

BRANDSCHUTZ - FORSCHUNG

DER BUNDESLÄNDER

BERICHTE

Brand- und Löschversuche mit gasförmigen Löschmitteln.

Teil 7: Vergleichende Untersuchung der Löschwirksamkeit von Kohlendioxid, Halon 1211 und Halon 1301 bei einem Entstehungsbrand mit festen und flüssigen Brandgütern.

45

ARBEITSGEMEINSCHAFT DER INNENMINISTERIEN DER BUNDESLÄNDER
ARBEITSKREIS V – UNTERAUSSCHUSS "FEUERWEHRANGELEGENHEITEN"

Arbeitsgemeinschaft der Innenministerien der Bundesländer
Arbeitskreis V - Unterausschuß "Feuerwehrangelegenheiten"

Forschungsbericht Nr. 45

Brand- und Löschversuche mit gasförmigen Lösch-
mitteln.

Teil 7: Vergleichende Untersuchung der Lösch-
wirksamkeit von Kohlendioxid, Halon 1211
und Halon 1301 bei einem Entstehungs-
brand mit festen und flüssigen Brand-
gütern.

von

Dipl.-Ing. Hermann Schatz

Forschungsstelle für Brandschutztechnik
an der Universität Karlsruhe (TH)

Karlsruhe

September 1981

FA.Nr.87(2/80)

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG	1
2. VERSUCHSANLAGE UND MESSEINRICHTUNG	2
3. VERSUCHSDURCHFÜHRUNG	3
4. VERSUCHSERGEBNISSE UND DISKUSSION	5
4.1. Temperaturmessung	5
4.2. Druckmessung	8
4.3. Gaskonzentrationsmessung	11
4.4. Konzentrationsmessung mit Prüfröhrchen	17
4.5. Optische Rauchdichte	18
5. ZUSAMMENFASSUNG	20
6. LITERATURVERZEICHNIS	22
7. TABELLEN UND BILDER	23

1. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG

Die zunehmende Anhäufung von brandgefährdeten Gebäuden und Einrichtungen führt dazu, daß die Feuerwehr oft nicht mehr in der Lage ist, Brände im Entstehungsstadium zu löschen. Sie muß sich häufig darauf beschränken, ein Übergreifen des Brandes auf benachbarte Gebäude zu verhindern.

Um die Zeit vom Ausbruch eines Brandes bis zum Eintreffen der Feuerwehr sinnvoll zu nutzen, werden stationäre Löschanlagen installiert, die nach Entdecken eines Brandes automatisch durch Detektoren oder auch manuell ausgelöst werden.

In Bereichen, in denen der Folgeschaden durch das Ablöschen mit Wasser ebenso groß wäre wie der Brandschaden selbst, werden in zunehmendem Maße gasförmige Löschmittel wie Kohlendioxid oder Halone eingesetzt, die keine unmittelbaren weiteren Schädigungen nach dem Löschmitteleinsatz verursachen.

In Fortführung der bisherigen Arbeiten /1/ wurden in dem vorliegenden Bericht Untersuchungen im Modellmaßstab durchgeführt. Bereits bei den vorangegangenen Versuchen zeigte sich, daß die Brand- und Löschvorgänge bei Versuchen im Modellmaßstab ähnlich wie bei Untersuchungen im natürlichen Maßstab ablaufen. Ziel dieser Untersuchungen war es, durch systematische Versuche festzustellen, inwieweit Brände mit flüssigen und festen Brandstoffen wie Spiritus, Heizöl und Polyurethan-Weichschaum sowie deren Ablöschung mit den Löschmitteln Kohlendioxid, Halon 1211 und Halon 1301 erfaßt werden können.

2. VERSUCHSANLAGE UND MESSEINRICHTUNG

Die Untersuchungen im Modellmaßstab werden in einem bereits früher errichteten Versuchsraum mit einer Grundfläche von 1,00 m x 1,20 m und einer Höhe von 1,20 m durchgeführt, was einem Raumvolumen von 1,45 m³ entspricht. Der Raum besteht aus einem Gerüst aus Winkelleisen, in das feuerbeständige Mineralfaserplatten mit einer Dicke von 15 mm eingesetzt sind. Unterhalb der Modellraumdecke befindet sich in einer Ecke ein Abzug, der durch eine Klappe verschlossen werden kann. In der Mitte des Modellraumes ist im Boden eine verschließbare Öffnung mit einem Durchmesser von 11 cm angeordnet, durch die die zur Verbrennung notwendige Frischluft angesaugt werden kann. Durch eine Sichtscheibe der Größe 60 cm x 70 cm in einer Seitenwand kann das Brandgeschehen und der Löschvorgang beobachtet werden. Die Scheibe hält einer Temperatur von mehr als 400 °C stand. Durch eine verschließbare Öffnung der Größe 80 cm x 80 cm in der Frontscheibe kann innerhalb des Raumes gearbeitet werden (Bild 1).

Die Abbrandmessung wird mit einer Balkenwaage durchgeführt, wobei auf einer Seite das Brandgut, auf der anderen Seite ein Gegengewicht angeordnet ist, das auf einer elektrischen Waage aufliegt. Auf diese Weise kann eine Massenänderung infolge Abbrand direkt bestimmt werden (Bild 1).

Zur Messung der örtlichen Temperaturen im Versuchsraum im Modellmaßstab werden an 14 Meßstellen Mantel-Thermoelemente aus Chromel-Alumel mit einem Durchmesser von 1 mm verwendet. In Bild 2 ist die Anordnung der Meßstellen zu erkennen.

Im Versuchsraum im Modellmaßstab treten wie im Versuchsraum natürlicher Größe durch Temperatur- und Dichteunterschiede unterschiedliche Druckverhältnisse auf. Diese werden an Meßstellen in 5 Raumhöhen mit Druckaufnehmern aufgenommen.

Die optische Rauchdichte wird über eine Meßstrecke bestimmt, deren Anordnung in Bild 2 eingetragen ist. Sie dient als Maß für die Sichtverhältnisse während der gesamten Versuchsdauer.

Die Gaskonzentrationsmessung wird bei den Untersuchungen sowohl kontinuierlich als auch diskontinuierlich vorgenommen. Bei den kontinuierlichen Gaskonzentrationsmessungen werden die Analysengeräte der Typen Uras, Magnos und Binos eingesetzt. Die diskontinuierliche Probenentnahme wird mit evakuierten Gassammelrohren durchgeführt. Die abgesaugten Gase werden anschließend mit einem Gaschromatographen analysiert. Die Notwendigkeit der Einzelanalyse ergibt sich daraus, daß an verschiedenen Raumstellen gleichzeitig Proben entnommen werden, um die Gaszusammensetzung im gesamten Versuchsraum bestimmen zu können. Die Lage der Absaugesonden kann aus Bild 2 entnommen werden.

Das Löschmittel wird aus einer Vorratsflasche entnommen und über eine Löschdüse in der Mitte der Decke in den Versuchsraum eingegeben (Bild 2). Mit Hilfe eines pneumatischen Antriebes, der über ein Magnetventil und ein Zeitrelais gesteuert wird, wird die Zuleitung geöffnet bzw. geschlossen. Die Löschmittelmenge wird durch Wiegen der Druckflasche bestimmt.

3. VERSUCHSDURCHFÜHRUNG

In der vorliegenden Arbeit wurden insgesamt 18 Versuche durchgeführt. Mit den gasförmigen Löschmitteln Kohlendioxid, Halon 1211 und Halon 1301 wurden jeweils 6 Versuche durchgeführt. Tabelle 1 zeigt die wichtigsten Daten sämtlicher 18 Versuche. Es sind jeweils neben dem Löschmittel der Rauminhalt, das Brandgut, die Brandlast, die Brandlast je m^3 Raum, der Abbrand bei Löschbeginn in g und in Gew.-%, der Zeitpunkt des Löschbeginns, die Flutungszeit, die eingesetzte Löschmittelmenge, die Löschmittelmenge je m^3 Raum sowie die berechnete mittlere Löschmittelkonzentration im Versuchsraum eingetragen.

Als Brandgut wurden unpräparierter Polyurethan-Weichschaumstoff sowie die flüssigen Brandstoffe Brennspritus und Heizöl verwendet. Wie aus den Richtlinien für automatische Brandmeldeanlagen vom Verband der Sachversicherer (VdS) /2/ zu ersehen ist, wurden diese 3 Stoffe bei Testbränden verwendet. Dabei werden der PU-Weichschaum als Brandart B3 (Kunststoffbrand), Heizöl als Brandart B4 (Flüssigkeitsbrand mit starker Rauchentwicklung) und Brennspritus als Brandart B5 (Flüssigkeitsbrand mit starker Wärmeentwicklung) bezeichnet.

Um einen Entstehungsbrand zu simulieren, der in der Regel nur auf einen eng begrenzten Raum beschränkt ist, wurde das Brandgut bei jedem Versuch jeweils in der Mitte des Versuchsraumes angeordnet. Die Zündwanne hatte die Abmessungen 20 cm x 20 cm. Diese Größe der Zündwanne ermöglichte es, bei den flüssigen Brandstoffen die Vorbrennzeit bzw. den Abbrand wie bei den Versuchen mit Holzkrippen festzulegen /1/. So konnten in etwa ähnliche Temperaturverhältnisse im Versuchsraum erreicht werden.

Die Zündung von Brennspritus konnte direkt durchgeführt werden, während das Heizöl zunächst mit ca. 10 ml Brennspritus übergossen wurde und anschließend erst gezündet werden konnte. Der Kunststoff Polyurethan-Weichschaum wurde als Block mit 5 Matten übereinander aufgeschichtet, sodaß er die Abmessungen 20 cm x 20 cm x 10 cm aufwies. Er wurde ähnlich wie die Holzkrippen bei früheren Versuchen durch eine unter der Mitte des Kunststoffes stehende Zündwanne mit 5 ml Brennspritus gezündet.

Der Löschmitteleinsatz erfolgte bei den Flüssigkeitsbränden wie bei den Holzkrippen nach einem Abbrand von ca. 75 g des Brandstoffes, was ca. 20 Gew.-% entspricht. Dagegen erfolgte beim Polyurethan-Weichschaum der Löschmitteleinsatz nach einem Abbrand von ca. 75 % der Masse. Hier mußte ein höherer Abbrand gewählt werden, da Polyurethan-Weichschaum schnell abbrennt.

Im Versuchsraum wurde bei Löschbeginn die Öffnung im Boden und die Klappe im Abzug geschlossen, um zu vermeiden, daß das gasförmige Löschmittel aus dem Versuchsraum entweichen konnte.

Als Löschmittel wurde Kohlendioxid bei Raumtemperatur mit einem Druck im Behälter von ca. 56 bar eingesetzt. Die Halone, die nur einen geringen Eigendruck in ihren Lagerbehältern besitzen, wurden mit einem Druckpolster versehen. Bei Halon 1211 wurde mit Stickstoff ein Überdruck von ca. 15 bar und bei Halon 1301 ein Überdruck von ca. 25 bar aufgebracht.

Das Löschmittel Kohlendioxid wurde in Konzentrationen von ca. 30 Vol.-% und ca. 15 Vol.-% eingesetzt; die Konzentrationen der beiden Löschmittel Halon 1211 und Halon 1301 lagen bei ca. 5 Vol.-% bzw. ca. 3 Vol.-% (Tabelle 1).

4. VERSUCHSERGEBNISSE UND DISKUSSION

4.1. Temperaturmessung

Die Bilder 3 und 4 zeigen als Beispiel den zeitlichen Verlauf der örtlichen Temperaturen an den Meßstellen T1 bis T14 (siehe Bild 2), wobei für jeden Brandstoff (Spiritus, Heizöl, PU-Weichschaum), um den Temperaturverlauf vor dem Löscheinsatz aufzuzeigen, jeweils ein repräsentativer Versuch dargestellt ist.

Beim Zünden der flüssigen Brandstoffe Spiritus und Heizöl steigen die Temperaturen an allen Meßstellen sofort an. In der Flammenzone an der Meßstelle T2 erreicht die Temperatur mit ca. 800 °C ihren höchsten Wert, während an der Meßstelle T1 über der Flüssigkeit nur 500 °C bis 600 °C angezeigt werden. An den über der Flamme liegenden Meßstellen T3, T4 und T5 liegen die Temperaturen zwischen 500 °C und 200 °C. In der Ecke des Raumes an den Meßstellen T6 bis T9 und in der Mitte der Rückwand an den Meßstellen T10 bis T13 nehmen die Temperaturen von unten nach oben zu und erreichen mit 160 °C bis 180 °C ihre Maximalwerte.

An der Meßstelle T14 wird vor dem Löscheinsatz, d.h. bei geöffneter Klappe, eine Temperatur von ca. 150 °C gemessen. Dies bedeutet, daß die heißen Rauchgase in Raummitte bis zur Decke strömen und sich dort ausbreiten, bevor sie durch den Abzug austreten.

Da Heizöl mit einer geringen Menge Spiritus von 10 ml gezündet wird, ist zunächst an den Meßstellen T1 und T2 ein Peak erkennbar, der vom Verbrennen des Spiritus herrührt (Bild 3). Das anschließende Zünden des Heizöls ist optisch am Umschlagen der Flammenfärbung zu erkennen. Dieser Zeitpunkt wird gewählt, um die Branddauer des Heizöls bis zum Löschmitteleinsatz festzulegen, die wie im Falle von Spiritus 3,25 min beträgt.

Durch die Art der Zündung des PU-Weichschaumstoffes unter der Mitte des Blockes wird zunächst nur das Thermoelement an der Meßstelle T1 erfaßt, das eine Temperatur von max. 400 °C anzeigt. Die Temperatur an der Meßstelle T2 steigt erst an, wenn die Flammen, die zwar sofort an den unteren Kanten des Blockes hervorschlagen, bis zur Mitte des Blockes vorgedrungen sind. An der Meßstelle T2 werden dann Temperaturen bis zu 800 °C erreicht. Wie aus den Bildern weiterhin zu ersehen ist, sind die Temperaturen an den Meßstellen T3, T4 und T5 ähnlich hoch wie bei den Versuchen mit Spiritus und Heizöl. Die Temperaturen an den Meßstellen T6 bis T9 in der Ecke, T10 bis T13 an der Wand und T14 im Abzug liegen niedriger. Dies ist damit zu erklären, daß PU-Weichschlamm einen niedrigeren Heizwert als Spiritus und Heizöl besitzt und dadurch der freigesetzte Wärmestrom geringer ist. Außerdem wird durch die kurze Vorbrennzeit, bedingt durch das schnelle Abbrennen des Kunststoffes, der Raum weniger erwärmt.

Beim Abbrennen von Holzkrippen als Brandgut, wie sie bei früheren Untersuchungen verwendet wurden /1/, treten an den in der Mitte des Raumes gelegenen Meßstellen T1 bis T5 höhere Temperaturen auf, da die Holzkrippen durch ihren geometrischen Aufbau im Gegensatz zu den Flüssigkeiten einen geringeren Abstand zu

den Meßstellen haben und im Unterschied zum PU-Weichschaumstoff zuerst in der Mitte durch die inneren Kanäle abbrennen. Außerdem ist die Flammenlänge etwas größer.

Bei den flüssigen Brandstoffen Spiritus und Heizöl wird nach einer Branddauer von 3,25 min der Löschvorgang eingeleitet, beim Kunststoff wegen des unterschiedlichen Abbrandes nach einer Branddauer zwischen 0,6 min und 1,1 min (Tabelle 1). Die Eingabe des Löschmittels hat jeweils einen starken Temperaturabfall an allen Meßstellen zur Folge.

Die Bilder 5 und 6 zeigen den Temperaturabfall an den Meßstellen T1 und T2 nach dem Löschmitteleinsatz in Abhängigkeit von der Zeit und von der Art und Menge der eingesetzten Löschmittel. Der Zeitpunkt des Löschbeginns ist auf den Nullpunkt der Zeitachse gelegt.

Die Darstellung der Temperaturverläufe ist so angeordnet, daß in horizontaler Richtung jeweils Versuche mit gleichem Brandstoff und in vertikaler Richtung jeweils mit gleichem Löschmittel zu finden sind. Die Art des Löschmittels und die rechnerisch ermittelte Löschmittelkonzentration ist jeweils eingetragen.

Bei Verwendung von Kohlendioxid als Löschmittel ist die Wirkung der eingesetzten Löschmittelmenge am deutlichsten zu erkennen (Bilder 5 und 6). Je größer die eingesetzte Löschmittelmenge ist, desto steiler ist der Temperaturabfall, d.h. eine größere Menge Kohlendioxid greift schneller in den Verbrennungsablauf aufgrund des Stickeffekts ein und kühlt die Umgebung stärker ab als dies bei kleineren Löschmittelmengen der Fall ist. An der Meßstelle T1 ist nach dem Löschmitteleinsatz von Kohlendioxid beim Brandgut PU-Weichschaum kein Unterschied im Temperaturabfall zu erkennen (Bild 5). Da die Meßstelle T1 durch den PU-Weichschaum abgeschirmt ist, wird sie beim Einsatz höherer Konzentrationen nicht derart wie die Meßstelle T2 abgekühlt (Bild 6).

Beim Einsatz von Halon 1211 und Halon 1301 als Löschmittel ist bei allen 3 Brandstoffen kein oder nur ein sehr geringer Unterschied im Temperaturabfall in Abhängigkeit von der Löschmittelmenge zu erkennen. Eine Ausnahme bildet wiederum die Meßstelle T1 beim Brandversuch mit PU-Weichschaum. Bei allen Versuchen liegen die gemessenen Temperaturen 10 min nach Löschbeginn unter 40 °C.

Beim Vergleich der Temperaturverläufe dieser Versuche mit denen, die bei Holzkrippen als Brandgut ermittelt wurden /1/, kann festgestellt werden, daß nicht so sehr die Art des Brandstoffes, sondern vielmehr die Art und Menge des eingesetzten Löschmittels Unterschiede im Temperaturabfall hervorrufen. Es wird jedoch auf das langsamere Abnehmen der Temperaturen an der Meßstelle T1 bei den Untersuchungen mit Holzkrippen hingewiesen, was auf die Glutbildung des Holzes zurückzuführen ist.

4.2. Druckmessung

Wie bereits bei den Untersuchungen mit Holzkrippen als Brandgut /1/, wurden auch bei diesen Versuchen während des Brandes und des Löscheinsatzes die Druckverhältnisse im Versuchsraum bestimmt. In den Bildern 7 bis 9 ist der zeitliche Verlauf der örtlichen Druckdifferenzen zwischen Brandraum und Umgebung an der unteren Meßstelle D1 und der oberen Meßstelle D5 mit Hilfe einer Datenerfassungsanlage aufgezeichnet. Bei Versuchsbeginn herrscht innerhalb und außerhalb des Versuchsraumes der gleiche Druck, d.h. die Druckaufnehmer zeigen den Wert Null an. Die Druckdifferenzen an den Meßstellen D2 bis D4 sind nicht aufgeführt. Sie liegen jeweils zwischen den an den Meßstellen D1 und D5 gemessenen Druckdifferenzen.

Bild 7 zeigt die Druckverhältnisse mit Kohlendioxid als Löschmittel, Bild 8 die mit Halon 1211 und Bild 9 die mit Halon 1301. Die einzelnen Diagramme auf jedem Bild sind so angeordnet, daß in horizontaler Richtung jeweils das gleiche Brandgut eingetragen ist, wobei jeweils 2 Diagramme (D1 und D5) zu einem Ver-

such mit gleicher Löschmittelkonzentration gehören. In vertikaler Richtung variieren die 3 Brandstoffe und die Meßstelle bleibt gleich. Auf diese Weise können die Druckverläufe gut miteinander verglichen werden. Es wird aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet, Drücke von mehr als ± 10 Pa aufzutragen. Während des Löscheinsatzes können jedoch Druckspitzen bis zu 50 Pa auftreten.

Vor dem Löschmitteleinsatz herrscht bei allen Brandversuchen mit den flüssigen Brandstoffen Spiritus und Heizöl in Bodennähe an der Meßstelle D1 ein stärkerer Unterdruck als in Dekkennähe an der Meßstelle D5 (Bilder 7 bis 9). Die früheren Untersuchungen mit Holzkrippen als Brandgut zeigen im Vergleich dazu an der Meßstelle D1 weniger Unterdruck und an der Meßstelle D5 sogar einen geringen Überdruck /1/. Dies ist damit zu erklären, daß die gleiche Menge an Holz einen geringeren Luftbedarf für die Verbrennung hat und daher die Rauchgasmenge kleiner ist, so daß die im Boden des Versuchsraumes vorhandene Öffnung ausreicht. Beim Verbrennen der Flüssigkeiten wird eine größere Rauchgasmenge frei, die einen größeren Auftrieb und damit verbunden einen größeren Unterdruck verursacht. Daraus ist zu schließen, daß beim Verbrennen der Flüssigkeiten aufgrund des hohen Unterdruckes in Bodennähe bei einer größeren Öffnung mehr Frischluft aus der Umgebung angesaugt werden könnte, als die, die durch die vorhandene Öffnung im Boden eintritt. Die Abgase treten durch den Abzug in der oberen Ecke aus (siehe Bild 1). Beim Abbrennen von PU-Weichschaumstoff ist im gesamten Versuchsraum vor dem Löscheinsatz nur ein geringer Unterdruck vorhanden.

Der beim Eingeben des Löschmittels auftretende Druck wird durch die Datenerfassungsanlage sowohl als positive als auch als negative Druckspitze registriert, was auf die Abtastfrequenz der Anlage zurückzuführen ist.

Nach dem Löschmitteleinsatz haben sich die Druckverhältnisse im Versuchsraum geändert. Direkt nach der Eingabe des Löschmittels

Kohlendioxid in größeren Mengen (ca. 30 Vol.-%) auf die Brandgüter Spiritus, Heizöl und PU-Weichschaum fällt der Druck im Versuchsraum von hohen positiven Werten her ab. Dagegen steigt der Druck beim Einsatz kleinerer Mengen des Löschmittels Kohlendioxid (ca. 15 Vol.-%) sowie Halon 1211 und Halon 1301 in den hier verwendeten Konzentrationen von ca. 5 Vol.-% und ca. 3 Vol.-% immer von hohen negativen Werten her an. Dies bedeutet, daß der Einsatz von größeren Löschmittelmengen mit hoher Dichte eine so große Druckänderung hervorruft, daß die Druckdifferenz (Brandraum-Umgebung) kurzzeitig hohe positive Werte annimmt. Der Einsatz kleinerer Löschmittelmengen dagegen bewirkt keine Umkehr der vor dem Löschmitteleinsatz vorhandenen Unterdrücke.

Kurze Zeit später haben sich die hohen Unter- bzw. Überdrücke abgebaut. Zu diesem Zeitpunkt ist bei allen Versuchen der Druck umso geringer, je höher die Meßstelle im Versuchsraum angeordnet ist, d.h. es liegt ein Druckgefälle von unten nach oben vor. Auf den Bildern 7 bis 9 ist zu erkennen, daß durch die Eingabe des gasförmigen Löschmittels und seinem Absinken im Versuchsraum aufgrund seiner höheren Dichte an der Meßstelle D1 in Bodennähe jeweils ein höherer Druck herrscht als an der Meßstelle D5 in Deckennähe. Der Betrag des Druckwertes hängt dabei jeweils von der Art und Menge des Löschmittels ab. Durch den Unterdruck in Deckennähe tritt Luft in den Versuchsraum ein, während bei Überdruck in Bodennähe Löschmittel aus dem Versuchsraum austreten kann.

Die Versuche mit höheren Löschmittelmengen von ca. 30 Vol.-% Kohlendioxid (Bild 7) weisen unabhängig vom Brandgut in der Höhe (D1 zu D5) Druckunterschiede von 2 Pa bis 3 Pa auf, während nach dem Einsatz von ca. 15 Vol.-% Kohlendioxid (Bild 7) wiederum unabhängig vom Brandgut in der Höhe (D1 zu D5) nur Druckunterschiede von ca. 1 Pa vorliegen, d.h. daß bei einer geringeren Menge Kohlendioxid die von oben nach unten gerichtete Strömung weniger ausgeprägt ist als beim Einsatz größerer Mengen Kohlendioxid.

