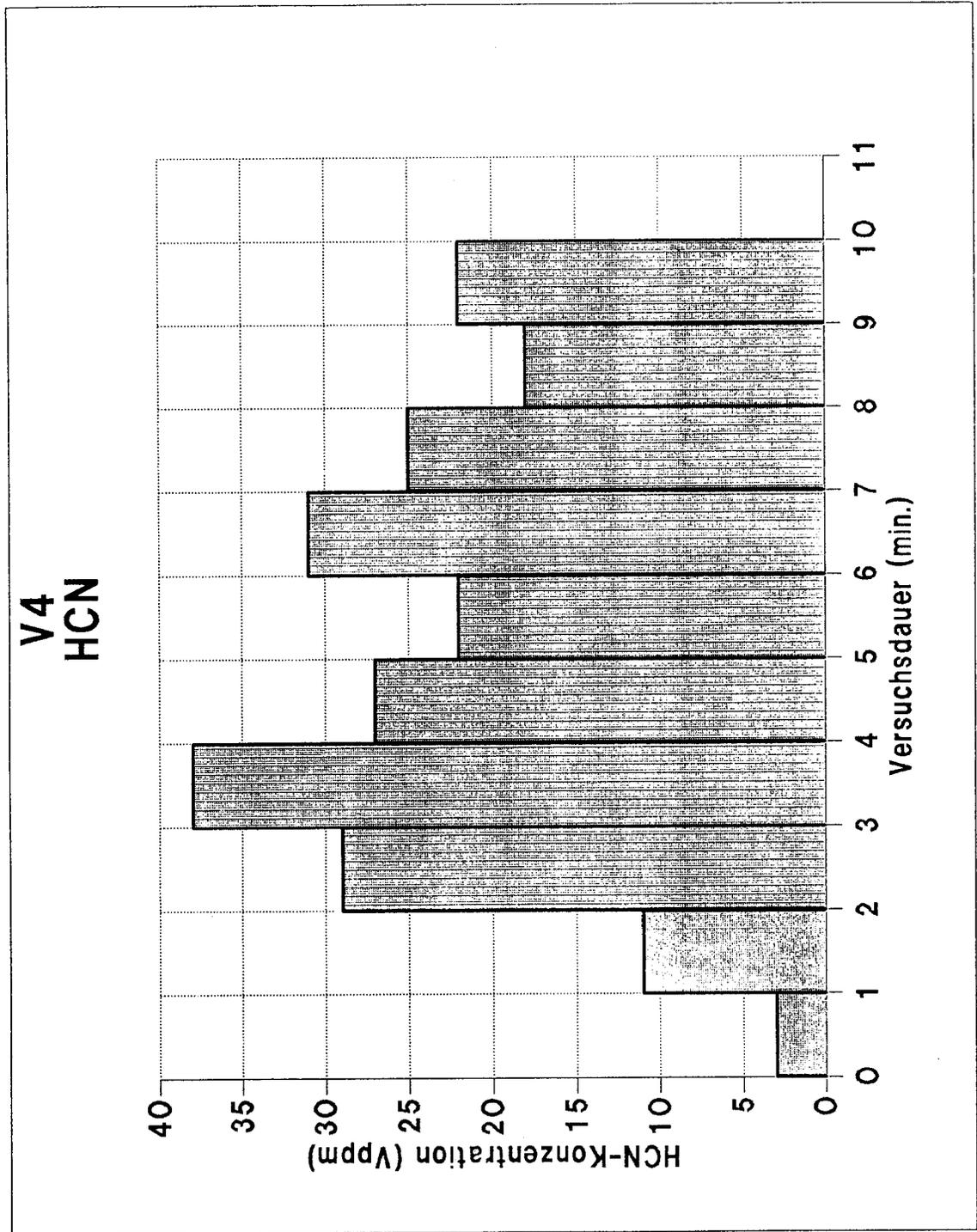


Bild 22 Zeitlicher Verlauf der HCN-Konzentration im Komponentenversuchsstand während des Brandes. Versuch 4: 2 Sitzreihen komplett. Zündquelle an der Stirnseite einer Sitzreihe [Bild 2].