Die Drücke nehmen beim Einsatz von ca. 30 Vol.-% Kohlendioxid in Abhängigkeit vom Brandgut in der Reihenfolge Spiritus, Heizöl und PU-Weichschaum im gesamten Versuchsraum ab. Dies kann beim Einsatz von ca. 15 Vol.-% Kohlendioxid nicht mehr festgestellt werden. Die neutrale Druckzone nach dem Löscheinsatz liegt bei Spiritus und Heizöl in einer Höhe von 0,20 m bis 0,30 m. Bei PU-Weichschaum herrscht nach dem Löscheinsatz im gesamten Versuchsraum ein leichter Unterdruck.

Nach dem Einsatz des Löschmittels Halon 1211 (Bild 8) sind die jeweiligen Drücke an den Meßstellen D1 und D5 bei den flüssigen Brandstoffen etwa gleich. Der Druckunterschied von D1 zu D5 beträgt beim Einsatz von ca. 5 Vol.-% Halon 1211 etwa 2,5 Pa und beim Einsatz von ca. 3 Vol.-% Halon 1211 zwischen 1 Pa und 1,5 Pa.

Die entsprechenden Druckunterschiede von D1 zu D5 liegen beim Einsatz von ca. 5 Vol.-% Halon 1301 (Bild 9) bei 1,5 bis 2 Pa und von ca. 3 Vol.-% Halon 1301 bei ca. 1 Pa, d.h. Halon 1301 sinkt im Versuchsraum weniger nach unten als Halon 1211, was auf die etwas geringere Dichte zurückzuführen ist.

Die neutrale Druckzone liegt beim Löschen von PU-Weichschaum ca. 0,40 m über dem Boden. Damit liegt beim gleichen Löschmittel sowohl bei den flüssigen Brandstoffen als auch beim PU-Weichschaum die neutrale Druckzone niedriger als bei den Brand- und Löschversuchen mit Holzkrippen als Brandgut /1/.

4.3. Gaskonzentrationsmessung

Die Gaskonzentrationsmessung erfolgt wie bereits bei früheren Untersuchungen mit den in Abschnitt 2 erwähnten Gasanalysemethoden. Die Meßwerte der diskontinuierlichen Gasanalyse (Gaschromatograph) sind mit Hilfe der Datenerfassungsanlage in den Tabellen 2 bis 17 zusammengestellt. Die Werte, die mit einem Stern * versehen sind, beruhen auf fehlerhaften Gasproben. Da

die Gesamtkonzentration für eine Gasprobe jeweils zu 100 Vol.-% gesetzt wird, ist bei Meßwerten der N_2 -Konzentration eine geringfügige Überschreitung von 79 Vol.-% möglich, da die analysierten Gase nicht die Gesamtheit aller in einer Probe vorhandenen Komponenten darstellen und Inertgase wie z.B. Argon nicht einzeln aufgeführt, sondern im Stickstoffwert enthalten sind.

Auf den Bildern 10 bis 18 sind neben den Konzentrationen der Löschmittel Kohlendioxid bzw. Halon 1211 und Halon 1301 jeweils die O_2 -Konzentration und die CO-Konzentration bzw. die CO_2 -Konzentration aufgetragen.

Jedes Bild beinhaltet Messungen eines Brandstoffes, wobei auf einem Bild jeweils zwei Versuche mit zwei verschiedenen hohen Konzentrationen eines Löschmittels einander gegenübergestellt sind. In den einzelnen Diagrammen sind außer der über dem Brandgut (Meßstelle Nr. 1) gemessenen kontinuierlichen Kurve auch die in der Raummitte an den Meßstellen Nr. 1 bis Nr. 4 mit Hilfe des Gaschromatographen ermittelten Momentanwerte eingetragen. In den Tabellen sind zusätzlich die momentanen Meßwerte für die Meßstellen Nr. 5 bis Nr. 8 aufgeführt. Bei 2 Versuchen wurden die Momentanwerte nicht erfaßt (Kohlendioxid 16,8 Vol.-%, Halon 1301 3,23 Vol.-%).

Wie auf den Bildern 10 bis 18 zu erkennen ist, steigt vor dem Löscheinsatz beim Abbrennen der flüssigen Brandstoffe Spiritus bzw. Heizöl bei allen Versuchen über den Brandherd (Meßstelle Nr. 1) die CO_2 -Konzentration auf ca. 7 Vol.-% an und die O_2 -Konzentration fällt auf unter 15 Vol.-% ab. Die CO-Konzentration erreicht bei Spiritus einen Wert von max. 4 Vol.-% und bleibt bei Heizöl auf einem Wert unter 1 Vol.-%. Beim Abbrennen von PU-Weichschaum wird an der Meßstelle Nr. 1 erst nach ca. 2 min eine CO_2 -Konzentration von max. 11 Vol.-% gemessen; die O_2 -Konzentration fällt im Versuchsraum nur geringfügig ab und die CO-Konzentration erreicht nur Werte von max. 3 Vol.-%.

Bild 10 zeigt eine Darstellung der Meßergebnisse der Brand- und Löschversuche mit 31,9 Vol.-% (Tabelle 2) bzw. 16,8 Vol.-% (keine Meßwerte) Kohlendioxid als Löschmittel und Spiritus als Brandgut. Beim Löscheinsatz mit der größeren Menge Kohlendioxid steigt bei der kontinuierlichen Messung die CO_2 -Konzentration an der Meßstelle Nr. 1 auf über 40 Vol.-% an und beim Eingeben der niedrigeren Menge Kohlendioxid auf über 25 Vol.-%. Nach einer Versuchszeit von 30 min sinkt die CO_2 -Konzentration auf ca. 37 Vol.-% bzw. ca. 20 Vol.-% ab. Beim Einsatz von 31,9 Vol.-% Kohlendioxid stimmen die Momentanwerte an den Meßstellen Nr. 1 bis Nr. 3 mit den kontinuierlich gemessenen Werten von CO_2 nahezu überein. Unterhalb der Decke an der Meßstelle Nr. 4 sinkt die CO_2 -Konzentration innerhalb der Versuchszeit von 30 min auf ca. 21 Vol.-% ab. Die Meßwerte an den Meßstellen Nr. 5 bis Nr. 8 unterscheiden sich nicht wesentlich von denjenigen in Raummitte.

Die O_2 -Konzentration sinkt beim Einsatz der höheren Menge Kohlendioxid auf einen Wert von 13 Vol.-% und steigt nach einer Versuchszeit von 30 min auf ca. 14 Vol.-% an; beim Einsatz der niedrigeren Menge liegt der Meßwert bei ca. 15 Vol.-% und steigt nach 30 min auf ca. 16 Vol.-% an. Die momentanen Meßwerte an der Meßstelle Nr. 1 liegen etwas tiefer, weisen aber die gleiche Tendenz auf. Unterhalb der Decke an der Meßstelle Nr. 4 steigt die O_2 -Konzentration auf ca. 16 Vol.-% an. Nach dem Löscheinsatz fällt die CO -Konzentration im gesamten Versuchsraum auf den Wert Null ab.

Im Falle von Kohlendioxid als Löschmittel und Heizöl als Brandgut (Tabellen 3 und 4, Bild 11) mit mittleren CO_2 -Konzentrationen von 29,9 Vol.-% und 17,5 Vol.-% steigt beim Löscheinsatz die CO_2 -Konzentration an der Meßstelle Nr. 1 bis auf ca. 45 Vol.-% bzw. auf ca. 28 Vol.-% an und fällt nach einer Versuchszeit von 30 min auf einen Wert von ca. 40 Vol.-% bzw. von ca. 20 Vol.-% ab. Die O_2 -Konzentration ist niedriger als bei den Versuchen mit Spiritus als Brandgut. Sie liegt nach dem Löscheinsatz bei ca. 10 Vol.-% bzw. ca. 13 Vol.-% und steigt nach einer Versuchszeit

von 30 min auf einen Wert von ca. 11 Vol.-% bzw. ca. 14 Vol.-%. Bei Eingabe der höheren Menge Kohlendioxid fällt die CO_2 -Konzentration unterhalb der Decke an der Meßstelle Nr. 4 auf ca. 27 Vol.-% und die O_2 -Konzentration steigt auf Werte von ca. 13 Vol.-% an. Die CO-Konzentration fällt wie zuvor im gesamten Versuchsraum auf den Wert Null ab. Die Momentanwerte in der Ecke des Raumes an den Meßstellen Nr. 5 bis Nr. 8 weisen die gleichen werte auf wie in der Raummitte.

Bei den Untersuchungen mit PU-Weichschum (Tabellen 5 und 6, Bild 12) kann vor dem Löscheinsatz bei der kontinuierlichen Messung kein Kohlendioxid nachgewiesen werden. Nach dem Löschein-satz mit 29,4 Vol.-% bzw. 15,3 Vol.-% Kohlendioxid steigt die kontinuierlich gemessene CO_2 -Konzentration an der Meßstelle Nr.1 auf nur ca. 35 Vol.-% bzw. auf 19 Vol.-% an. Nach einer Versuchszeit von 30 min ist die CO_2 -Konzentration auf ca. 27 Vol.-% bzw. auf ca. 14 Vol.-% abgesunken. Nach dem Löschein-satz sinkt die kontinuierlich gemessene O_2 -Konzentration auf ca. 17 Vol.-% bzw. ca. 18 Vol.-% ab und steigt nach einer Versuchszeit von 30 min nur um etwa 0,5 Vol.-% an.

Die Momentanwerte der CO_2 -Konzentration und O_2 -Konzentration liegen etwas niedriger. An der Meßstelle Nr. 4 fällt die CO_2 -Konzentration unter 10 Vol.-% ab und die O_2 -Konzentration steigt bis auf ca. 19 Vol.-% an. Die CO-Konzentration fällt auch hier wieder auf den Wert Null ab.

Bei den mit Kohlendioxid durchgeführten Versuchen wird deutlich, daß beim Einsatz höherer CO_2 -Mengen als Löschmittel die CO_2 -Konzentration nach einer Versuchszeit von 30 min an der Meßstelle Nr. 4 wesentlich stärker abgefallen ist als beim Einsatz niedrigerer CO_2 -Mengen. Wie bereits erwähnt, ist dies darauf zurückzuführen, daß infolge der höheren Dichte das Löschmittel nach unten absinkt und durch den im oberen Teil des Versuchsraumes herrschenden Unterdruck durch Leckageöffnungen Frischluft nach innen gelangt. Beim Einsatz kleinerer CO_2 -Mengen bleibt das

Löschmittel gleichmäßiger im Versuchsraum verteilt; der Unterdruck im oberen Teil des Raumes ist geringer.

Die Tabellen 7 bis 12 enthalten die Momentanwerte der Versuche mit dem Löschmittel Halon 1211. Die Bilder 13 bis 15 zeigen den Konzentrationsverlauf in Abhängigkeit von der Zeit.

Das Ablöschen von brennendem Spiritus mit 5,11 Vol.-% bzw. 2,77 Vol.-% Halon 1211 (Tabellen 7 und 8, Bild 13) verursacht einen sofortigen Anstieg der Halon-Konzentration im gesamten Versuchsraum auf den zuvor genannten theoretisch ermittelten Wert, der innerhalb der Versuchszeit von 30 min nur langsam um ca. 0,5 Vol.-% abnimmt. Die O_2 -Konzentration an der Meßstelle Nr. 1 hat nach dem Löscheinsatz bei beiden Versuchen einen Wert von ca 18 Vol.-% und bleibt bis hin zum Versuchsende konstant. Auch hier liegen alle im Raum gemessenen Momentanwerte etwas niedriger als die kontinuierlich gemessenen Werte, zeigen aber die gleiche Tendenz. Die CO_2 -Konzentration fällt bei Löscheintritt auf ca. 3 Vol.-% ab und ändert ihren Wert bis zum Versuchsende nur um ca. 0,5 Vol.-%.

Die Untersuchungen mit Heizöl als Brandstoff (Tabellen 9 und 10, Bild 14) lassen erkennen, daß beim Löscheintritt mit Halon 1211 in Konzentrationen von 4,86 Vol.-% und 3,01 Vol.-% das Löschmittel wieder gleichmäßig im Versuchsraum verteilt wird, wie anhand der zugehörigen Momentanwerte zu erkennen ist. Nach einer Versuchszeit von 30 min sind die Halon 1211-Konzentrationen an allen 8 Meßstellen auf ca. 4 Vol.-% bzw. ca. 3 Vol.-% gesunken. Die O_2 -Konzentration sinkt bei den beiden Versuchen mit Halon 1211 als Löschmittel auf 16 Vol.-% bzw. 18 Vol.-% und steigt innerhalb der Versuchszeit von 30 min wieder auf 17,5 Vol.-% bzw. 19,5 Vol.-% an. Der CO_2 -Gehalt liegt nicht nur vor dem Löscheintritt, sondern auch danach um ca. 1 Vol.-% höher als bei den Versuchen mit Spiritus.

Beim Ablöschen von PU-Weichschaum als Brandstoff mit Halon 1211 in einer Konzentration von 4,97 Vol.-% bzw. 2,92 Vol.-% (Tabellen 11 und 12, Bild 15) steigt die Halon 1211-Konzentration an der Meßstelle Nr. 1 auf ca. 6 Vol.-% bzw. ca. 4 Vol.-% an und fällt bis zum Ende der Versuchszeit von 30 min auf weniger als 5 Vol.-% bzw. unter 3 Vol.-% ab. Unterhalb der Decke ist die Abnahme des Halons und Zunahme des Sauerstoffs am deutlichsten.

Die O_2 -Konzentration an der Meßstelle Nr. 1 im Versuchsraum liegt nach dem Löschbeginn bei beiden Versuchen bei 20 Vol.-% oder darüber und die CO_2 -Konzentration hat einen Wert unter 3 Vol.-%. Die Momentanwerte liegen auch hier niedriger als die kontinuierlich ermittelten Meßwerte.

Die Tabellen 13 bis 17 (keine Meßwerte bei 3,23 Vol.-%) enthalten die Momentanwerte der Konzentration für die Versuche mit Halon 1301 als Löschmittel. Die Bilder 16 bis 18 zeigen den zeitlichen Verlauf der örtlichen Konzentration aus den Lösversuchen mit Halon 1301 in mittleren Konzentrationen von ca. 5 Vol.-% und ca. 3 Vol.-%. Anhand dieser Messungen können gegenüber den Versuchen und Messungen mit Halon 1211 als Löschmittel im Konzentrationsverlauf nur sehr geringe Unterschiede festgestellt werden. Der etwas stärkere Abfall der Löschmittelkonzentration im Laufe der Versuchszeit beim Einsatz der höheren Halon 1301-Konzentration und Heizöl als Brandgut sowie der niedrigen Halon 1301-Konzentration und PU-Weichschaum als Brandgut lassen auf Undichtigkeiten in der Absaugleitung schließen. Die Momentanwerte liegen wie bei den Versuchen mit Halon 1211 als Löschmittel niedriger als die kontinuierlich gemessenen Werte. Dies ist auf die zwei verschiedenartigen Meßmethoden zurückzuführen.

Ein Vergleich der mit den Löschmitteln Kohlendioxid, Halon 1211 und Halon 1301 durchgeführten Versuche zeigt die Abhängigkeit der zeitlich und örtlich gemessenen Konzentrationsverteilungen von der Art und Menge des eingebrachten Löschmittels und den da-

mit verbundenen Druckverhältnissen im Brandraum. Bei sämtlichen hier durchgeführten Versuchen herrscht durch die Dichteunterschiede im oberen Teil des Versuchsraumes ein Unterdruck, der durch Leckageöffnungen Luft einströmen läßt.

4.4. Konzentrationsmessung mit Prüfröhrchen

Prüfröhrchen wurden bei diesen Versuchen für die Analyse von Pyrolyseprodukten verwendet, die nach dem Löscheinsatz mit Halon 1211 oder Halon 1301 im Brandraum entstehen können. Dabei wurden die folgenden Pyrolyseprodukte gemessen: HCl, Cl₂, HBr, Br₂, HF, COCl₂, COBr₂. Die mit den Prüfröhrchen gemessenen Konzentrationen sind in Tabelle 18 angegeben. Die Messungen mit den Prüfröhrchen erfolgten an der Meßstelle Nr.1 sofort nach der Eingabe des Löschmittels in den Versuchsraum. Da bei den Prüfröhrchen je nach Typ eine bestimmte Hubzahl mit der Gasspürpumpe eingehalten werden muß, stellt diese zeitlich bis zu einigen Minuten andauernde Messung einen zeitlichen Mittelwert dar.

Die Untersuchungen zeigen, daß bei Spiritus als Brandgut an der Meßstelle Nr.1 nur sehr geringe Mengen HCl vorhanden sind. Bei Heizöl als Brandgut ist beim Absaugen wegen der starken Verschmutzung der Filtervorschicht in den Prüfröhrchen keine vollständige Messung möglich, denn bereits nach ca. 5 Hüben mit der Gasspürpumpe ist das Prüfröhrchen verstopft. Bis zu diesem Zeitpunkt werden keine Werte angezeigt (Tabelle 18).

Bei PU-Weichschaum als Brandgut steigt der Gehalt an Schadstoffen im Versuchsraum leicht an, wie aus Tabelle 18 zu erkennen ist. Die mit dem HCl-Prüfröhrchen gemessenen Werte liegen höher als 10 ppm. Die Untersuchungen mit Holzkrippen als Brandgut /1/ zeigten, daß bei Verwendung von Halon 1301 im Gegensatz zu den hier vorliegenden Untersuchungen sowohl mit dem Prüfröhrchen für Br₂ als auch für HF Werte angezeigt wurden. Dies ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß Holz zu den glutbildenden Feststoffen gehört, bei denen sich mehr Zersetzungsprodukte der Halone bilden können.

4.5. Optische Rauchdichte

Die optische Rauchdichte wird an der in Bild 2 bezeichneten Stelle gemessen. Die Bilder 19 bis 21 zeigen als Maß für die optische Rauchdichte die Beleuchtungsintensität I/I_0 in Abhängigkeit von der Versuchszeit. Auf einem Bild sind jeweils 6 Versuche mit dem gleichen Löschmittel aber unterschiedlich hoher Löschmittelkonzentration bei den drei Brandstoffen gegenübergestellt.

Die Brandentwicklung der jeweiligen Brandstoffe bewirkt eine starke Änderung der Beleuchtungsintensität. Bei Spiritus und PU-Weichschaum als Brandgut trifft bis zum Löschbeginn nur noch zwischen 15% und 50% der ursprünglichen Lichtemission auf den Empfänger auf. Ähnliche Ergebnisse waren bereits mit Holzkrippen als Brandgut im Versuchsraum natürlicher Größe zu verzeichnen /1/. Bei der Brandentwicklung von Heizöl entsteht jedoch derart viel Qualm und Ruß, daß vor dem Löschbeginn der Versuchsraum bereits völlig dunkel ist.

Der Einsatz des Löschmittels Kohlendioxid bewirkt ein sofortiges Absinken der Beleuchtungsintensität auf den Wert Null (Bild 19). Wird Spiritus als Brandgut verwendet, nimmt die Beleuchtungsintensität nach kurzer Zeit wieder zu, d.h. die Sichtverhältnisse in Höhe der Meßstrecke werden besser. Beim Einsatz der höheren CO_2 -Konzentration verbessern sich die Sichtverhältnisse in Höhe der Meßstrecke schneller als bei der niedrigeren, weil das Kohlendioxid beim Einsatz größerer Mengen aufgrund der höheren Dichte nach unten absinkt. Beim Einsatz kleinerer CO_2 -Mengen bleibt nach dem Löscheinsatz der CO_2 -Nebel länger im Versuchsraum bestehen.

Bei den Untersuchungen mit Heizöl als Brandgut bewirkt das Kohlendioxid, daß der Versuchsraum dunkel bleibt und nur bei der kleineren Löschmittelmenge nach einer Versuchszeit von ca. 18 min die Sichtverhältnisse minimal besser werden. Ohne Berücksichtigung

des durch das Verbrennen des Heizöls gebildeten Rußes, wird die Lichtdurchlässigkeit im Brandraum dadurch bestimmt, ob das Kohlendioxid als Nebel oder als Gas vorliegt. Da die Lichtdurchlässigkeit bereits durch die Heizölverbrennung auf den Wert Null absinkt, kann der Aggregatzustand des Kohlendioxids unberücksichtigt bleiben.

Beim Ablöschen von PU-Weichschaum mit der höheren CO_2 -Konzentration sinkt die Beleuchtungsintensität in Höhe der Meßstrecke kurzzeitig auf den Wert Null und steigt nach einer Versuchszeit von 30 min auf einen Wert von ca. 30% an. Die kleinere CO_2 -Konzentration bewirkt, daß der Versuchsraum länger dunkel bleibt. Auch hier sinkt das schwerere Löschmittel aufgrund der höheren Dichte nach unten ab und die Sichtverhältnisse im Brandraum in Höhe der Meßstrecke werden wieder besser.

Der Verlauf der Beleuchtungsintensität in Abhängigkeit der Versuchszeit ist beim Löscheinsatz von Halon 1211 und Halon 1301 bei allen 3 Brandstoffen ähnlich (Bilder 20 und 21). Wird Spiritus als Brandgut verwendet, sinkt die Beleuchtungsintensität bei Löschbeginn nicht auf den Wert Null ab und die Sichtverhältnisse werden während der Versuchszeit von 30 min wieder besser, während nach dem Löscheinsatz bei Heizöl keine Lichtemission mehr auf den Empfänger auftrifft, d.h. die Beleuchtungsintensität hat während der gesamten Versuchszeit den Wert Null. Bei den Versuchen mit PU-Weichschaum bewirkt erst der Löscheinsatz ein Absinken der Beleuchtungsintensität auf den Wert Null. Nach einer Versuchszeit von 30 min steigt die Beleuchtungsintensität lediglich auf ca. 5% des ursprünglichen Wertes an.

Bezüglich der Lichtdurchlässigkeit im Brandraum kann festgestellt werden, daß auch beim Einsatz von Halon 1211 und Halon 1301 als Löschmittel die bereits für Kohlendioxid gemachten Aussagen gelten.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen eines Forschungsauftrages wurden in einem Versuchsraum im Modellmaßstab mit einem Volumen von ca. $1,5 \text{ m}^3$ Untersuchungen mit den gasförmigen Löschmitteln Kohlendioxid, Halon 1211 und Halon 1301 durchgeführt. Als Brandgut wurden die Flüssigkeiten Spiritus und Heizöl sowie der Kunststoff Polyurethan-Weichschaum verwendet. Die beim Löscheinsatz verwendeten CO_2 -Konzentrationen lagen bei ca. 30 Vol.-% und bei ca. 15 Vol.-%, die Halon 1211 und die Halon 1301 - Konzentrationen bei ca. 5 Vol.-% und bei ca. 3 Vol.-%. Die verschiedenen hohen Löschmittelkonzentrationen resultieren aus der unterschiedlichen Löschwirkung von Kohlendioxid (Stickeffekt) und von Halon 1211 und Halon 1301 (Inhibitionseffekt).

Bei den flüssigen Brandstoffen wurde als Löschbeginn eine vorgegebene Abbranddauer und beim PU-Weichschaum ein Abbrandgewicht festgelegt. Die Auslösung der Löschanlage erfolgte manuell.

Die Temperaturmessung erfolgte an 14 im Versuchsraum verteilten Meßstellen. Die Messung der Druckdifferenzen wurde an 5 verschiedenen hoch angebrachten Meßstellen durchgeführt. Während des Brand- und Löschvorganges wurden kontinuierliche und diskontinuierliche Konzentrationsmessungen durchgeführt. Zusätzlich wurde eine Meßstrecke zur Bestimmung der optischen Rauchdichte eingebaut, um die Sichtverhältnisse beurteilen zu können.

Die Höhe der Maximaltemperatur vor dem Löscheinsatz lag bei ca. $800 \text{ }^\circ\text{C}$ in der Mitte des Raumes und unter $200 \text{ }^\circ\text{C}$ an den Wänden. Die Eingabe des jeweiligen Löschmittels bewirkte bei sämtlichen Versuchen ein sofortiges Abnehmen der Temperatur.

Bei den Brandversuchen mit Spiritus und Heizöl herrschte während der Brandphase in Bodennähe ein stärkerer Unterdruck als in Deckennähe, bei denen mit PU-Weichschaum ein geringer Unterdruck im gesamten Raum. Nach dem Löscheinsatz ist bei allen Versuchen der

Druck umso geringer, je höher die Meßstelle im Raum angeordnet ist, d.h. das Löschmittel sinkt aufgrund seiner höheren Dichte nach unten und in Deckennähe herrscht Unterdruck. Dadurch kann Luft in oberen Teil des Versuchsraumes eindringen.

Die Konzentrationsmessungen direkt nach dem Löschbeginn zeigten eine gleichmäßige Verteilung des Löschmittels im Raum. Mit zunehmender Versuchszeit fällt die Löschmittelkonzentration im Versuchsraum ab und die Sauerstoffkonzentration nimmt zu. Der Abfall bzw. Anstieg ist auf die unterschiedliche Dichte und Temperatur der Gase im Versuchsraum zurückzuführen. Außerdem besteht eine Abhängigkeit von der Höhe des Versuchsraumes und der darin befindlichen Leckageöffnungen.

Die Bestimmung der optischen Rauchdichte ergab, daß die Sichtbehinderung im Versuchsraum sowohl von der Art des Brandgutes als auch von der eingesetzten Löschmittelmenge abhängt.

6. LITERATURVERZEICHNIS

- /1/ Schatz, H.: Brand- und Löschversuche mit gasförmigen Löschmitteln in Räumen natürlicher Größe
Teil 6: Vergleichende Untersuchung der Löschwirksamkeit von Kohlendioxid, Halon 1211 und Halon 1301 bei einem Entstehungsbrand in einem Versuchsraum natürlicher Größe und in einem Versuchsraum im Modellmaßstab.
Forschungsbericht Nr. 42 der Arbeitsgemeinschaft der Innenministerien der Bundesländer
Arbeitskreis V - Unterausschuß
"Feuerwehrangelegenheiten" (1980)
- /2/ Richtlinien für automatische Brandmeldeanlagen.
Anforderungen und Prüfmethode für punktförmige Rauch- und Wärmemelder.
Verband der Sachversicherer e.V. Köln
Form 3002 (Sachverband) 11/73
- /3/ Prüfröhrchen-Taschenbuch
Luftuntersuchungen und technische Gasanalyse mit Dräger-Röhrchen.
Lübeck, 4. Ausgabe, 1979

7. TABELLEN UND BILDER

Tabelle 1. Schematische Übersicht der Versuchsdaten im Versuchsraum im Modellmaßstab.

Löschmittel	Kohlendioxid						Halon 1211						Halon 1301											
	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45		
Rauminhalt m ³	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	
Brandgut	S	S	H	H	PU	PU	S	S	H	H	PU	PU	S	S	H	H	PU	PU	S	S	H	H	PU	PU
Brandlast g	365	365	365	365	61	60	365	364	365	363	59	60	365	370	365	365	60	59	365	370	365	365	60	59
Brandlast je Volumen- einheit g/m ³	252	252	252	252	41,4	41,4	252	251	252	250	41,4	41,4	252	255	252	252	41,4	41,4	252	255	252	252	41,4	41,4
Abbrand bei Löschbeginn g	74	75	73	75	48	46	84	81	77	80	45	43	78	76	82	82	47	45	78	76	82	82	47	45
Abbrand bei Löschbeginn Gew.-%	20,3	20,5	20,0	20,5	78,7	76,7	23,0	22,3	21,1	22,0	76,3	71,7	21,4	20,5	22,5	22,5	78,3	76,3	21,4	20,5	22,5	22,5	78,3	76,3
Löschbeginn min	3,25	3,25	3,25	3,25	0,75	0,60	3,25	3,25	3,25	3,25	0,75	0,75	3,25	3,25	3,25	3,25	0,80	1,10	3,25	3,25	3,25	3,25	0,80	1,10
Flutungszeit s	4	2	4	2	4	1,5	1,5	1	1,4	1	1,5	1	5	1,5	5	1,5	2,5	1,4	5	1,5	5	1,5	2,5	1,4
Löschmittel- menge g	1254	540	1138	565	1110	416	558	295	529	322	542	310	472	305	460	293	465	299	472	305	460	293	465	299
Löschmittel- menge je Volumeneinheit	865	372	785	390	766	287	385	203	365	222	374	214	326	210	317	202	321	206	326	210	317	202	321	206
Mittlere Löschmittel- konzentration Vol.-%	31,9	16,8	29,9	17,5	29,4	15,3	5,11	2,77	4,86	3,01	4,97	2,92	4,93	3,23	4,81	3,12	4,85	3,18	4,93	3,23	4,81	3,12	4,85	3,18
Löscherfolg	gelöscht						gelöscht						gelöscht											

S = Spiritus, H = Heizöl, PU = Polyurethan-Weichschaum

TABELLE 2. IM VERSUCHSRAUM IM MODELLMASSSTAB BEIM BRAND-

UND LOESCHVORGANG MIT KOHLENDIOXID ALS

LOESCHMITTEL GEMESSENE GASKOMPONENTEN IN VOL.-%.

BRANDGUT SPIRITUS

LOESCHMITTELKONZENTRATION 31,9 VOL.-%

VERSUCHSZEIT
 PROBE
 0 2.75 MIN
 1 3.75 MIN
 2 8.75 MIN
 3 18.75 MIN
 4 28.75 MIN

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 1

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.10	10.79	3.09	5.51	0.51	0.00	0	79.73	17.67	0.00	2.60	0.00	0.00
1	50.93	9.99	0.00	39.09	0.00	0.00	1	51.25	10.43	0.00	38.32	0.00	0.00
2	51.23	10.47	0.00	38.30	0.00	0.00	2	52.07	10.78	0.00	37.15	0.00	0.00
3	52.40	10.89	0.00	36.71	0.00	0.00	3	52.46	10.95	0.00	36.59	0.00	0.00
4	53.46	11.31	0.00	35.23	0.00	0.00	4	53.59	11.36	0.00	35.05	0.00	0.00

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 2

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.39	15.02	0.00	4.59	0.00	0.00	0	80.09	16.26	0.00	3.64	0.00	0.00
1	51.19	10.29	0.00	38.52	0.00	0.00	1	50.96	10.31	0.00	38.72	0.00	0.00
2*	65.84	16.71	0.00	17.45	0.00	0.00	2	51.34	10.53	0.00	38.13	0.00	0.00
3	52.18	10.78	0.00	37.05	0.00	0.00	3	52.44	11.00	0.00	36.56	0.00	0.00
4	52.99	11.08	0.00	35.93	0.00	0.00	4	53.02	11.25	0.00	35.73	0.00	0.00

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 3

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.79	15.57	0.00	3.63	0.00	0.00	0	80.09	16.26	0.00	3.65	0.00	0.00
1	51.23	10.25	0.00	38.51	0.00	0.00	1	50.99	10.35	0.00	38.66	0.00	0.00
2	51.14	10.45	0.00	38.39	0.00	0.00	2	51.29	10.50	0.00	38.20	0.00	0.00
3	52.17	10.78	0.00	37.05	0.00	0.00	3	52.68	11.02	0.00	36.30	0.00	0.00
4	53.59	11.32	0.00	35.10	0.00	0.00	4	54.09	11.57	0.00	34.34	0.00	0.00

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 4

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.66	15.89	0.00	3.45	0.00	0.00	0	80.69	15.65	0.00	3.66	0.00	0.00
1	51.26	10.34	0.00	38.40	0.00	0.00	1	51.23	10.50	0.00	38.27	0.00	0.00
2	52.04	10.76	0.00	37.20	0.00	0.00	2	54.57	11.64	0.00	33.79	0.00	0.00
3	58.52	13.08	0.00	28.41	0.00	0.00	3	58.85	13.18	0.00	27.97	0.00	0.00
4	63.37	15.39	0.00	21.24	0.00	0.00	4	63.55	15.58	0.00	20.87	0.00	0.00

TABELLE 3. IM VERSUCHSRAUM IM MODELLMASSSTAB BEIM BRAND-
 UND LOESCHVORGANG MIT KOHLENDIOXID ALS
 LOESCHMITTEL GEMESSENE GASKOMPONENTEN IN VOL.-%,
 BRANDGUT HEIZOEL
 LOESCHMITTELKONZENTRATION 29.9 VOL.-%

VERSUCHSZEIT
 PROBE
 0 2.75 MIN
 1 3.75 MIN
 2 8.75 MIN
 3 18.75 MIN
 4 28.75 MIN

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 1

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	81.10	15.18	0.00	3.72	0.00	0.00
1	49.38	9.06	0.00	41.57	0.00	0.00
2	48.40	8.79	0.00	42.81	0.00	0.00
3	49.59	9.29	0.00	41.12	0.00	0.00
4	49.84	9.46	0.00	40.71	0.00	0.00

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 5

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.59	16.02	0.00	3.40	0.00	0.00
1	46.68	8.17	0.00	45.15	0.00	0.00
2	48.82	9.03	0.00	42.15	0.00	0.00
3	49.73	9.39	0.00	40.89	0.00	0.00
4	50.72	9.77	0.00	39.51	0.00	0.00

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 2

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.99	13.98	0.00	5.03	0.00	0.00
1	47.00	8.00	0.00	45.00	0.00	0.00
2	47.95	8.60	0.00	43.44	0.00	0.00
3	49.82	9.41	0.00	40.78	0.00	0.00
4	50.18	9.51	0.00	40.31	0.00	0.00

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 6

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	81.00	14.33	0.00	4.67	0.00	0.00
1	47.40	8.31	0.00	44.28	0.00	0.00
2*	57.69	12.91	0.00	29.40	0.00	0.00
3	49.22	9.27	0.00	41.51	0.00	0.00
4	49.89	9.52	0.00	40.58	0.00	0.00

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 3

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	81.00	14.05	0.00	4.95	0.00	0.00
1	46.74	7.99	0.00	45.27	0.00	0.00
2	47.71	8.59	0.00	43.69	0.00	0.00
3	48.91	9.06	0.00	42.03	0.00	0.00
4	50.34	9.65	0.00	40.01	0.00	0.00

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 7

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.98	14.20	0.00	4.82	0.00	0.00
1	46.49	8.07	0.00	45.45	0.00	0.00
2	49.26	9.20	0.00	41.54	0.00	0.00
3	49.65	9.40	0.00	40.95	0.00	0.00
4	51.07	9.91	0.00	39.03	0.00	0.00

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 4

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.92	14.59	0.00	4.49	0.00	0.00
1	46.77	8.01	0.00	45.22	0.00	0.00
2	48.14	8.61	0.00	43.25	0.00	0.00
3	54.52	11.12	0.00	34.37	0.00	0.00
4	59.38	12.92	0.00	27.69	0.00	0.00

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 8

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.99	14.19	0.00	4.82	0.00	0.00
1	50.15	9.48	0.00	40.36	0.00	0.00
2	52.35	10.32	0.00	37.32	0.00	0.00
3	57.07	12.02	0.00	30.90	0.00	0.00
4	60.94	13.55	0.00	25.51	0.00	0.00

TABELLE 4. IM VERSUCHSRAUM IM MODELLMASSSTAB BEIM BRAND-
UND LOESCHVORGANG MIT KOHLENDIOXID ALS
LOESCHMITTEL GEMESSENE GASKOMPONENTEN IN VOL.-%.

VERSUCHSZEIT PROBE

2.75 MIN 0
3.75 MIN 1
8.75 MIN 2
18.75 MIN 3
28.75 MIN 4

BRANDGUT HEIZOEL

LOESCHMITTELKONZENTRATION 17.5 VOL.-%

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 1

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	81.52	13.95	0.00	4.53	0.00	0.00	0	80.28	17.42	0.00	2.30	0.00	0.00
1	62.11	11.33	0.00	26.56	0.00	0.00	1	65.10	13.21	0.00	21.69	0.00	0.00
2	63.82	12.55	0.00	23.64	0.00	0.00	2	64.90	13.09	0.00	22.00	0.00	0.00
3	65.67	13.42	0.00	20.91	0.00	0.00	3	65.57	13.44	0.00	20.99	0.00	0.00
4	65.37	13.36	0.00	21.26	0.00	0.00	4	66.23	13.77	0.00	20.00	0.00	0.00

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 2

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.59	16.04	0.00	3.38	0.00	0.00	0	80.73	15.49	0.00	3.78	0.00	0.00
1	64.25	12.62	0.00	23.14	0.00	0.00	1	62.63	11.84	0.00	25.54	0.00	0.00
2	66.15	13.76	0.00	20.08	0.00	0.00	2	65.03	13.13	0.00	21.84	0.00	0.00
3	67.89	14.72	0.00	17.40	0.00	0.00	3	65.09	13.23	0.00	21.69	0.00	0.00
4	68.16	14.70	0.00	17.15	0.00	0.00	4	65.38	13.44	0.00	21.17	0.00	0.00

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 3

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	81.00	14.68	0.00	4.33	0.00	0.00	0	80.89	14.99	0.00	4.11	0.00	0.00
1	63.50	12.16	0.00	24.35	0.00	0.00	1	62.71	12.03	0.00	25.26	0.00	0.00
2	63.89	12.49	0.00	23.62	0.00	0.00	2*	69.45	15.49	0.00	15.06	0.00	0.00
3	64.96	13.16	0.00	21.88	0.00	0.00	3	65.05	13.25	0.00	21.70	0.00	0.00
4	65.23	13.34	0.00	21.43	0.00	0.00	4	65.97	13.74	0.00	20.29	0.00	0.00

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 4

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.90	14.81	0.00	4.29	0.00	0.00	0	80.91	14.92	0.00	4.17	0.00	0.00
1	66.44	13.64	0.00	19.91	0.00	0.00	1	63.53	12.33	0.00	24.14	0.00	0.00
2*	64.00	12.55	0.00	23.45	0.00	0.00	2	65.66	13.49	0.00	20.85	0.00	0.00
3	65.62	13.48	0.00	20.90	0.00	0.00	3	66.81	14.12	0.00	19.08	0.00	0.00
4	67.69	14.58	0.00	17.73	0.00	0.00	4	68.04	14.80	0.00	17.16	0.00	0.00

TABELLE 5. IM VERSUCHSRAUM IM MODELLMASSSTAB BEIM BRAND-
 UND LOESCHVORGANG MIT KOHLENDIOXID ALS
 LOESCHMITTEL GEMESSENE GASKOMPONENTEN IN VOL.-%,
 BRANDGUT POLYURETHAN-WEICHSCHAUM
 LOESCHMITTELKONZENTRATION 29.4 VOL.-%

VERSUCHSZEIT PROBE
 0.25 MIN 0
 1.25 MIN 1
 6.25 MIN 2
 16.25 MIN 3
 26.25 MIN 4

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 1

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.11	12.55	0.84	6.51	0.00	0.00
1	54.42	12.45	0.00	33.14	0.00	0.00
2	55.30	13.59	0.00	31.11	0.00	0.00
3	60.18	15.08	0.00	24.74	0.00	0.00
4	63.55	15.98	0.00	20.47	0.00	0.00

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 2

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	79.89	17.11	0.00	3.00	0.00	0.00
1	53.63	13.17	0.00	33.20	0.00	0.00
2	56.66	14.05	0.00	29.29	0.00	0.00
3	63.37	15.97	0.00	20.65	0.00	0.00
4	61.45	15.43	0.00	23.12	0.00	0.00

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 3

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	79.53	19.82	0.00	0.65	0.00	0.00
1	53.35	13.10	0.00	33.55	0.00	0.00
2	57.71	14.27	0.00	28.02	0.00	0.00
3	62.49	15.68	0.00	21.83	0.00	0.00
4	63.97	15.76	0.00	20.27	0.00	0.00

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 4

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	79.59	19.53	0.00	0.89	0.00	0.00
1	53.96	13.27	0.00	32.77	0.00	0.00
2	59.66	14.91	0.00	25.43	0.00	0.00
3	64.05	16.16	0.00	19.80	0.00	0.00
4	73.20	18.75	0.00	8.05	0.00	0.00

PROBEN DER SONDEN 5-8 NICHT ANALYSIERT!

TABELLE 6. IM VERSUCHSRAUM IM MODELLMASSSTAB BEIM BRAND-
UND LOESCHVORGANG MIT KOHLENDIOXID ALS
LOESCHMITTEL GEMESSENE GASKOMPONENTEN IN VOL.-%.
BRANDGUT POLYURETHAN-WEICHSCHAUM
LOESCHMITTELKONZENTRATION 15.3 VOL.-%

VERSUCHSZEIT
0.10 MIN
1.10 MIN
6.10 MIN
16.10 MIN
26.10 MIN

PROBE
0
1
2
3
4

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 1

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	79.60	10.95	2.13	7.32	0.00	0.00	0	79.47	20.49	0.00	0.04	0.00	0.00
1	67.62	15.09	0.00	17.29	0.00	0.00	1	66.94	15.43	0.00	17.63	0.00	0.00
2	69.31	16.40	0.00	14.30	0.00	0.00	2	69.22	16.26	0.00	14.52	0.00	0.00
3	70.38	16.82	0.00	12.80	0.00	0.00	3	69.95	16.64	0.00	13.41	0.00	0.00
4	71.81	17.40	0.00	10.78	0.00	0.00	4	69.91	16.70	0.00	13.39	0.00	0.00

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 2

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	79.94	17.08	0.00	2.97	0.00	0.00	0	79.53	19.97	0.00	0.50	0.00	0.00
1	67.13	15.38	0.00	17.49	0.00	0.00	1	66.69	15.35	0.00	17.96	0.00	0.00
2	69.12	16.28	0.00	14.60	0.00	0.00	2	69.13	16.35	0.00	14.53	0.00	0.00
3	70.54	16.88	0.00	12.58	0.00	0.00	3	69.67	16.55	0.00	13.78	0.00	0.00
4	69.99	16.67	0.00	13.34	0.00	0.00	4	69.83	16.63	0.00	13.53	0.00	0.00

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 3

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	79.59	19.64	0.00	0.77	0.00	0.00	0	79.65	19.15	0.00	1.20	0.00	0.00
1	66.65	15.31	0.00	18.04	0.00	0.00	1	66.84	15.38	0.00	17.78	0.00	0.00
2	68.94	16.27	0.00	14.79	0.00	0.00	2	69.43	16.02	0.00	14.54	0.00	0.00
3	69.72	16.53	0.00	13.75	0.00	0.00	3	69.79	16.60	0.00	13.61	0.00	0.00
4	70.54	16.94	0.00	12.52	0.00	0.00	4	69.99	16.73	0.00	13.28	0.00	0.00

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 4

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	79.59	19.55	0.00	0.86	0.00	0.00	0	79.71	18.81	0.00	1.48	0.00	0.00
1	66.79	15.39	0.00	17.82	0.00	0.00	1	66.89	15.47	0.00	17.64	0.00	0.00
2	68.99	16.24	0.00	14.77	0.00	0.00	2	69.21	16.35	0.00	14.44	0.00	0.00
3	69.89	16.66	0.00	13.45	0.00	0.00	3	70.49	16.81	0.00	12.70	0.00	0.00
4	72.87	17.83	0.00	9.30	0.00	0.00	4	71.13	17.23	0.00	11.65	0.00	0.00

TABELLE 7. IM VERSUCHSRAUM IM MODELLMASSSTAB BEIM BRAND-
 UND LOESCHVORGANG MIT HALON 1211 ALS
 LOESCHMITTEL GEMESSENE GASKOMPONENTEN IN VOL.-%.
 BRANDGUT SPIRITUS
 LOESCHMITTELKONZENTRATION 5.11 VOL.-%

VERSUCHSZEIT PROBE
 2.75 MIN 0
 3.75 MIN 1
 8.75 MIN 2
 18.75 MIN 3
 28.75 MIN 4

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 1

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	79.87	16.86	0.00	3.28	0.00	0.00	0	80.11	16.02	0.00	3.86	0.00	0.00
1	76.16	16.10	0.00	3.19	0.00	4.55	1	75.85	15.43	0.00	3.43	0.00	5.29
2	76.16	16.01	0.00	3.19	0.00	4.64	2	76.16	16.08	0.00	3.12	0.00	4.64
3*	76.60	16.85	0.00	2.72	0.00	3.83	3	76.30	16.41	0.00	2.92	0.00	4.36
4	76.13	16.36	0.00	3.04	0.00	4.47	4	76.21	16.51	0.00	2.90	0.00	4.37

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 2

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	79.95	16.04	0.00	4.01	0.00	0.00	0	80.09	16.03	0.00	3.88	0.00	0.00
1	75.86	15.48	0.00	3.55	0.00	5.11	1*	81.01	17.02	0.00	1.14	0.00	0.82
2	76.10	15.90	0.00	3.25	0.00	4.75	2	76.20	16.12	0.00	3.05	0.00	4.63
3	76.19	16.21	0.00	3.09	0.00	4.51	3	76.19	16.23	0.00	3.03	0.00	4.55
4	76.19	16.29	0.00	3.05	0.00	4.47	4	76.23	16.37	0.00	2.93	0.00	4.47

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 3

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	79.99	16.07	0.00	3.94	0.00	0.00	0	80.07	15.94	0.00	3.99	0.00	0.00
1	75.95	15.48	0.00	3.48	0.00	5.09	1	75.96	15.53	0.00	3.37	0.00	5.13
2	75.96	15.96	0.00	3.29	0.00	4.79	2	76.22	16.04	0.00	3.09	0.00	4.65
3	76.09	16.24	0.00	3.10	0.00	4.57	3	76.25	16.31	0.00	2.97	0.00	4.47
4	76.14	16.43	0.00	3.00	0.00	4.43	4	76.44	16.69	0.00	2.76	0.00	4.11

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 4

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	79.10	19.20	0.00	1.71	0.00	0.00	0	80.20	15.76	0.00	4.04	0.00	0.00
1	75.32	17.13	0.00	2.43	0.00	5.12	1	75.95	15.61	0.00	3.31	0.00	5.13
2	75.57	17.39	0.00	2.30	0.00	4.74	2	76.55	16.58	0.00	2.82	0.00	4.04
3	75.68	17.57	0.00	2.23	0.00	4.52	3	77.19	17.56	0.00	2.31	0.00	2.95
4	76.45	18.19	0.00	1.86	0.00	3.49	4	77.64	18.08	0.00	1.94	0.00	2.33

TABELLE 8. IM VERSUCHSRAUM IM MODELLMASSSTAB BEIM BRAND-
UND LOESCHVORGANG MIT HALON 1211 ALS
LOESCHMITTEL GEMESSENE GASKOMPONENTEN IN VOL.-%.
BRANDGUT SPIRITUS
LOESCHMITTELKONZENTRATION 2.77 VOL.-%

VERSUCHSZEIT
PROBE
0 2.75 MIN
1 3.75 MIN
2 8.75 MIN
3 18.75 MIN
4 28.75 MIN

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 1

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.63	13.22	0.92	5.23	0.00	0.00	0	80.04	16.45	0.00	3.50	0.00	0.00
1	77.43	15.74	0.00	3.62	0.00	3.21	1	77.86	15.68	0.00	3.52	0.00	2.95
2	77.57	15.98	0.00	3.49	0.00	2.96	2	77.95	16.18	0.00	3.24	0.00	2.63
3*	77.85	16.92	0.00	2.91	0.00	2.33	3	77.94	16.42	0.00	3.11	0.00	2.53
4	77.58	16.28	0.00	3.32	0.00	2.82	4	77.86	16.53	0.00	3.10	0.00	2.51

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 2

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.59	13.87	0.00	5.54	0.00	0.00	0	80.45	15.22	0.00	4.33	0.00	0.00
1	77.42	15.53	0.00	3.78	0.00	3.27	1	77.76	15.41	0.00	3.72	0.00	3.11
2	77.48	15.82	0.00	3.64	0.00	3.06	2	77.91	16.09	0.00	3.31	0.00	2.69
3	77.62	16.27	0.00	3.32	0.00	2.79	3	78.00	16.32	0.00	3.13	0.00	2.55
4	77.54	16.26	0.00	3.38	0.00	2.82	4	77.93	16.44	0.00	3.10	0.00	2.53

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 3

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.11	15.36	0.00	4.53	0.00	0.00	0	80.43	15.18	0.00	4.39	0.00	0.00
1	77.43	15.36	0.00	3.89	0.00	3.31	1	77.80	15.48	0.00	3.64	0.00	3.09
2	77.53	15.87	0.00	3.62	0.00	2.98	2	77.97	16.12	0.00	3.27	0.00	2.64
3	77.53	16.22	0.00	3.40	0.00	2.86	3	77.93	16.34	0.00	3.18	0.00	2.56
4	77.52	16.37	0.00	3.30	0.00	2.80	4	77.93	16.64	0.00	2.99	0.00	2.43

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 4

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.14	15.28	0.00	4.59	0.00	0.00	0	80.47	15.01	0.00	4.52	0.00	0.00
1	77.32	15.19	0.00	3.99	0.00	3.50	1	77.82	15.54	0.00	3.59	0.00	3.06
2	77.52	15.86	0.00	3.59	0.00	3.03	2	78.16	16.64	0.00	2.92	0.00	2.27
3	77.69	16.30	0.00	3.28	0.00	2.73	3	78.04	16.85	0.00	2.88	0.00	2.23
4	77.74	17.06	0.00	3.90	0.00	2.31	4	78.06	17.31	0.00	2.58	0.00	2.05

TABELLE 9. IM VERSUCHSRAUM IM MODELLMASSSTAB BEIM BRAND-

UND LOESCHVORGANG MIT HALON 1211 ALS

LOESCHMITTEL GEMESSENE GASKOMPONENTEN IN VOL.-%.