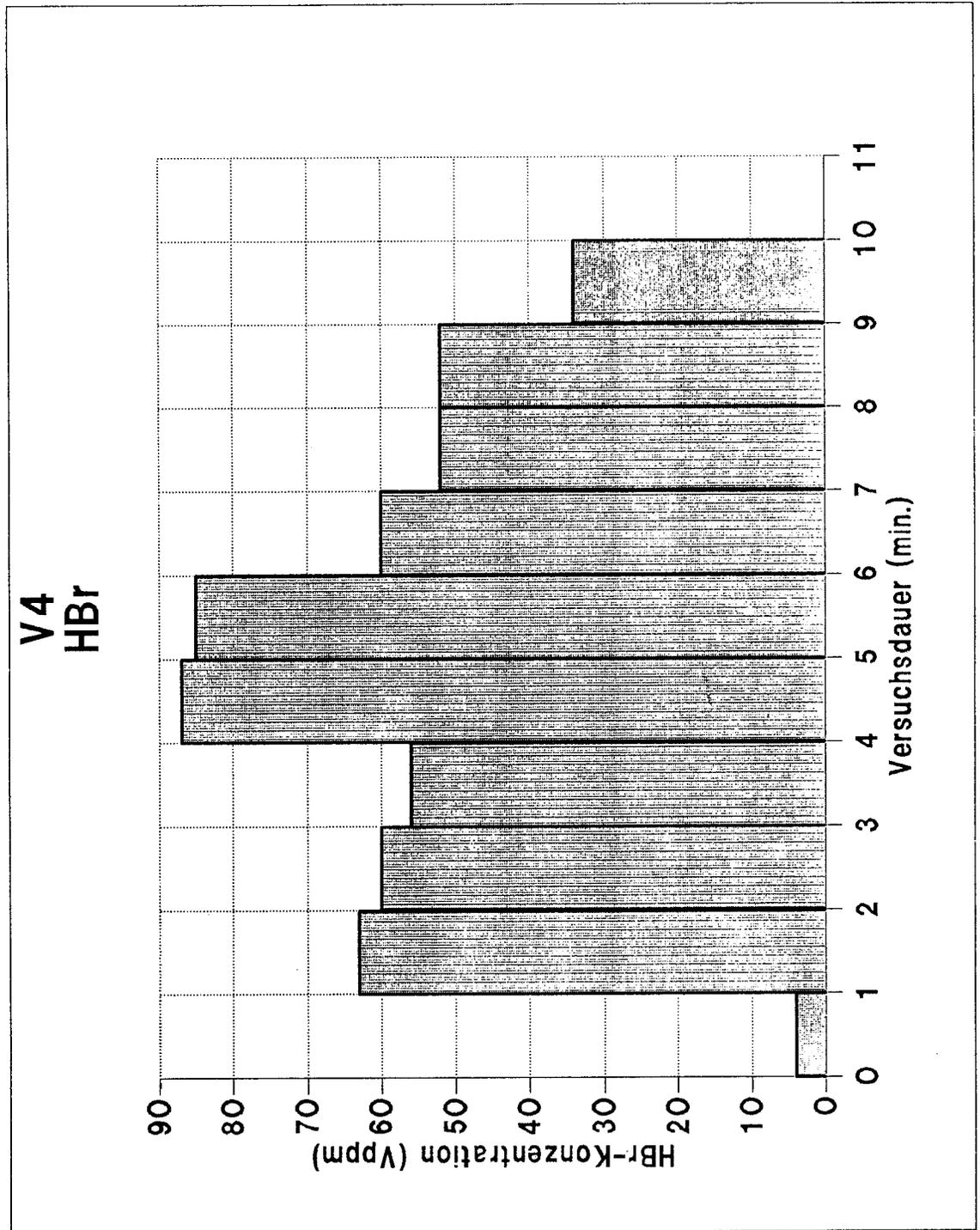


Bild 23 Zeitlicher Verlauf der HBr-Konzentration im Komponentenversuchsstand während des Brandes. Versuch 4: 2 Sitzreihen komplett. Zündquelle an der Stirnseite einer Sitzreihe [Bild 2].