BRANDGUT HEIZOEL

LOESCHMITTELKONZENTRATION 4,86 VOL.-%

VERSUCHSZEIT

2,75 MIN
3,75 MIN
8,75 MIN
18,75 MIN
28,75 MIN

PROBE

0
1
2
3
4

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 1

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	79,97	16,53	0,00	3,50	0,00	0,00	0	80,73	14,36	0,00	4,91	0,00	0,00
1	76,51	13,85	0,00	4,69	0,00	4,95	1	76,78	13,50	0,00	4,75	0,00	4,96
2	76,77	14,38	0,00	4,36	0,00	4,49	2	77,03	14,52	0,00	4,11	0,00	4,34
3	76,80	14,99	0,00	4,04	0,00	4,17	3	77,06	15,02	0,00	3,87	0,00	4,04
4	76,90	15,11	0,00	3,92	0,00	4,07	4	77,13	15,20	0,00	3,70	0,00	3,97

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 2

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80,83	13,41	0,00	5,77	0,00	0,00	0	80,83	14,15	0,00	5,02	0,00	0,00
1	76,63	13,44	0,00	4,95	0,00	4,98	1	76,74	13,45	0,00	4,79	0,00	5,02
2	76,87	14,36	0,00	4,36	0,00	4,42	2	76,92	14,45	0,00	4,22	0,00	4,41
3	76,84	14,96	0,00	4,06	0,00	4,14	3	77,04	15,04	0,00	3,86	0,00	4,06
4	76,90	15,18	0,00	3,92	0,00	4,00	4	77,03	15,24	0,00	3,77	0,00	3,96

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 3

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80,52	14,40	0,00	5,08	0,00	0,00	0	80,74	14,05	0,00	5,22	0,00	0,00
1	76,67	13,37	0,00	5,01	0,00	4,95	1	76,75	13,52	0,00	4,72	0,00	5,01
2	76,72	14,40	0,00	4,45	0,00	4,44	2	76,93	14,49	0,00	4,20	0,00	4,38
3	76,91	14,96	0,00	4,01	0,00	4,12	3	77,03	15,06	0,00	3,86	0,00	4,05
4	76,96	15,15	0,00	3,90	0,00	3,99	4	77,03	15,29	0,00	3,78	0,00	3,89

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 4

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80,49	14,26	0,00	5,25	0,00	0,00	0	80,89	13,87	0,00	5,24	0,00	0,00
1	76,65	13,51	0,00	4,86	0,00	4,98	1	76,58	13,68	0,00	4,73	0,00	5,01
2	76,77	14,30	0,00	4,43	0,00	4,50	2	76,94	14,53	0,00	4,19	0,00	4,34
3	76,85	15,03	0,00	4,01	0,00	4,10	3	77,09	15,27	0,00	3,75	0,00	3,89
4	77,00	15,34	0,00	3,82	0,00	3,85	4	77,23	15,81	0,00	3,41	0,00	3,56

TABELLE 10. IM VERSUCHSRAUM IM MODELLMASSSTAB BEIM BRAND-

UND LOESCHVORGANG MIT HALON 1211 ALS

LOESCHMITTEL GEMESSENE GASKOMPONENTEN IN VOL.-%.

BRANDGUT HEIZDEL

LOESCHMITTELKONZENTRATION 3.01 VOL.-%

VERSUCHSZEIT

2.75 MIN
3.75 MIN
8.75 MIN
18.75 MIN
28.75 MIN

PROBE

0
1
2
3
4

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 1

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.97	11.76	0.38	6.89	0.00	0.00
1	77.44	13.82	0.00	4.92	0.00	3.82
2	78.60	18.73	0.00	1.74	0.00	0.92
3	78.42	18.58	-0.00	1.92	0.00	1.09
4	78.38	18.76	0.00	1.84	0.00	1.03

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 5

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.75	14.38	0.00	4.86	0.00	0.00
1	77.87	14.21	0.00	4.53	0.00	3.39
2	77.98	15.17	0.00	3.98	0.00	2.87
3	78.06	15.62	0.00	3.66	0.00	2.65
4	78.00	15.83	0.00	3.56	0.00	2.61

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 2

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.65	13.64	0.00	5.70	0.00	0.00
1	77.44	14.22	0.00	4.71	0.00	3.62
2	77.59	15.10	0.00	4.17	0.00	3.13
3	77.66	15.44	0.00	3.96	0.00	2.95
4	77.67	15.76	0.00	3.75	0.00	2.82

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 6

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.68	14.19	0.00	5.13	0.00	0.00
1	77.82	14.11	0.00	4.64	0.00	3.43
2	78.01	15.19	0.00	3.93	0.00	2.87
3	78.00	15.65	0.00	3.70	0.00	2.65
4	77.98	15.88	0.00	3.56	0.00	2.58

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 3

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.50	14.25	0.00	5.25	0.00	0.00
1	77.42	13.91	0.00	4.90	0.00	3.77
2	77.58	15.07	0.00	4.21	0.00	3.15
3	77.67	15.50	0.00	3.90	0.00	2.93
4	77.68	15.72	0.00	3.76	0.00	2.84

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 7

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.72	14.27	0.00	5.01	0.00	0.00
1	77.84	14.10	0.00	4.59	0.00	3.47
2	78.07	15.28	0.00	3.87	0.00	2.79
3	78.04	15.60	0.00	3.69	0.00	2.66
4	77.97	15.93	0.00	3.53	0.00	2.56

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 4

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.25	14.42	0.00	5.33	0.00	0.00
1	77.31	13.96	0.00	4.98	0.00	3.76
2	77.59	14.98	0.00	4.26	0.00	3.17
3	77.56	15.54	0.00	3.94	0.00	2.95
4	77.71	15.74	0.00	3.75	0.00	2.80

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 8

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.73	14.19	0.00	5.08	0.00	0.00
1	78.06	13.89	0.00	4.74	0.00	3.30
2	77.99	15.27	0.00	3.91	0.00	2.83
3	78.03	15.63	0.00	3.64	0.00	2.69
4	77.86	15.81	0.00	3.58	0.00	2.75

TABELLE 11. IM VERSUCHSRAUM IM MODELLMASSSTAB BEIM BRAND-

UND LOESCHVORGANG MIT HALON 1211 ALS

LOESCHMITTEL GEMESSENE GASKOMPONENTEN IN VOL.-%.

BRANDGUT POLYURETHAN-WEICHSCHAUM

LOESCHMITTELKONZENTRATION 4.97 VOL.-%

VERSUCHSZEIT

PROBE
 0 0.25 MIN
 1 1.25 MIN
 2 6.25 MIN
 3 16.25 MIN
 4 26.25 MIN

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 1

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	79.61	3.97	3.63	12.79	0.00	0.00
1	75.54	16.37	0.00	3.07	0.00	5.01
2	75.61	17.40	0.00	2.31	0.00	4.69
3*	76.22	17.79	0.00	2.02	0.00	3.97
4	75.73	17.64	0.00	2.20	0.00	4.44

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 5

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	78.98	19.98	0.00	1.04	0.00	0.00
1	75.24	17.15	0.00	2.40	0.00	5.21
2	75.91	17.56	0.00	2.13	0.00	4.40
3	75.98	17.73	0.00	2.05	0.00	4.24
4	75.91	17.73	0.00	2.06	0.00	4.30

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 2

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	79.76	14.66	0.00	5.58	0.00	0.00
1	75.44	17.13	0.00	2.50	0.00	4.93
2	75.68	17.37	0.00	2.29	0.00	4.66
3	75.82	17.61	0.00	2.18	0.00	4.39
4	75.85	17.70	0.00	2.13	0.00	4.31

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 6

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	79.16	18.83	0.00	2.01	0.00	0.00
1*	78.01	19.86	0.00	1.06	0.00	1.06
2	75.71	17.51	0.00	2.18	0.00	4.60
3	75.90	17.68	0.00	2.13	0.00	4.29
4	75.94	17.75	0.00	2.05	0.00	4.27

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 3

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	79.12	18.86	0.00	2.03	0.00	0.00
1	75.28	17.10	0.00	2.49	0.00	5.13
2	75.64	17.40	0.00	2.28	0.00	4.68
3	75.71	17.55	0.00	2.25	0.00	4.49
4	75.71	17.66	0.00	2.17	0.00	4.46

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 7

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	79.20	18.77	0.00	2.03	0.00	0.00
1	75.06	17.01	0.00	2.47	0.00	5.45
2	75.79	17.58	0.00	2.21	0.00	4.42
3	75.96	17.70	0.00	2.11	0.00	4.24
4	76.11	17.90	0.00	1.98	0.00	4.01

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 4

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	79.10	19.20	0.00	1.71	0.00	0.00
1	75.32	17.13	0.00	2.43	0.00	5.12
2	75.57	17.39	0.00	2.30	0.00	4.74
3	75.68	17.57	0.00	2.23	0.00	4.52
4	76.45	18.19	0.00	1.86	0.00	3.49

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 8

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	79.16	18.95	0.00	1.89	0.00	0.00
1	75.36	17.42	0.00	2.33	0.00	4.89
2	75.82	17.52	0.00	2.19	0.00	4.46
3	76.08	17.99	0.00	1.97	0.00	3.95
4	76.57	18.39	0.00	1.71	0.00	3.33

TABELLE 12. IM VERSUCHSRAUM IM MODELLMASSSTAB BEIM BRAND-

UND LOESCHVORGANG MIT HALON 1211 ALS
 LOESCHMITTEL GEMESSENE GASKOMPONENTEN IN VOL.-%.
 BRANDGUT POLYURETHAN-WEICHSCHAUM
 LOESCHMITTELKONZENTRATION 2.92 VOL.-%

VERSUCHSZEIT PROBE

0.25 MIN 0
 1.25 MIN 1
 6.25 MIN 2
 16.25 MIN 3
 26.25 MIN 4

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 1

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	76.48	6.53	3.44	10.73	2.82	0.00	0	79.12	20.70	0.00	0.17	0.00	0.00
1	76.69	16.08	0.23	2.77	0.00	4.22	1	77.53	17.14	0.00	2.07	0.00	3.26
2	77.80	17.60	0.00	1.82	0.00	2.78	2	77.90	17.78	0.00	1.70	0.00	2.61
3	77.98	17.91	0.00	1.58	0.00	2.53	3	78.00	17.97	0.00	1.58	0.00	2.44
4	77.88	17.88	0.00	1.62	0.00	2.62	4	78.06	17.98	0.00	1.54	0.00	2.42

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 2

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.12	13.85	0.05	5.98	0.00	0.00	0	79.62	18.32	0.00	2.07	0.00	0.00
1	77.55	16.93	0.00	2.24	0.00	3.28	1	77.34	17.19	0.00	2.11	0.00	3.36
2	77.83	17.63	0.00	1.77	0.00	2.76	2	77.46	17.68	0.00	1.71	0.00	3.15
3	77.98	17.87	0.00	1.63	0.00	2.52	3	77.91	18.02	0.00	1.58	0.00	2.49
4	77.93	17.91	0.00	1.59	0.00	2.56	4	77.93	18.07	0.00	1.58	0.00	2.42

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 3

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	79.40	19.29	0.00	1.31	0.00	0.00	0	79.63	18.45	0.00	1.92	0.00	0.00
1	77.28	17.08	0.00	2.10	0.00	3.54	1	77.72	17.26	0.00	2.05	0.00	2.97
2	77.87	17.66	0.00	1.75	0.00	2.72	2	78.11	17.93	0.00	1.62	0.00	2.34
3	76.96	18.76	0.00	1.63	0.00	2.65	3	78.06	18.14	0.00	1.55	0.00	2.24
4	78.03	17.93	0.00	1.51	0.00	2.54	4	78.03	18.21	0.00	1.52	0.00	2.25

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 4

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	79.75	18.73	0.00	1.51	0.00	0.00	0	80.16	18.59	0.00	1.26	0.00	0.00
1	77.51	17.25	0.00	2.12	0.00	3.12	1	77.96	17.76	0.00	1.83	0.00	2.45
2	77.97	17.62	0.00	1.72	0.00	2.68	2	78.17	17.95	0.00	1.64	0.00	2.25
3	78.11	17.96	0.00	1.56	0.00	2.37	3	78.13	18.23	0.00	1.35	0.00	2.29
4	78.52	18.67	0.00	1.15	0.00	1.67	4	78.86	18.98	0.00	0.96	0.00	1.20

TABELLE 13. IM VERSUCHSRAUM IM MODELLMASSSTAB BEIM BRAND-
 UND LOESCHVORGANG MIT HALON 1301 ALS
 LOESCHMITTEL GEMESSENE GASKOMPONENTEN IN VOL.-%.
 BRANDGUT SPIRITUS
 LOESCHMITTELKONZENTRATION 4.93 VOL.-%

VERSUCHSZEIT PROBE

2.75 MIN 0
 3.75 MIN 1
 8.75 MIN 2
 18.75 MIN 3
 28.75 MIN 4

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 1

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	83.38	7.44	0.00	9.19	0.00	0.00	0	79.70	19.85	0.00	0.46	0.00	0.00
1	76.16	15.12	0.00	2.97	0.00	5.74	1	75.90	15.89	0.00	2.50	0.00	5.71
2	76.16	16.17	0.00	2.31	0.00	5.36	2	76.69	15.83	0.00	2.30	0.00	5.17
3*	77.32	17.84	0.00	1.41	0.00	3.42	3	76.20	16.56	0.00	2.15	0.00	5.09
4	76.21	16.60	0.00	2.11	0.00	5.08	4	76.25	16.68	0.00	2.04	0.00	5.03

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 2

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.52	16.42	0.00	3.06	0.00	0.00	0	80.55	16.03	0.00	3.42	0.00	0.00
1	75.68	15.53	0.00	2.77	0.00	6.02	1	75.86	15.67	0.00	2.62	0.00	5.84
2	76.11	16.23	0.00	2.32	0.00	5.34	2	76.31	16.39	0.00	2.25	0.00	5.05
3	76.29	16.41	0.00	2.23	0.00	5.07	3	76.21	16.42	0.00	2.22	0.00	5.14
4	76.29	16.53	0.00	2.16	0.00	5.02	4	76.21	16.57	0.00	2.15	0.00	5.07

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 3

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.14	17.66	0.00	2.20	0.00	0.00	0	80.55	16.10	0.00	3.34	0.00	0.00
1	75.98	15.69	0.00	2.63	0.00	5.70	1	75.95	15.91	0.00	2.53	0.00	5.61
2	76.19	16.31	0.00	2.28	0.00	5.22	2	76.75	16.72	0.00	1.99	0.00	4.54
3	76.16	16.45	0.00	2.23	0.00	5.16	3	76.44	16.54	0.00	2.11	0.00	4.91
4	76.32	16.71	0.00	2.05	0.00	4.92	4	76.48	16.81	0.00	1.96	0.00	4.75

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 4

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.35	16.53	0.00	3.11	0.00	0.00	0	80.60	16.12	0.00	3.28	0.00	0.00
1	76.34	16.19	0.00	2.35	0.00	5.11	1	75.69	15.68	0.00	2.64	0.00	5.99
2	76.29	16.30	0.00	2.21	0.00	5.20	2	76.61	16.69	0.00	2.03	0.00	4.67
3	77.08	17.15	0.00	1.78	0.00	3.99	3	77.56	17.71	0.00	1.47	0.00	3.26
4	77.97	18.26	0.00	1.19	0.00	2.59	4	77.68	18.64	0.00	1.15	0.00	2.52

TABELLE 14. IM VERSUCHSRAUM IM MODELLMASSSTAB BEIM BRAND-
UND LOESCHVORGANG MIT HALON 1301 ALS
LOESCHMITTEL GEMESSENE GASKOMPONENTEN IN VOL.-%.
BRANDGUT HEIZOEL
LOESCHMITTELKONZENTRATION 4.81 VOL.-%

VERSUCHSZEIT
PROBE
0 2,75 MIN
1 3,75 MIN
2 8,75 MIN
3 18,75 MIN
4 28,75 MIN

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 1

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.24	17.92	0.00	1.84	0.00	0.00
1	76.51	14.22	0.00	3.53	0.00	5.74
2	77.12	15.72	0.00	2.73	0.00	4.43
3	77.83	17.13	0.00	1.91	0.00	3.13
4	78.20	17.65	0.00	1.60	0.00	2.55

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 5

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.20	17.84	0.00	1.95	0.00	0.00
1	76.55	14.77	0.00	3.35	0.00	5.32
2	77.29	16.04	0.00	2.56	0.00	4.11
3	77.77	17.14	0.00	1.91	0.00	3.17
4	78.19	17.68	0.00	1.54	0.00	2.58

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 2

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.89	14.99	0.00	4.11	0.00	0.00
1	76.38	14.13	0.00	3.69	0.00	5.80
2	77.12	15.71	0.00	2.72	0.00	4.45
3	77.75	17.00	0.00	1.99	0.00	3.25
4	78.07	17.66	0.00	1.60	0.00	2.67

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 6

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.90	14.94	0.00	4.15	0.00	0.00
1	76.42	14.30	0.00	3.57	0.00	5.72
2	77.20	15.87	0.00	2.62	0.00	4.31
3	77.83	17.09	0.00	1.91	0.00	3.17
4	78.15	17.69	0.00	1.57	0.00	2.59

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 3

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.52	15.86	0.00	3.62	0.00	0.00
1	76.72	14.59	0.00	3.44	0.00	5.24
2	77.07	15.79	0.00	2.69	0.00	4.44
3	77.79	17.07	0.00	1.93	0.00	3.21
4	78.19	17.74	0.00	1.54	0.00	2.53

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 7

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.92	14.78	0.00	4.30	0.00	0.00
1	76.60	14.64	0.00	3.39	0.00	5.37
2	77.40	16.50	0.00	2.32	0.00	3.79
3	77.25	18.08	0.00	1.77	0.00	2.90
4	78.10	17.85	0.00	1.50	0.00	2.54

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 4

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.83	15.24	0.00	3.92	0.00	0.00
1	76.72	14.67	0.00	3.37	0.00	5.17
2	77.13	15.83	0.00	2.70	0.00	3.81
3	77.98	17.44	0.00	1.72	0.00	2.90
4	78.36	18.17	0.00	1.31	0.00	2.30

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 8

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.80	14.99	0.00	4.21	0.00	0.00
1	76.78	14.73	0.00	3.32	0.00	5.17
2	77.44	16.38	0.00	2.37	0.00	3.81
3	78.03	17.34	0.00	1.73	0.00	2.90
4	78.26	18.04	0.00	1.40	0.00	2.30

TABELLE 15. IM VERSUCHSRAUM IM MODELLMASSSTAB BEIM BRAND-

UND LOESCHVORGANG MIT HALON 1301 ALS

LOESCHMITTEL GEMESSENE GASKOMPONENTEN IN VOL.-%.

BRANDGUT HEIZOEL

LOESCHMITTELKONZENTRATION 3.12 VOL.-%

VERSUCHSZEIT
 PROBE
 0 2.75 MIN
 1 3.75 MIN
 2 8.75 MIN
 3 18.75 MIN
 4 28.75 MIN

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 1

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	81.14	14.52	0.00	4.34	0.00	0.00
1	77.92	14.99	0.00	3.37	0.00	3.72
2	77.90	15.89	0.00	2.84	0.00	3.37
3	78.12	16.27	0.00	2.54	0.00	3.07
4	78.15	16.43	0.00	2.47	0.00	2.95

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 5

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.46	16.84	0.00	2.70	0.00	0.00
1	77.86	15.36	0.00	3.16	0.00	3.62
2	78.10	15.92	0.00	2.78	0.00	3.19
3	78.15	16.22	0.00	2.58	0.00	3.05
4	78.11	16.39	0.00	2.54	0.00	2.97

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 2

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.93	14.83	0.00	4.24	0.00	0.00
1	78.11	15.05	0.00	3.39	0.00	3.46
2	77.94	15.76	0.00	2.88	0.00	3.41
3	78.06	16.09	0.00	2.66	0.00	3.18
4	78.00	16.34	0.00	2.54	0.00	3.13

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 6

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.85	15.10	0.00	4.05	0.00	0.00
1	77.70	15.18	0.00	3.31	0.00	3.82
2	78.01	15.85	0.00	2.83	0.00	3.31
3	78.00	16.18	0.00	2.64	0.00	3.18
4	78.10	16.40	0.00	2.51	0.00	2.99

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 3

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0 *	80.28	17.68	0.00	2.05	0.00	0.00
1	77.95	15.42	0.00	3.17	0.00	3.46
2	78.01	15.82	0.00	2.84	0.00	3.33
3	78.11	16.13	0.00	2.66	0.00	3.10
4	78.06	16.32	0.00	2.52	0.00	3.10

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 7

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.87	15.12	0.00	4.02	0.00	0.00
1	77.83	15.18	0.00	3.26	0.00	3.73
2	77.93	15.83	0.00	2.85	0.00	3.38
3	78.01	16.18	0.00	2.65	0.00	3.17
4	78.05	16.40	0.00	2.52	0.00	3.03

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 4

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.75	15.43	0.00	3.82	0.00	0.00
1	78.05	15.65	0.00	3.02	0.00	3.28
2	77.92	15.76	0.00	2.91	0.00	3.41
3	78.09	16.14	0.00	2.67	0.00	3.10
4	78.22	16.57	0.00	2.33	0.00	2.88

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 8

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.85	14.89	0.00	4.27	0.00	0.00
1	77.77	15.16	0.00	3.30	0.00	3.77
2	78.02	15.90	0.00	2.81	0.00	3.28
3	78.13	16.16	0.00	2.63	0.00	3.09
4	78.27	16.71	0.00	2.30	0.00	2.72

TABELLE 16. IM VERSUCHSRAUM IM MODELLMASSSTAB BEIM BRAND-

UND LOESCHVORGANG MIT HALON 1301 ALS

LOESCHMITTEL GEMESSENE GASKOMPONENTEN IN VOL.-%.

BRANDGUT POLYURETHAN-WEICHSCHAUM

LOESCHMITTELKONZENTRATION 4.85 VOL.-%

VERSUCHSZEIT

PROBE	VERSUCHSZEIT
0	0.30 MIN
1	1.30 MIN
2	6.30 MIN
3	16.30 MIN
4	26.30 MIN

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 1

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0 *	78.73	20.82	0.00	0.45	0.00	0.00
1 *	77.71	18.57	0.00	1.02	0.00	2.70
2 *	78.03	19.02	0.00	0.71	0.00	2.24
3 *	76.43	18.13	0.00	1.32	0.00	4.12
4	75.79	17.83	0.00	1.53	0.00	4.85

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 2

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	80.24	15.86	0.00	3.90	0.00	0.00
1	75.56	16.75	0.00	2.09	0.00	5.61
2	75.99	17.39	0.00	1.65	0.00	4.97
3	76.12	17.51	0.00	1.58	0.00	4.79
4	75.88	17.88	0.00	1.52	0.00	4.73

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 3

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	79.91	18.43	0.00	1.66	0.00	0.00
1	75.37	16.94	0.00	2.00	0.00	5.70
2	75.97	17.30	0.00	1.67	0.00	5.06
3	76.09	17.54	0.00	1.56	0.00	4.81
4	76.14	17.57	0.00	1.52	0.00	4.78

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 4

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	79.96	18.10	0.00	1.95	0.00	0.00
1	75.63	16.94	0.00	1.89	0.00	5.54
2	75.94	17.29	0.00	1.69	0.00	5.09
3	76.12	17.50	0.00	1.57	0.00	4.82
4	76.63	17.98	0.00	1.31	0.00	4.08

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 5

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	79.43	20.34	0.00	0.23	0.00	0.00
1	75.08	16.71	0.00	2.06	0.00	6.15
2	76.01	17.42	0.00	1.61	0.00	4.95
3	76.06	17.58	0.00	1.53	0.00	4.83
4	76.13	17.62	0.00	1.50	0.00	4.75

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 6

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	79.36	19.93	0.00	0.71	0.00	0.00
1	75.14	16.75	0.00	2.04	0.00	6.07
2	75.90	17.38	0.00	1.67	0.00	5.04
3	76.05	17.61	0.00	1.55	0.00	4.80
4	76.11	17.61	0.00	1.51	0.00	4.78

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 7

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	79.42	19.22	0.00	1.36	0.00	0.00
1	75.05	16.66	0.00	2.07	0.00	6.22
2	75.88	17.42	0.00	1.66	0.00	5.05
3	76.03	17.62	0.00	1.55	0.00	4.81
4	76.09	17.64	0.00	1.51	0.00	4.75

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 8

PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON
0	79.96	18.18	0.00	1.86	0.00	0.00
1	75.36	16.75	0.00	2.03	0.00	5.85
2 *	78.13	19.20	0.00	0.65	0.00	2.01
3	76.51	17.91	0.00	1.35	0.00	4.23
4	77.17	18.23	0.00	1.12	0.00	3.48

TABELLE 17. IM VERSUCHSRAUM IM MODELLMASSSTAB BEIM BRAND-
 UND LOESCHVORGANG MIT HALON 1301 ALS
 LOESCHMITTEL GEMESSENE GASKOMPONENTEN IN VOL.-%.
 BRANDGUT POLYURETHAN-WEICHSCHAUM
 LOESCHMITTELKONZENTRATION 3,18 VOL.-%

VERSUCHSZEIT		PROBE	
0.60 MIN		0	
1.60 MIN		1	
6.60 MIN		2	
16.60 MIN		3	
26.60 MIN		4	

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 1										
PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO
0 *	79.10	20.76	0.00	0.14	0.00	0.00	0	79.15	20.79	0.00
1 *	77.53	19.37	0.00	0.68	0.00	2.42	1	76.58	18.60	0.00
2 *	78.21	20.02	0.00	0.37	0.00	1.39	2	76.94	18.86	0.00
3 *	77.29	19.16	0.00	0.78	0.00	2.78	3	76.97	18.96	0.00
4	77.00	18.98	0.00	0.84	0.00	3.17	4	77.06	19.02	0.00

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 2										
PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO
0	79.56	18.19	0.00	2.25	0.00	0.00	0	79.30	19.66	0.00
1	76.71	18.57	0.00	1.10	0.00	3.62	1	76.87	18.25	0.00
2	76.83	18.80	0.00	0.96	0.00	3.41	2	76.95	18.85	0.00
3	76.93	18.96	0.00	0.89	0.00	3.22	3	77.02	18.96	0.00
4	76.93	19.01	0.00	0.88	0.00	3.18	4	77.27	18.76	0.00

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 3										
PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO
0	79.26	20.00	0.00	0.74	0.00	0.00	0	79.77	18.98	0.00
1	76.59	18.61	0.00	1.06	0.00	3.75	1	76.89	18.40	0.00
2	76.87	18.82	0.00	0.94	0.00	3.37	2	77.14	18.61	0.00
3	77.02	18.94	0.00	0.86	0.00	3.18	3	77.18	18.70	0.00
4	77.00	19.00	0.00	0.86	0.00	3.13	4	76.93	19.10	0.00

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 4										
PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO
0	79.34	19.55	0.00	1.11	0.00	0.00	0	79.88	18.71	0.00
1	76.67	18.57	0.00	1.07	0.00	3.69	1	76.90	18.38	0.00
2	76.88	18.81	0.00	0.94	0.00	3.37	2	77.17	18.64	0.00
3	76.96	18.93	0.00	0.90	0.00	3.21	3	76.78	19.25	0.00
4	76.99	18.97	0.00	0.86	0.00	3.18	4	77.44	18.88	0.00

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 5										
PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO
0	79.15	20.79	0.00	0.06	0.00	0.00	0	79.15	20.79	0.00
1	76.58	18.60	0.00	1.09	0.00	3.74	1	76.58	18.60	0.00
2	76.94	18.86	0.00	0.92	0.00	3.28	2	76.94	18.86	0.00
3	76.97	18.96	0.00	0.88	0.00	3.18	3	76.97	18.96	0.00
4	77.06	19.02	0.00	0.81	0.00	3.11	4	77.06	19.02	0.00

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 6										
PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO
0	79.30	19.66	0.00	1.04	0.00	0.00	0	79.30	19.66	0.00
1	76.87	18.25	0.00	1.09	0.00	3.79	1	76.87	18.25	0.00
2	76.95	18.85	0.00	0.92	0.00	3.28	2	76.95	18.85	0.00
3	77.02	18.96	0.00	0.86	0.00	3.16	3	77.02	18.96	0.00
4	77.27	18.76	0.00	0.84	0.00	3.13	4	77.27	18.76	0.00

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 7										
PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO
0	79.77	18.98	0.00	1.25	0.00	0.00	0	79.77	18.98	0.00
1	76.89	18.40	0.00	1.04	0.00	3.66	1	76.89	18.40	0.00
2	77.14	18.61	0.00	0.91	0.00	3.34	2	77.14	18.61	0.00
3	77.18	18.70	0.00	0.90	0.00	3.22	3	77.18	18.70	0.00
4	76.93	19.10	0.00	0.85	0.00	3.12	4	76.93	19.10	0.00

VOLUMENKONZENTRATION SONDE 8										
PROBE	N2	O2	CO	CO2	CH4	HALON	PROBE	N2	O2	CO
0	79.88	18.71	0.00	1.42	0.00	0.00	0	79.88	18.71	0.00
1	76.90	18.38	0.00	1.05	0.00	3.67	1	76.90	18.38	0.00
2	77.17	18.64	0.00	0.92	0.00	3.27	2	77.17	18.64	0.00
3	76.78	19.25	0.00	0.86	0.00	3.12	3	76.78	19.25	0.00
4	77.44	18.88	0.00	0.76	0.00	2.93	4	77.44	18.88	0.00

Tabelle 18. Im Versuchsraum im Modellmaßstab direkt über dem Brandgut mit Prüfröhrchen gemessene Pyrolyseprodukte beim Einsatz der Löschmittel Halon 1211 und Halon 1301. (Beginn der Messung direkt nach dem Löscheinsetz).

Brandgut	Halon 1211 5,11 Vol.-% Meßwert ppm	Halon 1211 2,77 Vol.-% Meßwert ppm	Halon 1301 4,93 Vol.-% Meßwert ppm	Halon 1301 3,23 Vol.-% Meßwert ppm
Spiritus	HCl	< 0,5	HCl	HBr
	Cl ₂ +Br ₂	0	Cl ₂ +Br ₂	COBr ₂
	COCl ₂ +COBr ₂	0	COCl ₂ +COBr ₂	HF
Heizöl ¹⁾	4,86 Vol.-%	3,01 Vol.-%	4,81 Vol.-%	3,12 Vol.-%
	HCl	HCl	HBr	HBr
	COCl ₂ +COBr ₂	COCl ₂ +COBr ₂	COBr ₂	COBr ₂
PU-Weich- schaum	4,97 Vol.-%	2,92 Vol.-%	4,85 Vol.-%	3,18 Vol.-%
	HCl	HCl	HBr	HBr
	Cl ₂ +Br ₂	Cl ₂ +Br ₂	COBr ₂	COBr ₂
	COCl ₂ +COBr ₂	COCl ₂ +COBr ₂	HF	HF
	HCl		HBr	
	> 10	> 10	> 10	> 10
	0	0	0	0,5
	1	0	0	0
	> 10 2)	> 10 2)	> 10 2)	

1) Prüfröhrchen nach 5 bis 6 Hüben verstopft
 2) Messung nach einer Versuchszeit von 10 min

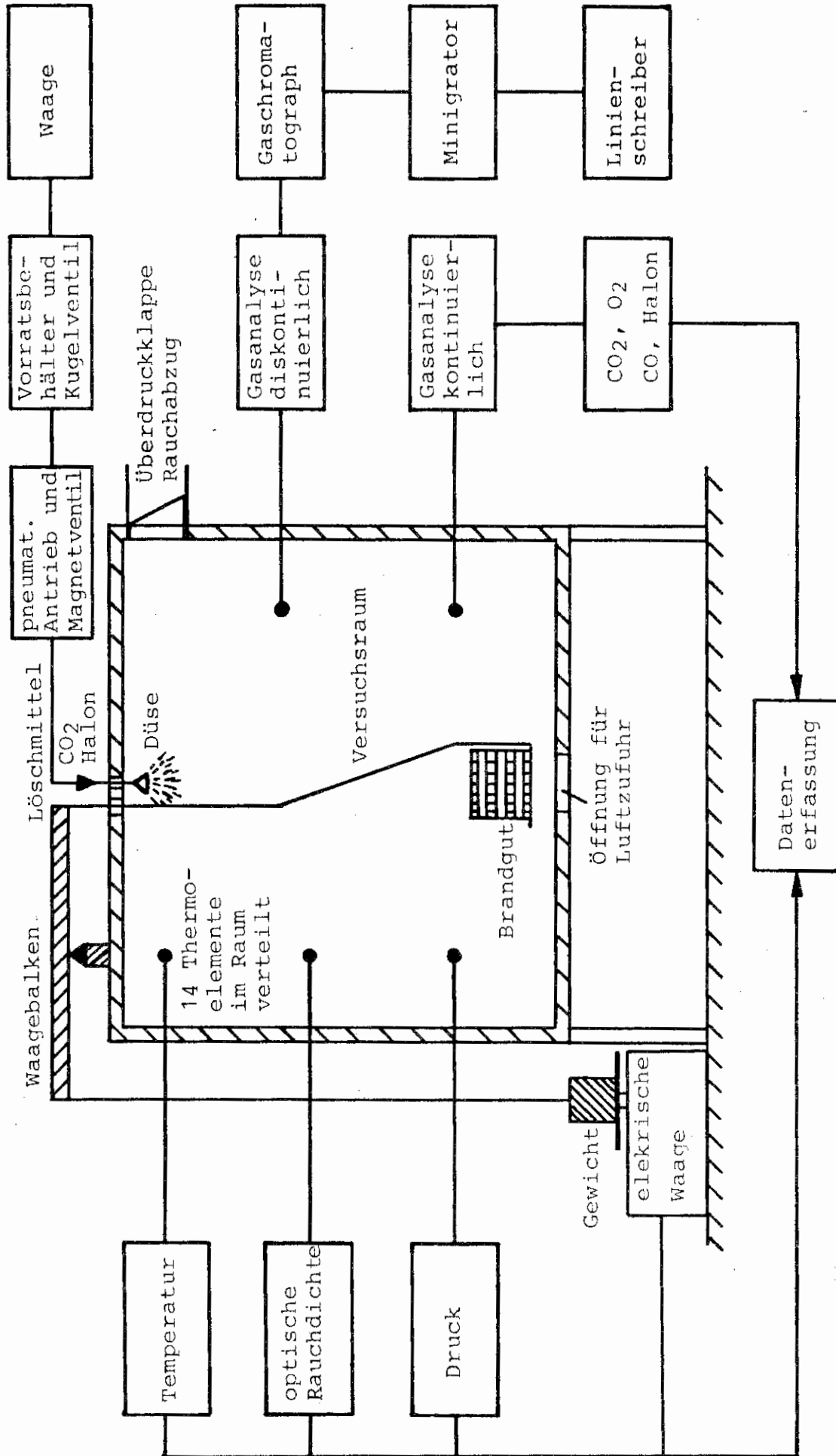
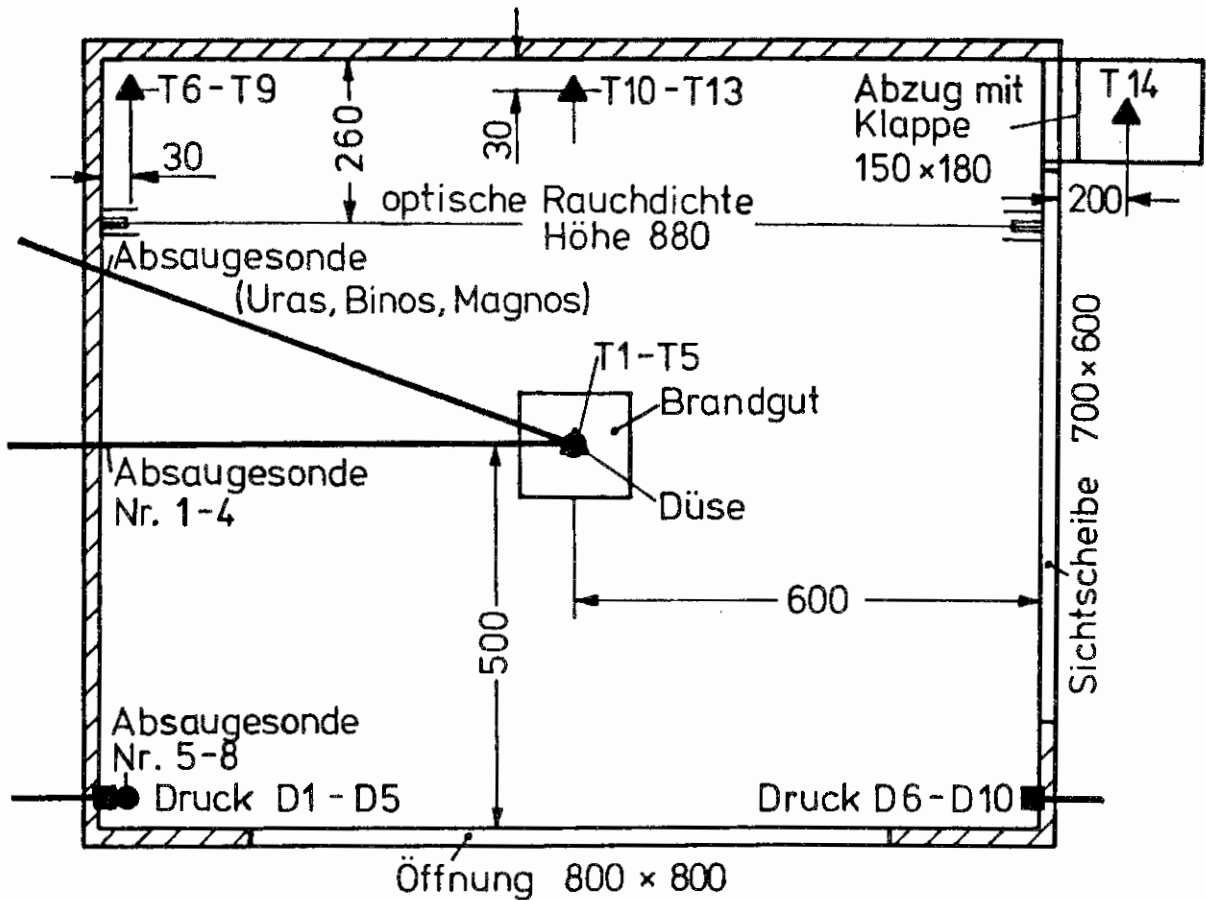


Bild 1. Schema der Versuchsanordnung im Versuchsraum im Modellmaßstab.



Absaugesonde	Thermoelement	Meßhöhe
	T1	0,05 m
Nr. 1, 5	T2, T6, T10	0,15 m
Nr. 2, 6	T3, T7, T11	0,35 m
Nr. 3, 7	T4, T8, T12	0,75 m
Nr. 4, 8	T5, T9, T13	1,05 m
	T14	im Abzug
	Druck	Meßhöhe
	D1, D6	0,05 m
	D2, D7	0,30 m
	D3, D8	0,60 m
	D4, D9	0,90 m
	D5, D10	1,15 m

Bild 2. Lage der Meßstellen im Versuchsraum im Modellmaßstab.

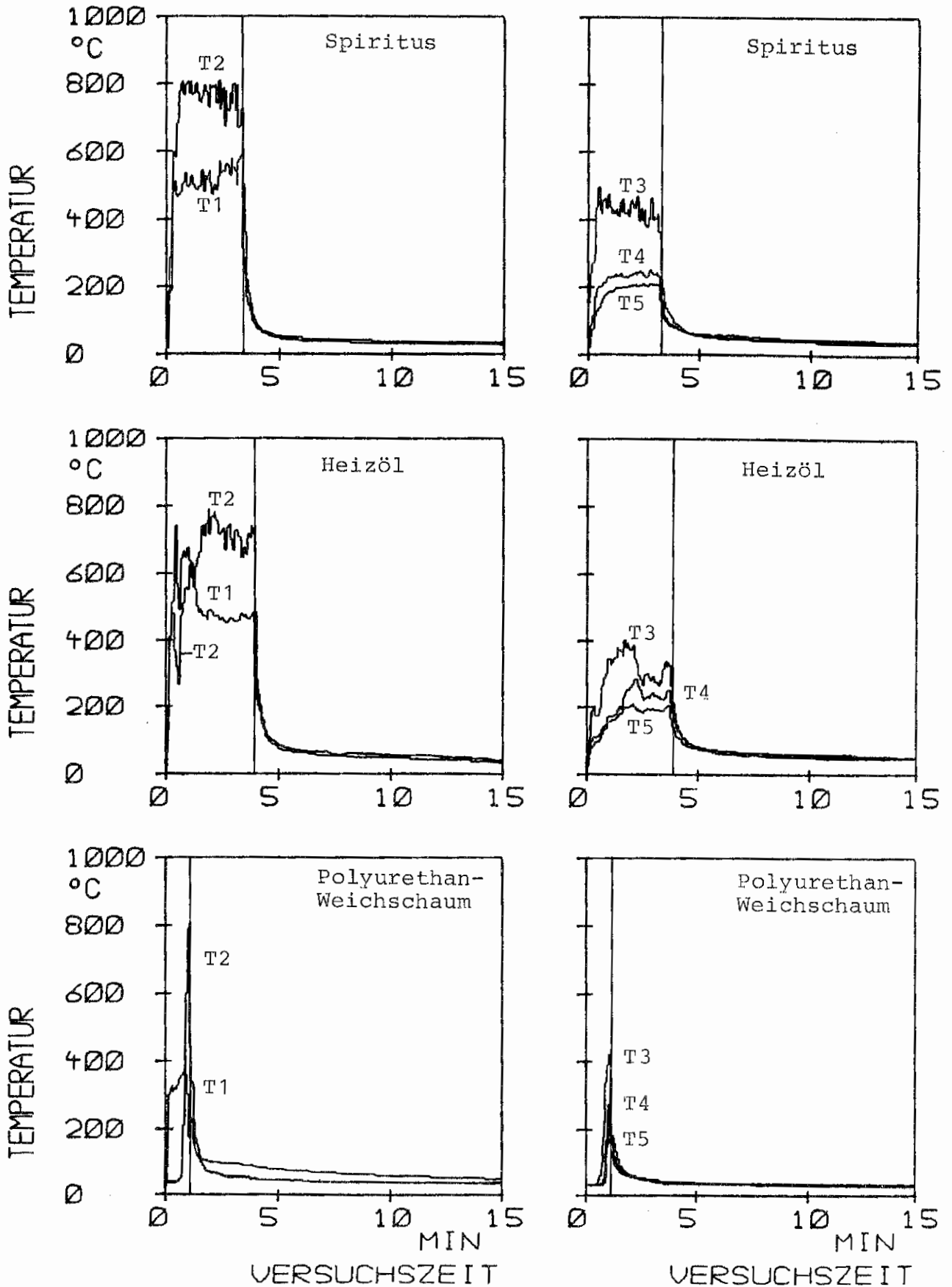


Bild 3. Zeitlicher Verlauf der örtlichen Temperaturen an den Meßstellen T1 bis T5 im Versuchsraum im Modellmaßstab.

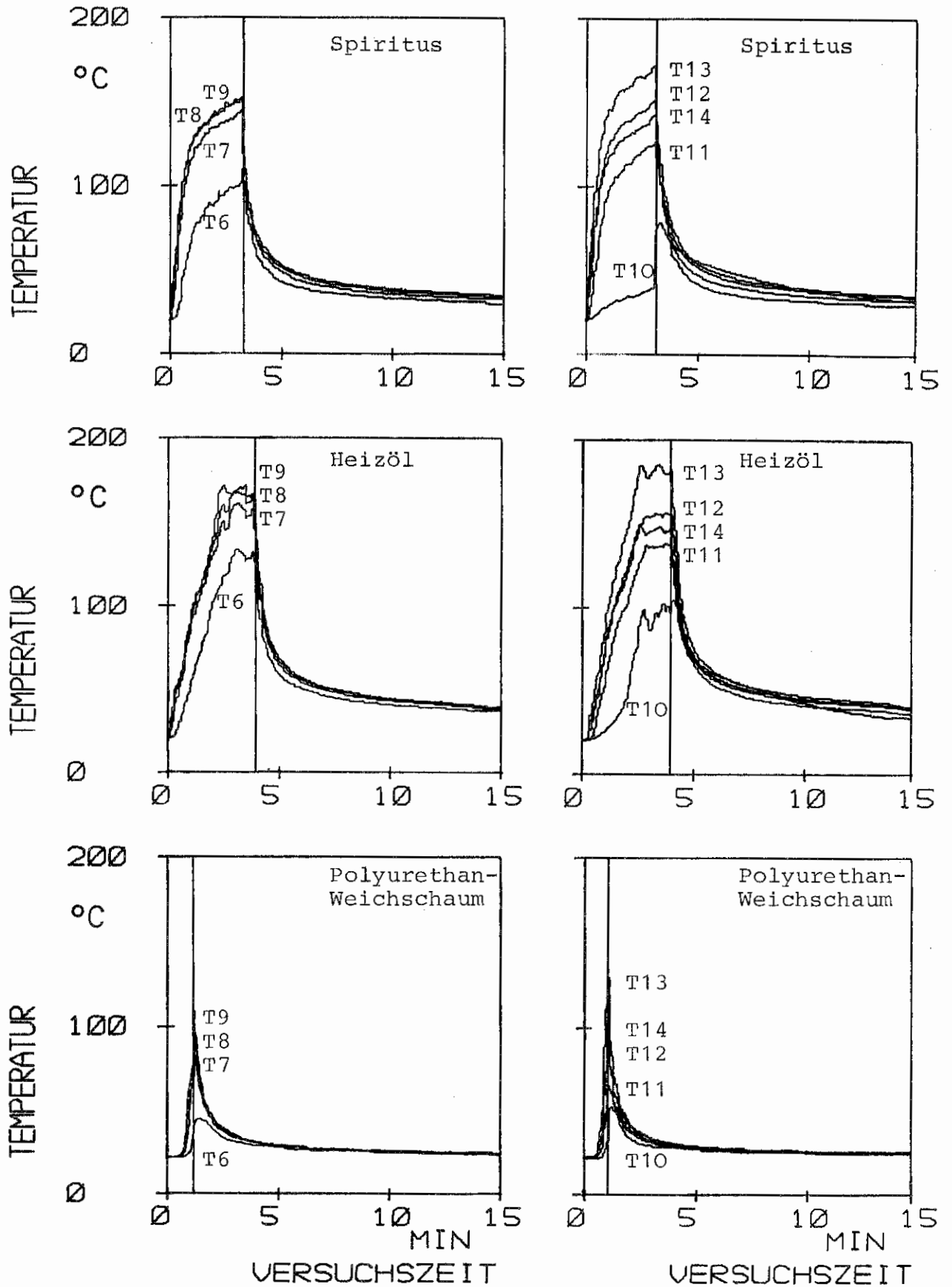


Bild 4. Zeitlicher Verlauf der örtlichen Temperaturen an den Meßstellen T6 bis T14 im Versuchsraum im Modellmaßstab.

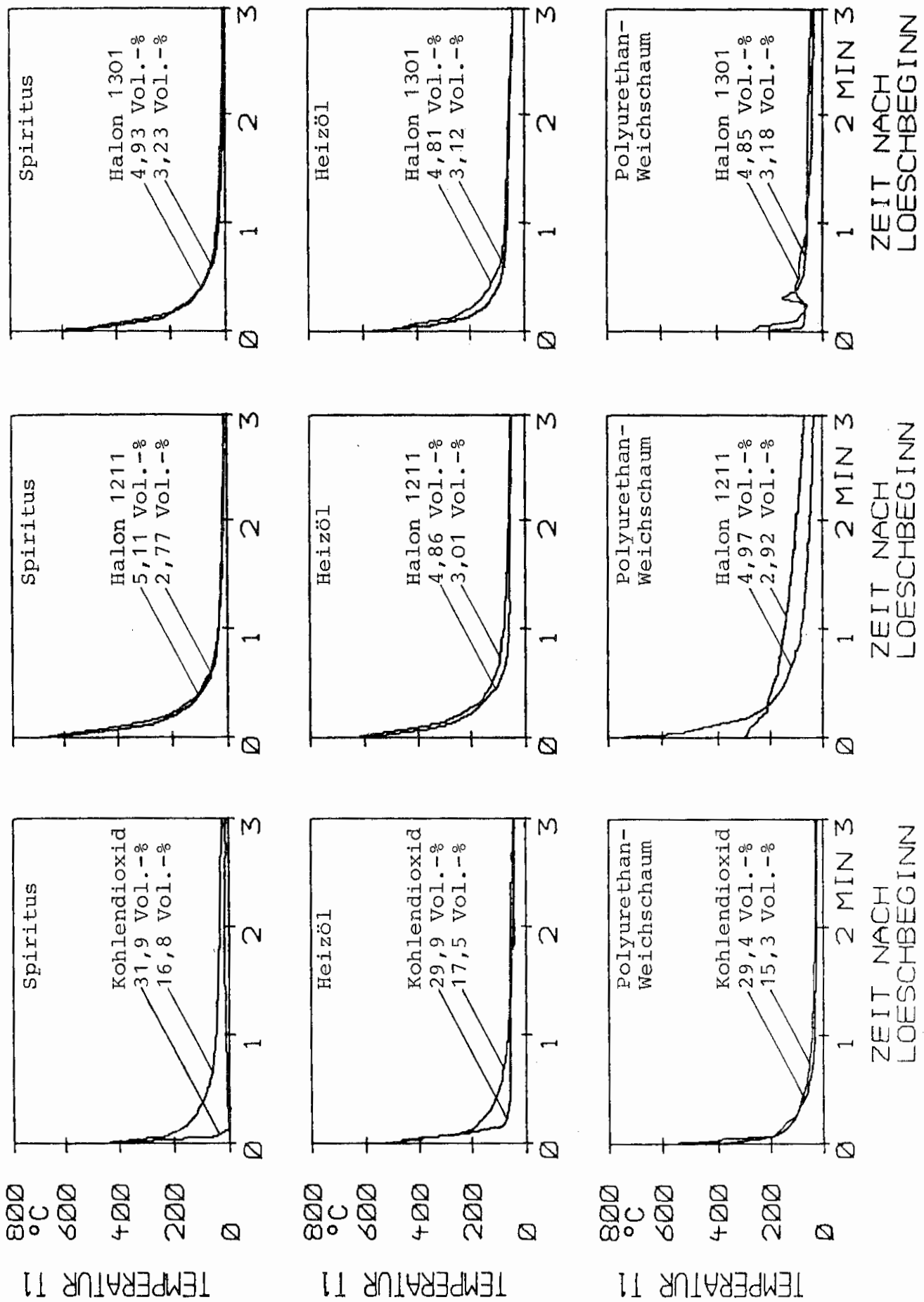


Bild 5. Zeitlicher Verlauf der örtlichen Temperaturen an der Meßstelle T1 nach dem Löschmitteleinsatz von CO₂, Halon 1211 und Halon 1301 im Versuchsraum im Modellmaßstab.

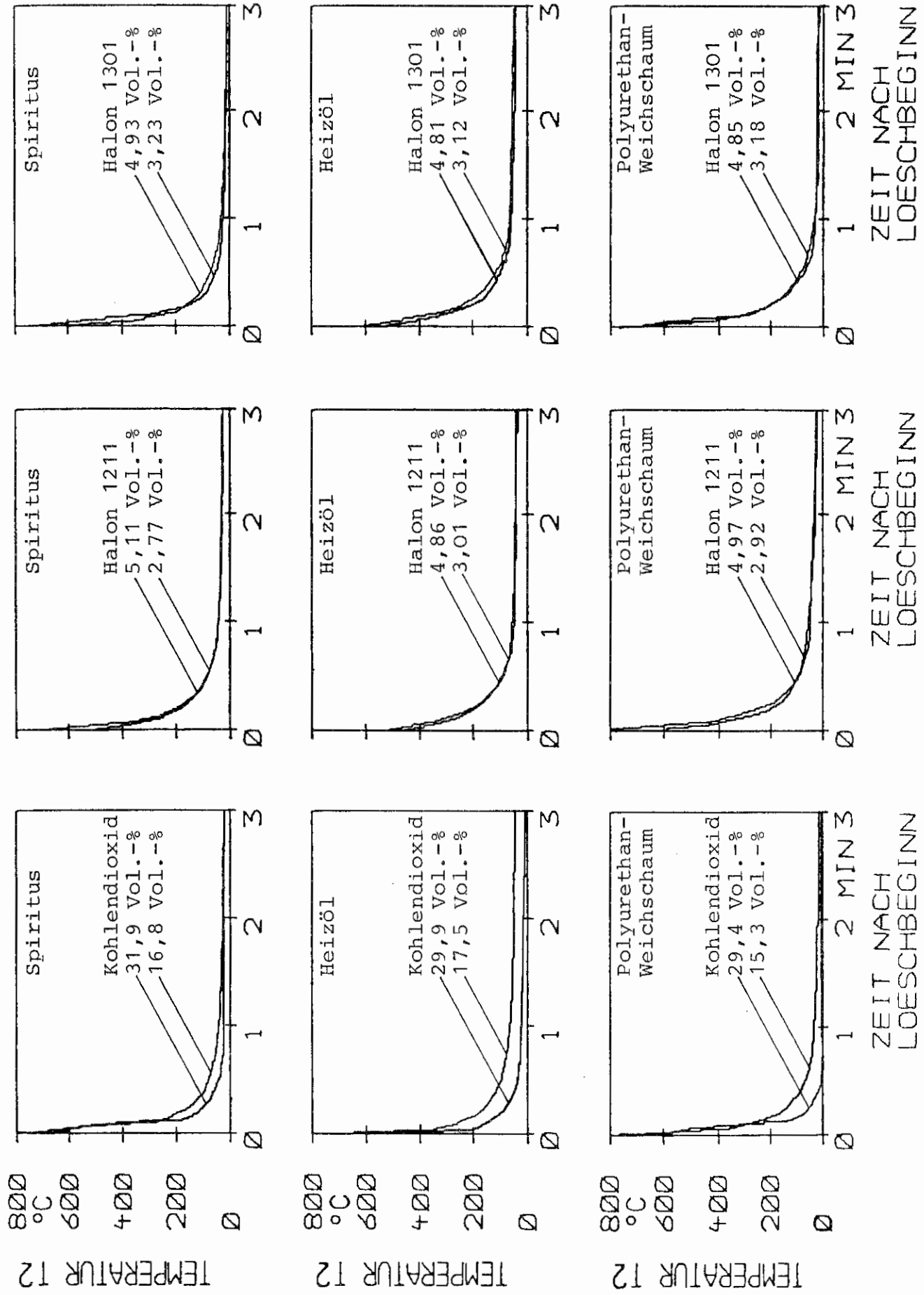
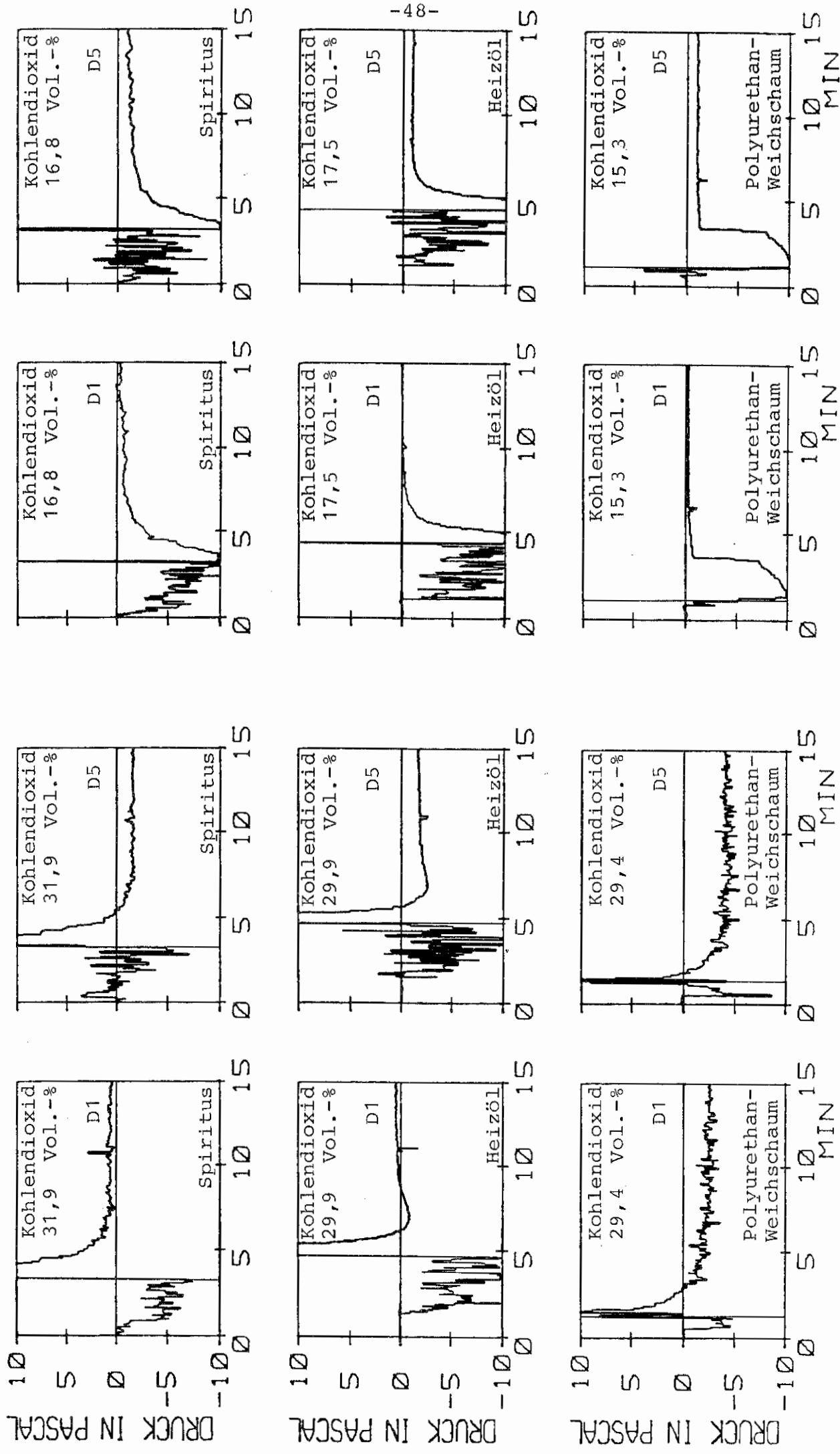
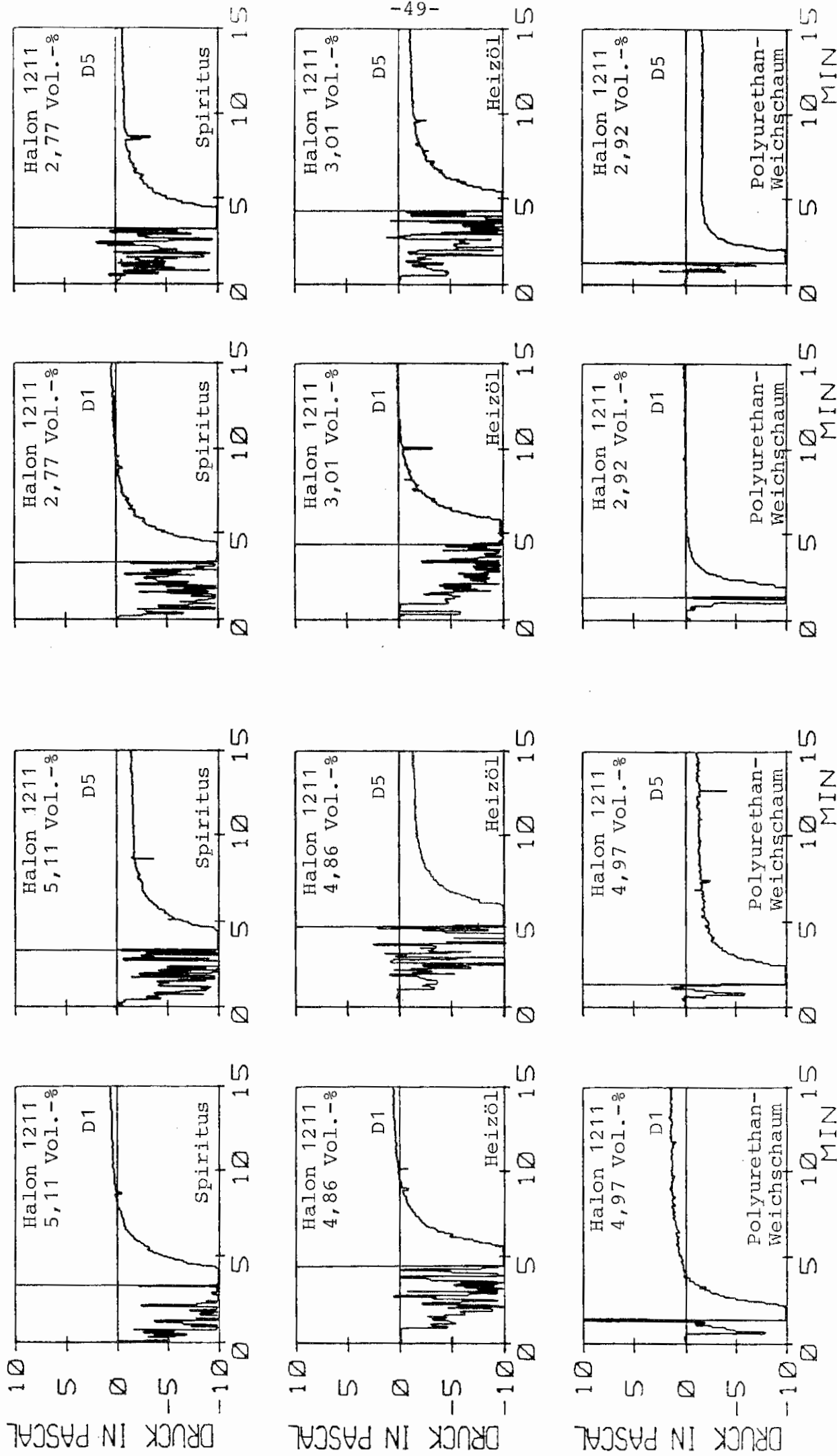


Bild 6. Zeitlicher Verlauf der örtlichen Temperaturen an der Meßstelle T2 nach dem Löschmitteleinsatz von CO₂, Halon 1211 und Halon 1301 im Versuchsraum im Modellmaßstab.



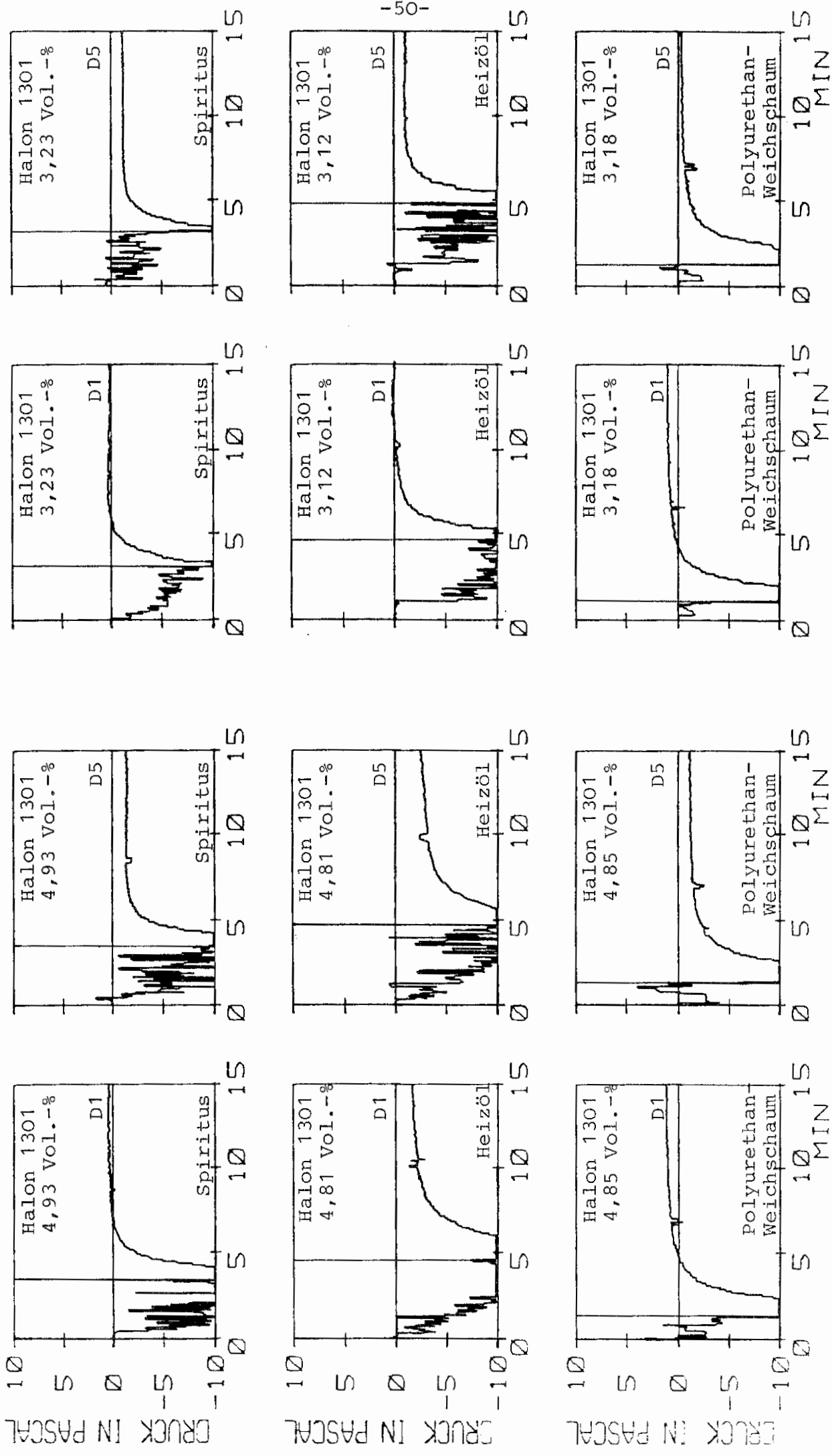
VERSUCHSZEIT VERSUCHSZEIT VERSUCHSZEIT

Bild 7. Druckdifferenz (Brandraum-Umgebung) in Abhängigkeit von der Versuchszeit an den Meßstellen D1 und D5 beim Einsatz von Kohlendioxid als Löschmittel bei den Brandstoffen Spiritus, Heizöl und PU-Weichschaum



VERSUCHSZEIT VERSUCHSZEIT VERSUCHSZEIT VERSUCHSZEIT

Bild 8. Druckdifferenz (Brandraum-Umgebung) in Abhängigkeit von der Versuchszeit an den Messtellen D1 und D5 beim Einsatz von Halon 1211 als Löschmittel bei den Brandstoffen Spiritus, Heizöl und PU-Weichschaum.



-50-

Bild 9. Druckdifferenz (Brandraum-Umgebung) in Abhängigkeit von der Versuchszeit an den Meßstellen D1 und D5 beim Einsatz von Halon 1301 als Löschmittel bei den Branstoffen Spiritus, Heizöl und PU-Weichschaum.

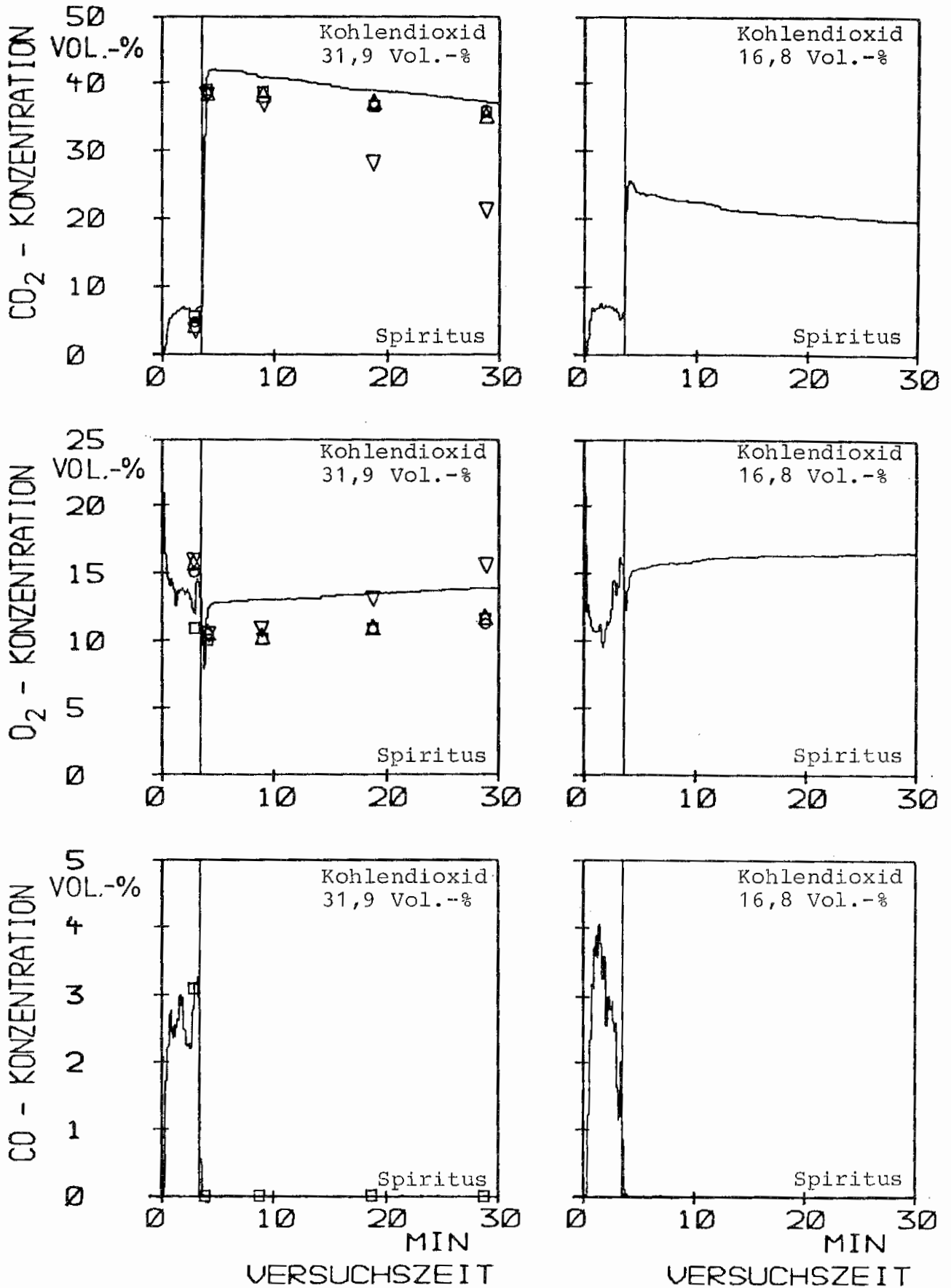


Bild 10.

Verlauf der örtlichen Konzentration von CO₂, O₂ und CO in Abhängigkeit von der Versuchszeit beim Einsatz von Kohlendioxid als Löschmittel und Spiritus als Brandgut im Versuchsraum im Modellmaßstab.

Kontinuierliche Messung: Meßstelle Nr.1 —

Gaschromatograph: Meßstelle Nr. 1 □ , Nr.2 ○ , Nr.3 △ , Nr.4 ▽ .

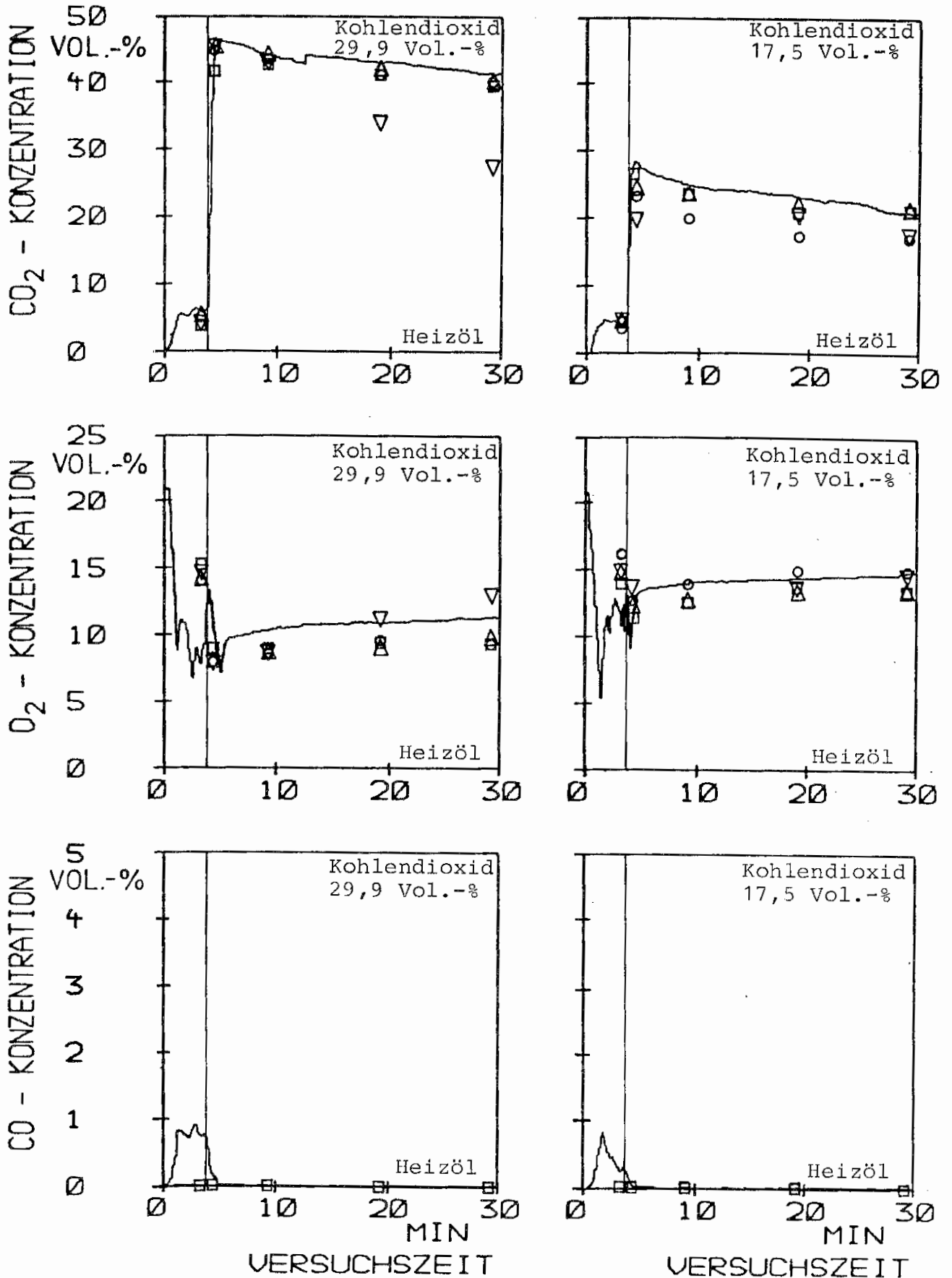


Bild 11.
Verlauf der örtlichen Konzentration von CO₂, O₂ und CO in Abhängigkeit von der Versuchszeit beim Einsatz von Kohlendioxid als Löschmittel und Heizöl als Brandgut im Versuchsraum im Modellmaßstab.
Kontinuierliche Messung: Meßstelle Nr.1 —
Gaschromatograph: Meßstelle Nr.1 □ , Nr.2 ○ , Nr.3 △ , Nr.4 ▽ .

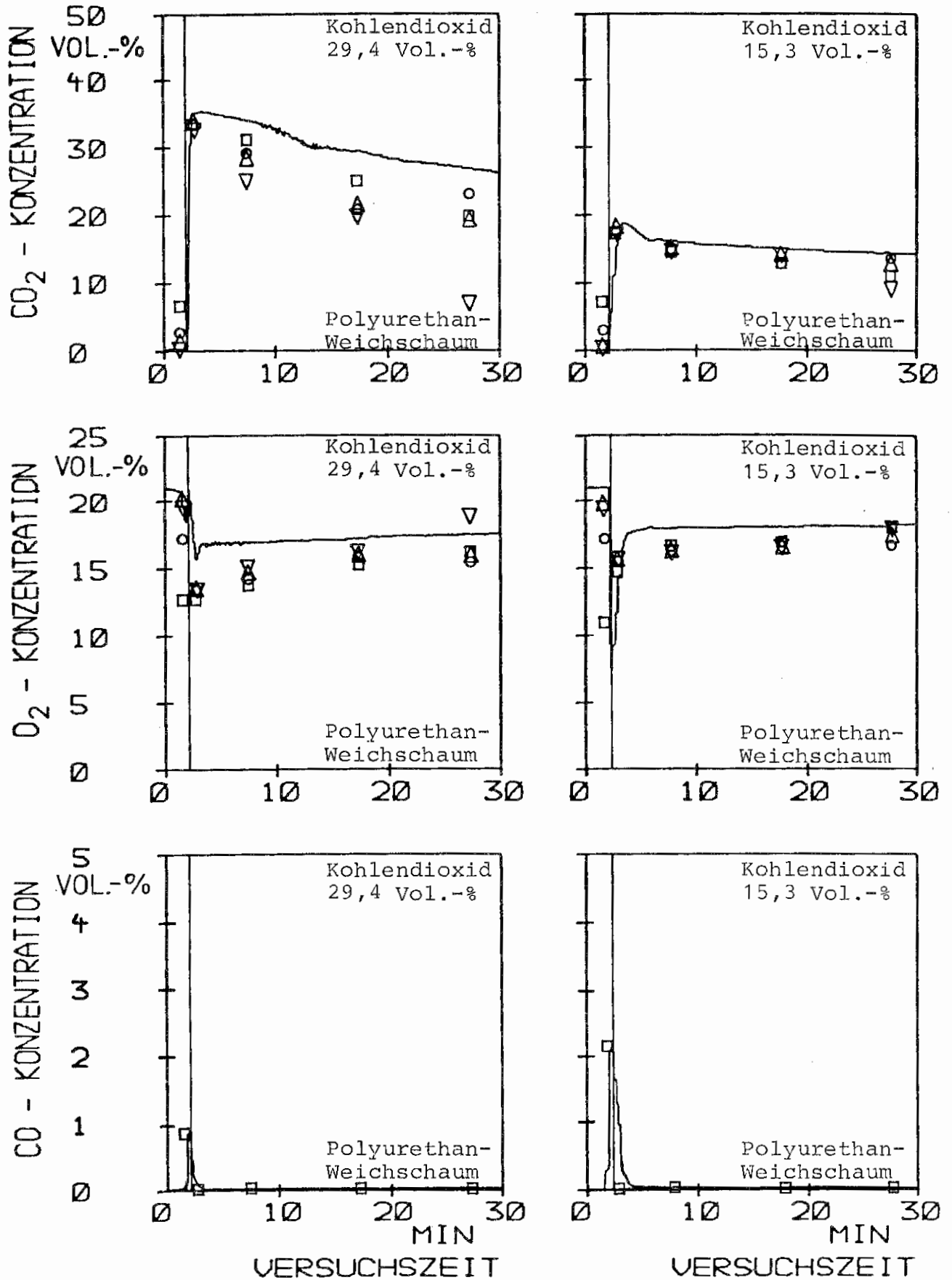


Bild 12.
 Verlauf der örtlichen Konzentration von CO₂, O₂ und CO in Abhängigkeit von der Versuchszeit beim Einsatz von Kohlendioxid als Löschmittel und Polyurethan-Weichschaum als Brandgut im Versuchsraum im Modellmaßstab.
 Kontinuierliche Messung: Meßstelle Nr.1 —
 Gaschromatograph: Meßstelle Nr.1 □ , Nr.2 ○ , Nr.3 △ , Nr.4 ▽ .

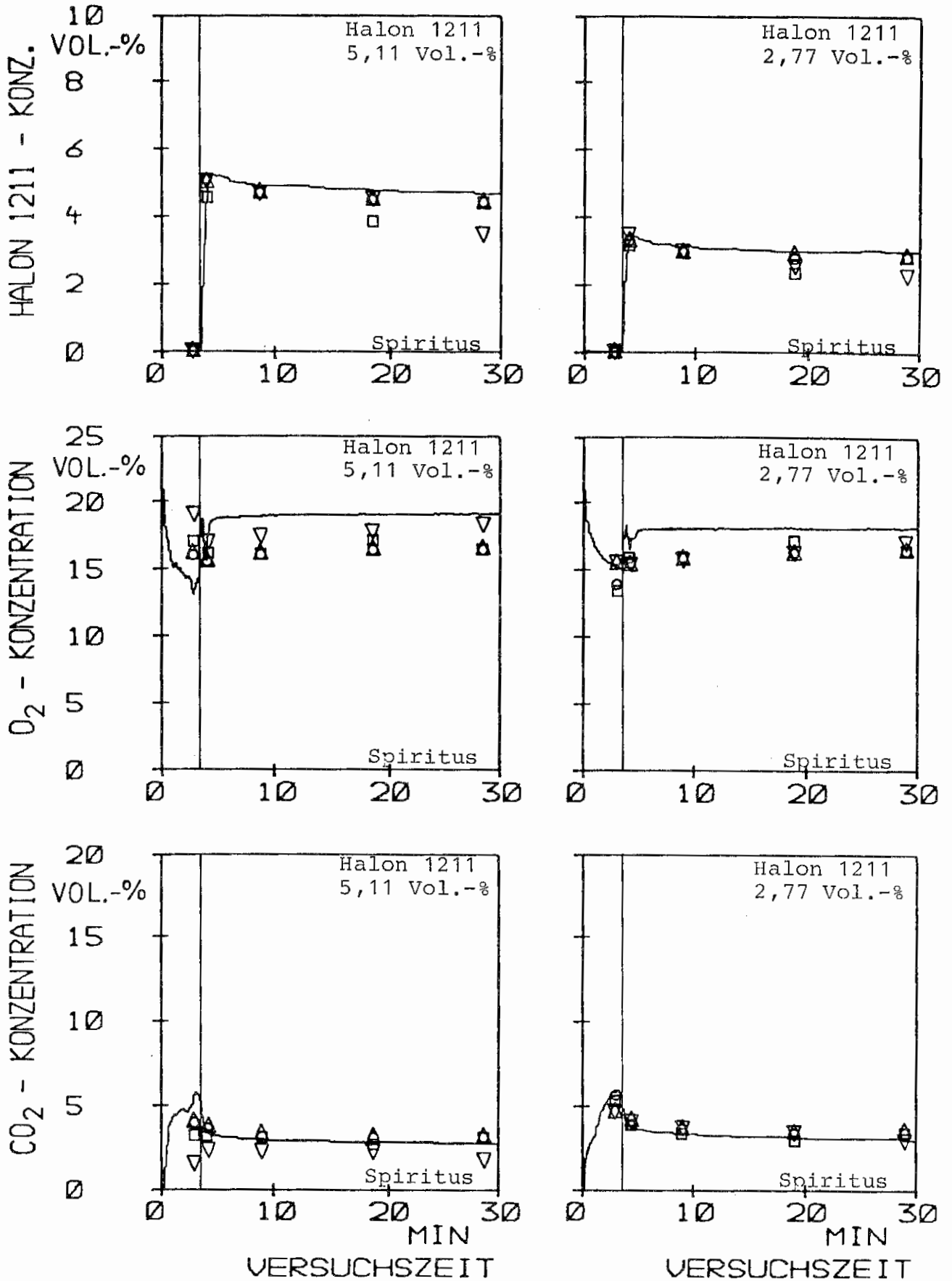


Bild 13.

Verlauf der örtlichen Konzentration von Halon 1211, O₂ und CO₂ in Abhängigkeit von der Versuchszeit beim Einsatz von Halon 1211 als Löschmittel und Spiritus als Brandgut im Versuchsraum im Modellmaßstab. Kontinuierliche Messung: Meßstelle Nr.1 — Gaschromatograph: Meßstelle Nr.1 □ , Nr.2 ○ , Nr.3 △ , Nr.4 ▽ .

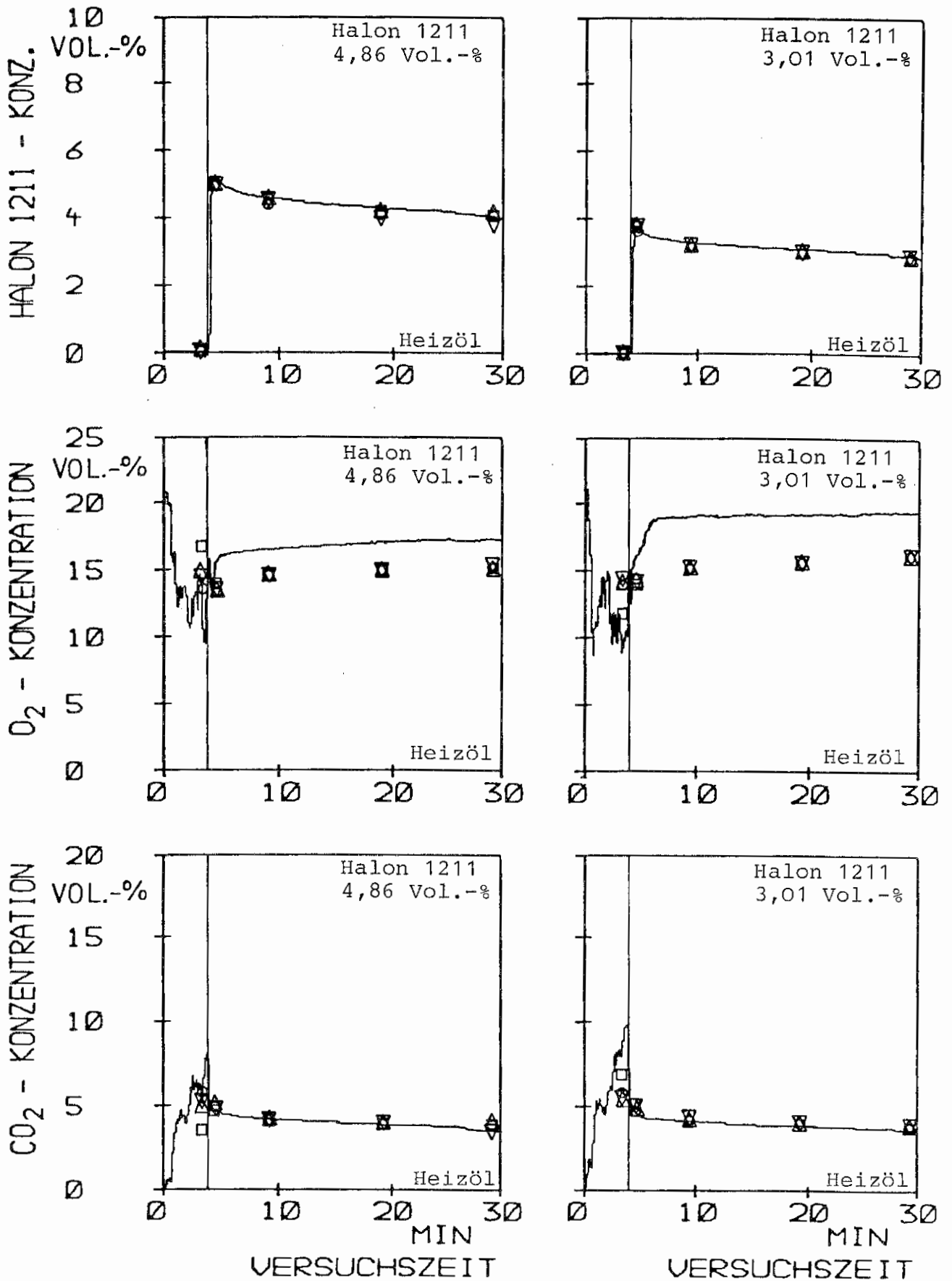


Bild 14.

Verlauf der örtlichen Konzentration von Halon 1211, O₂ und CO₂ in Abhängigkeit von der Versuchszeit beim Einsatz von Halon 1211 als Löschmittel und Heizöl als Brandgut im Versuchsraum im Modellmaßstab. Kontinuierliche Messung: Meßstelle Nr.1 —

Gaschromatograph: Meßstelle Nr.1 □ , Nr.2 ○ , Nr.3 △ , Nr.4 ▽ .

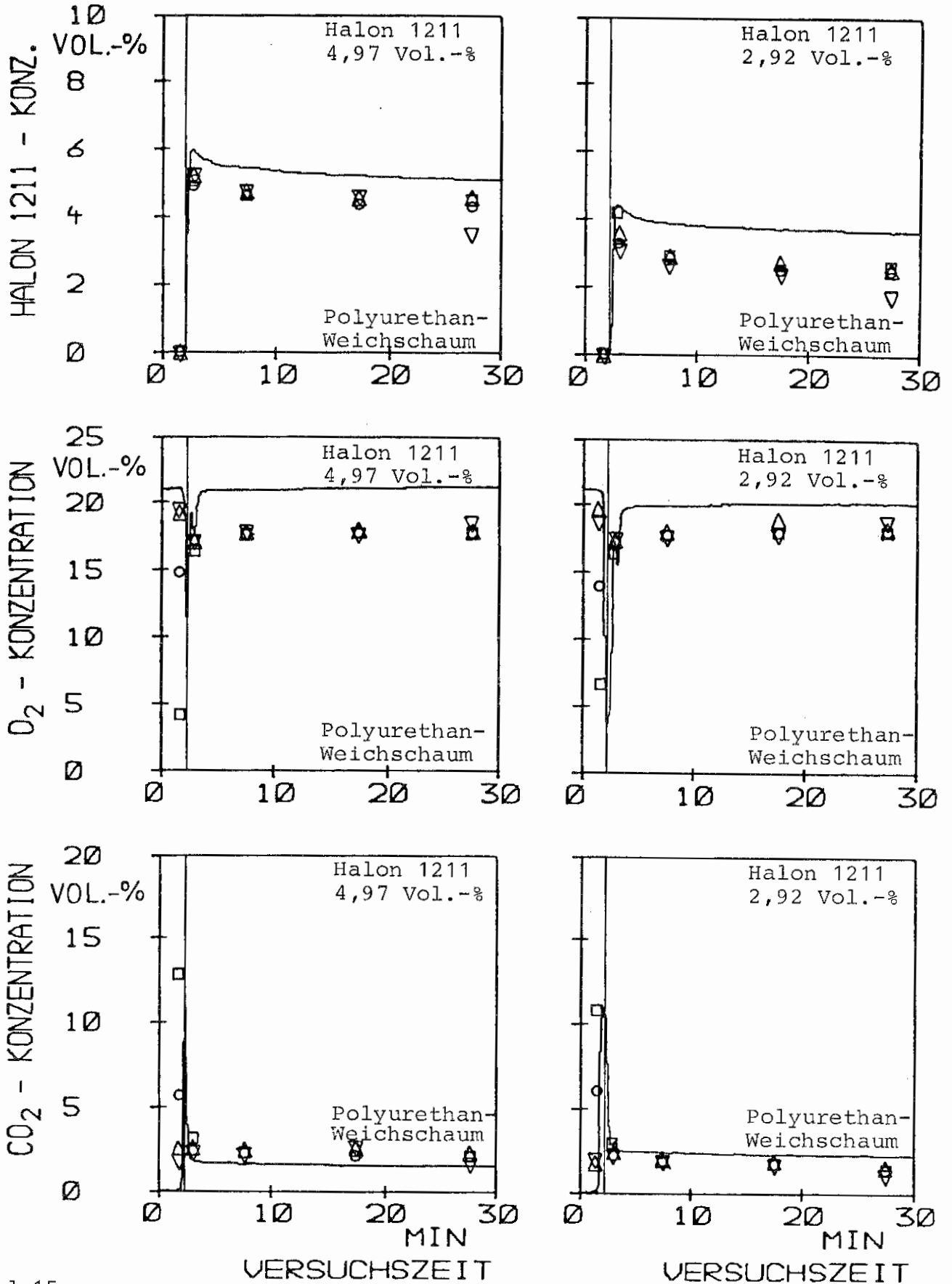


Bild 15.

Verlauf der örtlichen Konzentration von Halon 1211, O₂ und CO₂ in Abhängigkeit von der Versuchszeit beim Einsatz von Halon 1211 als Löschmittel und Polyurethan-Weichschaum als Brandgut im Versuchsraum im Modellmaßstab.

Kontinuierliche Messung: Meßstelle Nr.1 —

Gaschromatograph: Meßstelle Nr.1 □ , Nr.2 ○ , Nr.3 △ , Nr.4 ▽ .

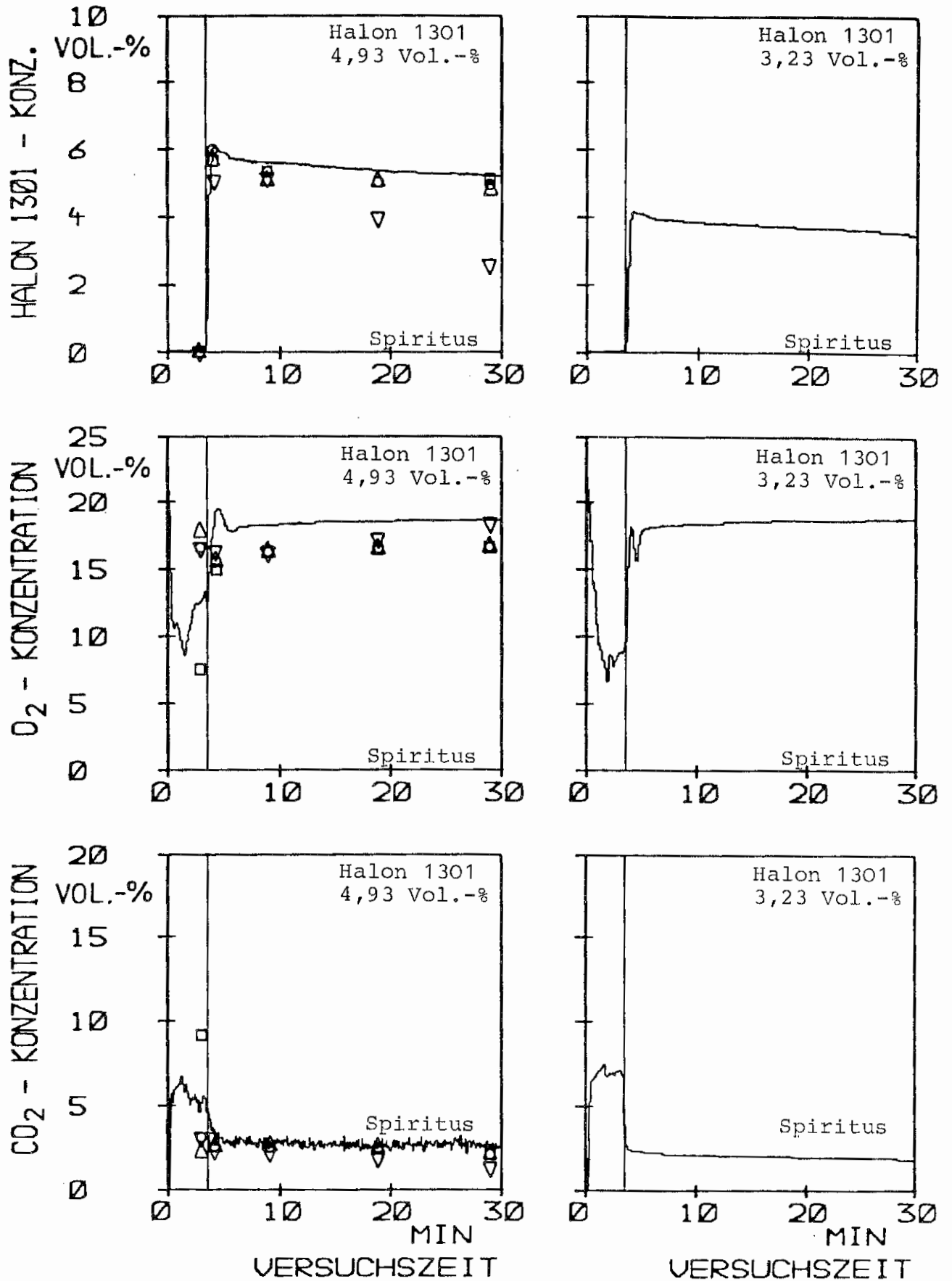


Bild 16.

Verlauf der örtlichen Konzentration von Halon 1301, O₂ und CO₂ in Abhängigkeit von der Versuchszeit beim Einsatz von Halon 1301 als Löschmittel und Spiritus als Brandgut im Versuchsraum im Modellmaßstab. Kontinuierliche Messung: Meßstelle Nr.1 —

Gaschromatograph: Meßstelle Nr.1 □ , Nr.2 ○ , Nr.3 △ , Nr.4 ▽ .

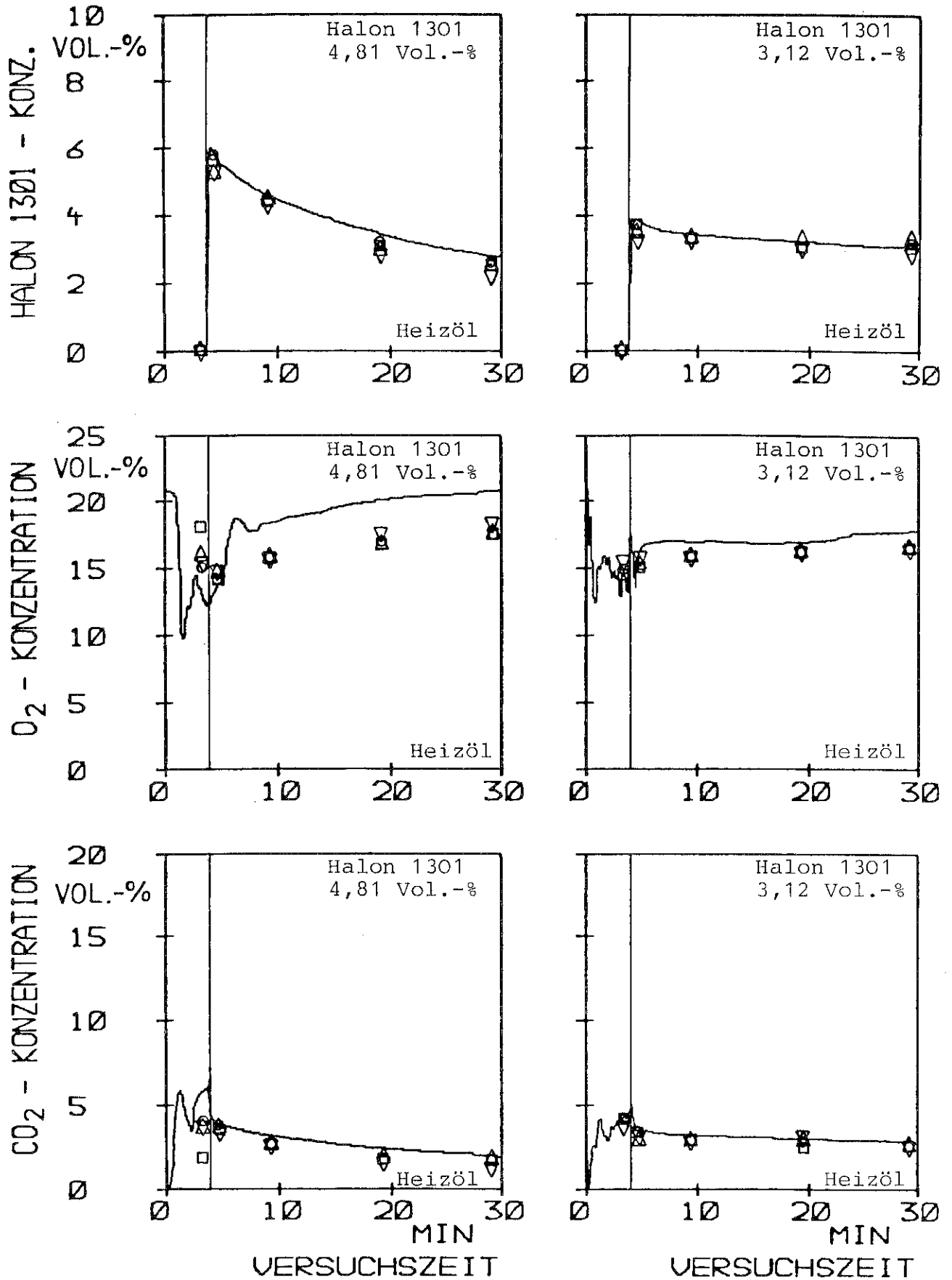


Bild 17.

Verlauf der örtlichen Konzentration von Halon 1301, O₂ und CO₂ in Abhängigkeit von der Versuchszeit beim Einsatz von Halon 1301 als Löschmittel und Heizöl als Brandgut im Versuchsraum im Modellmaßstab.

Kontinuierliche Messung: Meßstelle Nr.1 —

Gaschromatograph: Meßstelle Nr.1 □ , Nr.2 ○ , Nr.3 △ , Nr.4 ▽ .

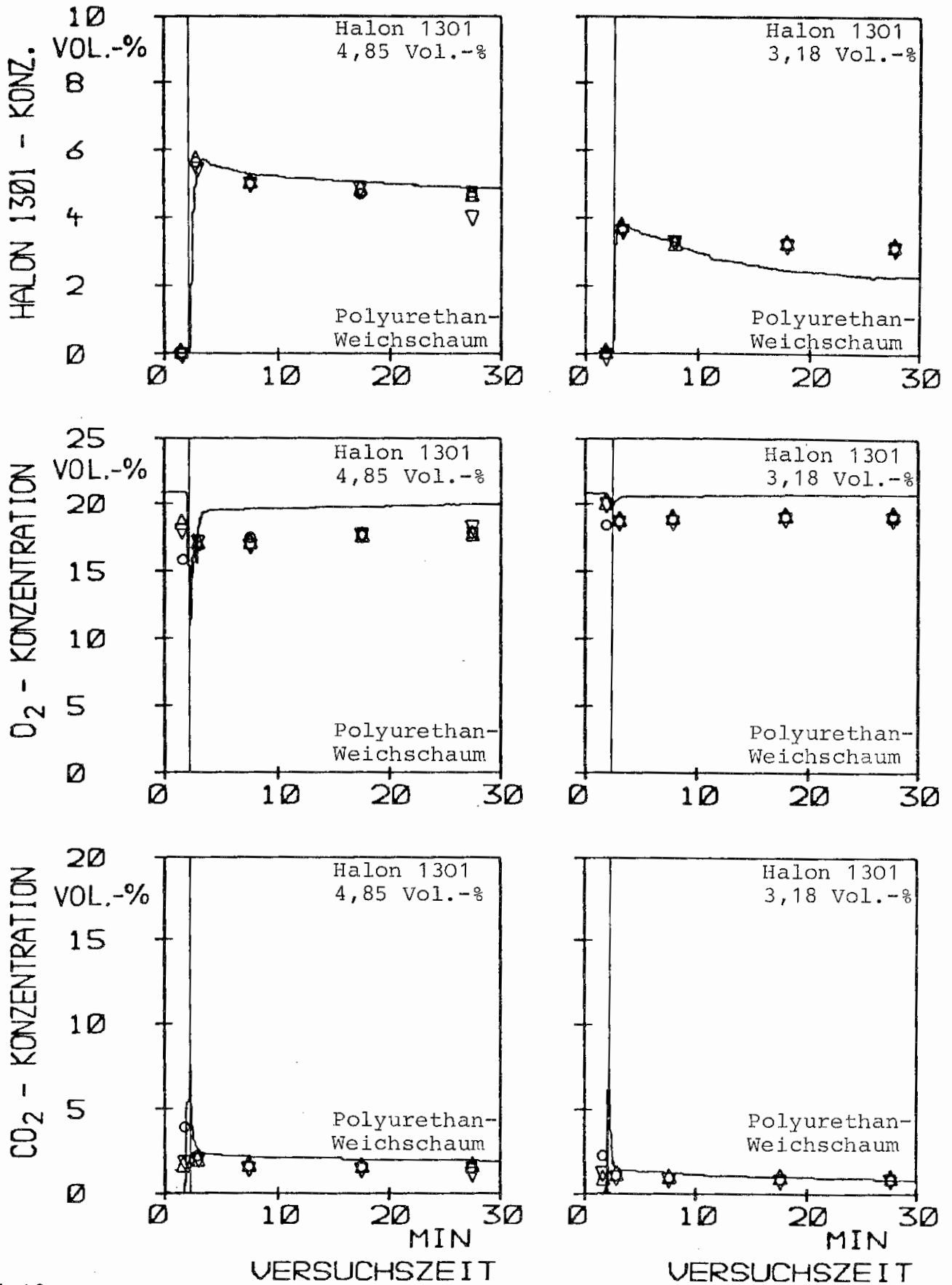


Bild 18.

Verlauf der örtlichen Konzentration von Halon 1301, O₂ und CO₂ in Abhängigkeit von der Versuchszeit beim Einsatz von Halon 1301 als Löschmittel und Polyurethan-Weichschaum als Brandgut im Versuchsraum im Modellmaßstab.

Kontinuierliche Messung: Meßstelle Nr.1 —

Gaschromatograph: Meßstelle Nr.1 □ , Nr.2 ○ , Nr.3 △ , Nr.4 ▽ .

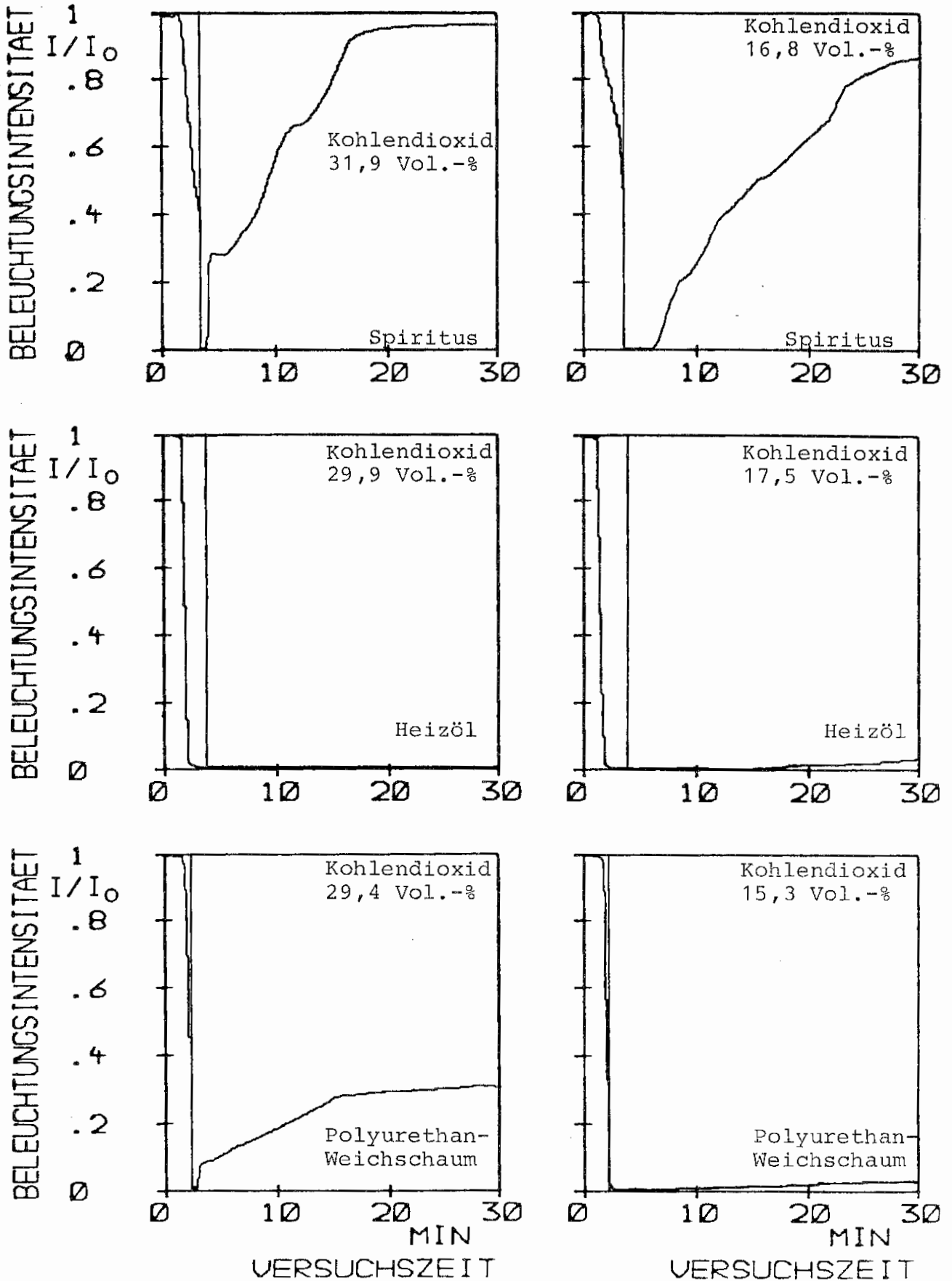


Bild 19.
Verlauf der Beleuchtungsintensität I/I_0 in Abhängigkeit von der Versuchszeit beim Einsatz von Kohlendioxid als Löschmittel und Spiritus, Heizöl und Polyurethan-Weichschaum als Brandgut im Versuchsraum im Modellmaßstab.

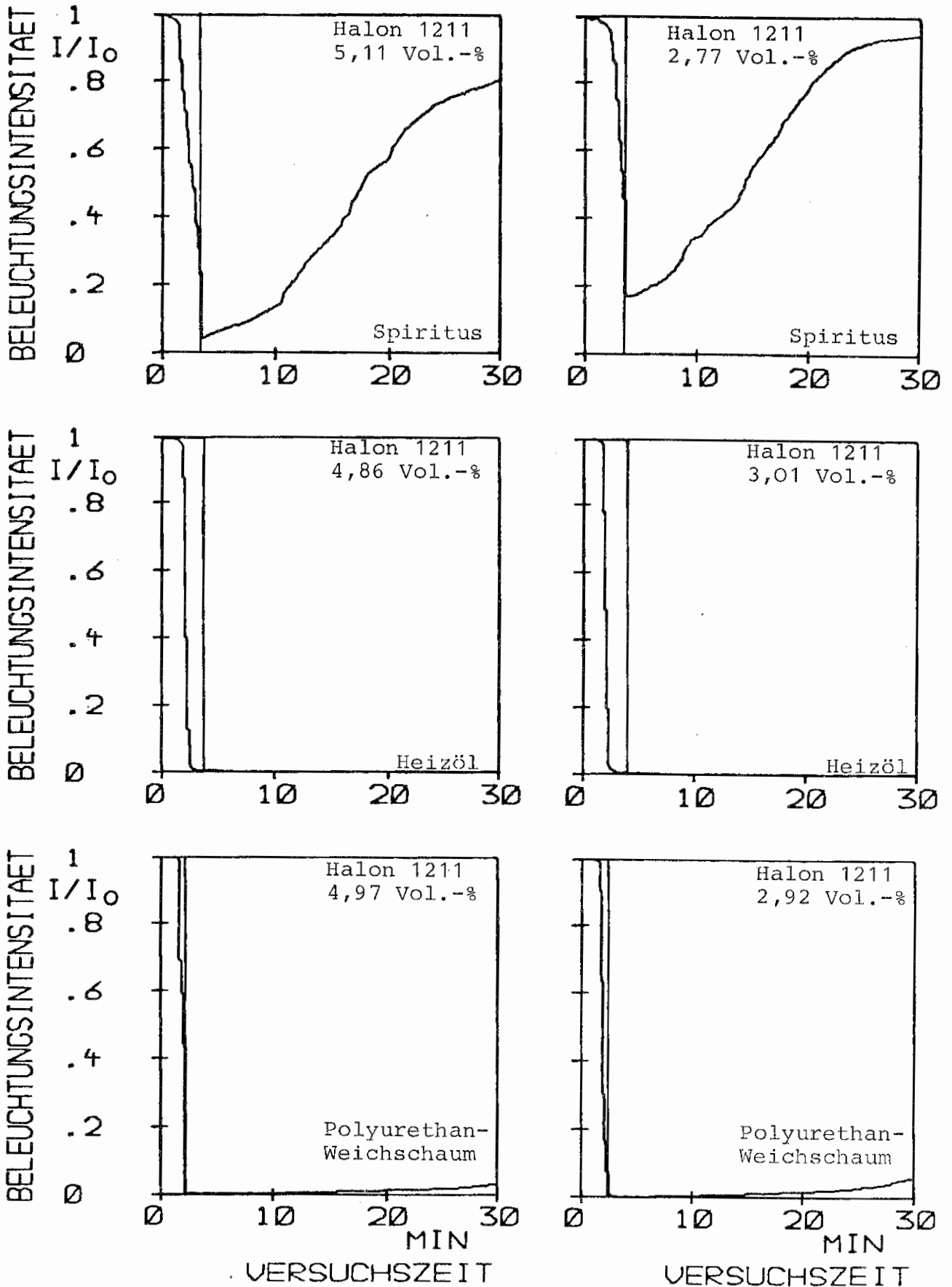


Bild 20.
Verlauf der Beleuchtungsintensität I/I_0 in Abhängigkeit von der Versuchszeit beim Einsatz von Halon 1211 als Löschmittel und Spiritus, Heizöl und Polyurethan-Weichschaum als Brandgut im Versuchsraum im Modellmaßstab.

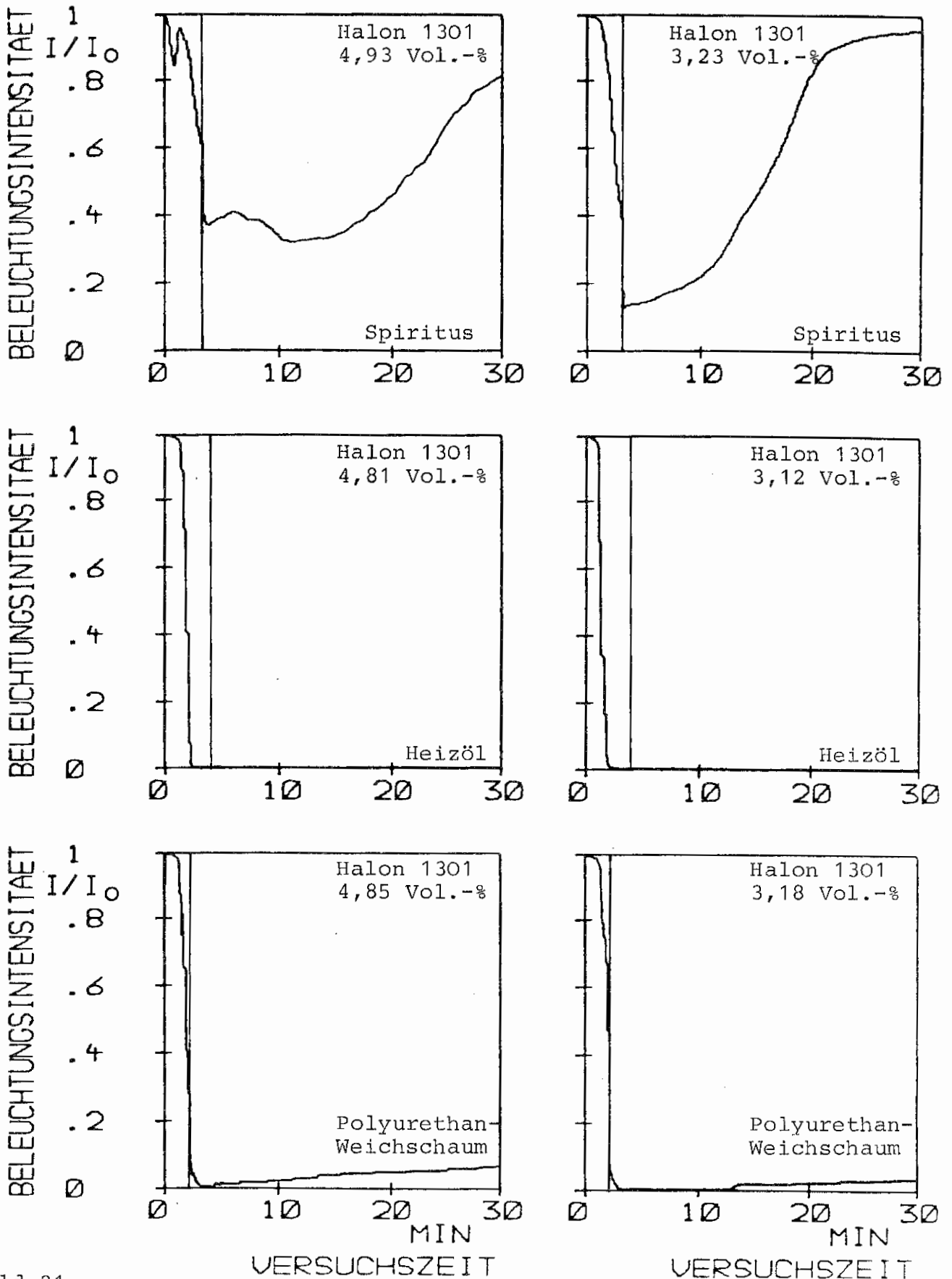


Bild 21.

Verlauf der Beleuchtungsintensität I/I_0 in Abhängigkeit von der Versuchszeit beim Einsatz von Halon 1301 als Löschmittel und Spiritus, Heizöl und Polyurethan-Weichschaum als Brandgut im Versuchsraum im Modellmaßstab.