

AGF

BERICHTE

ARBEITSGEMEINSCHAFT FEUERSCHUTZ

Brand- und Löschversuche in natürlichem Maßstab, um geeignete Löschmittel oder Kombinationen von Löschmitteln zu finden, die den bei der derzeitigen Brandbekämpfung üblichen Wasserschaden verringern könnten

29

ARBEITSGEMEINSCHAFT DER LANDESDIENSTSTELLEN
FÜR FEUERSCHUTZ IN DEN BUNDESLÄNDERN (AGF)

ARBEITSGEMEINSCHAFT FEUERSCHUTZ

AGF

Forschungsbericht Nr. 29

Brand- und Löschversuche in natürlichem Maßstab, um geeignete Löschmittel oder Kombinationen von Löschmitteln zu finden, die den bei der derzeitigen Brandbekämpfung üblichen Wasserschaden verringern könnten

Dipl.-Ing. Peter Fuchs

Im ersten Teil eines längerfristigen Forschungsauftrages zur Untersuchung von geeigneten Löschmitteln und -methoden, die den bei der derzeitigen Brandbekämpfung üblichen Wasserschaden verringern könnten, wurde ein Versuchsraum natürlicher Größe errichtet. Eine Waageplattform bildet den Zwischenboden dieses Versuchsraumes, so daß die Abbrandgeschwindigkeit während des Versuches bestimmt werden kann. Es wird die Temperaturverteilung im Versuchsraum gemessen und der Bedarf an Löschmitteln sowie die Schadenswassermenge bestimmt. Es wurden 4 Versuche mit je ca. 380 kg Holzkrippen als Brandgut durchgeführt, um die Reproduzierbarkeit der Versuchsergebnisse zu überprüfen.

Bei allen Versuchen konnte in etwa die gleiche Brandentwicklung beobachtet werden. Die Abbrandgeschwindigkeit betrug im Mittel $10,4 \text{ kg/min} \pm 0,3 \text{ kg/min}$. Beim Löschen des Brandes verdampften im Mittel etwa 101 l Wasser, was einem Wärmeentzug von ca. 262 900 KJ entspricht. Die Schadenswassermenge schwankte zwischen 57 l (bei Versuch Nr. 4) und 240 l (bei Versuch Nr. 3). Die Untersuchungen werden mit Möbeln als Brandlast fortgesetzt.

ARBEITSGEMEINSCHAFT FEUERSCHUTZ
AGF

Forschungsbericht Nr. 29

Brand- und Löschversuche in natürlichem Maßstab, um geeignete Löschmittel oder Kombinationen von Löschmitteln zu finden, die den bei der derzeitigen Brandbekämpfung üblichen Wasserschaden verringern könnten

von
Dipl.-Ing. Peter Fuchs

Forschungsstelle für Brandschutztechnik
an der Universität Karlsruhe (TH)

Karlsruhe
Oktober 1975

FA.Nr. 66 (2/74)

INHALTSVERZEICHNIS

| | | Seite |
|--------|---|-------|
| 1. | EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG | 1 |
| 2. | BESCHREIBUNG DER VERSUCHSANLAGE | 1 |
| 2.1. | Versuchsraum | 1 |
| 2.2. | Konstruktion der Wägeeinrichtung | 2 |
| 2.3. | Temperaturmessung | 3 |
| 2.4. | Bestimmung der Schadenswassermenge | 3 |
| 2.5. | Messungen mit einem Strahlungs-pyrometer | 4 |
| 3. | VERSUCHSDURCHFÜHRUNG | 4 |
| 4. | VERSUCHSAUSWERTUNG UND DISKUSSION DER VERSUCHSERGEBNISSE | 6 |
| 4.1. | Brandentwicklung | 6 |
| 4.2. | Löschvorgang | 8 |
| 4.2.1. | Versuch Nr. 1 und 2 | 8 |
| 4.2.2. | Versuch Nr. 3 | 8 |
| 4.2.3. | Versuch Nr. 4 | |
| 4.3. | Abschätzen der Mindestlöschwassermenge | 10 |
| 5. | ZUSAMMENFASSUNG | 11 |
| 6. | LITERATURVERZEICHNIS | 12 |
| 7. | TABELLE UND BILDER | 13 |

1. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG

Bei der heute üblichen Art der Brandbekämpfung, insbesondere von Zimmerbränden kommt es immer wieder vor, daß der durch überschüssiges Löschwasser entstandene Schaden einen erheblichen Anteil am Gesamtschaden ausmacht. Im Rahmen eines längerfristigen Forschungsauftrages sollen daher geeignete Löschmittel und -methoden zur Brandbekämpfung gefunden werden, die den Wasserschaden verringern könnten. Dazu werden Brand- und Löschversuche in einem Versuchsraum natürlicher Größe durchgeführt, wobei der Brand in Zusammenarbeit mit der Berufsfeuerwehr Karlsruhe möglichst praxisnah gelöscht wird.*) Die hier vorliegende Arbeit beschreibt den ersten Teil, der sich mit dem Aufbau einer Versuchsanlage und ersten Versuchen mit Holzkrippen als Brandgut befaßt.

2. BESCHREIBUNG DER VERSUCHSANLAGE

2.1. Versuchsraum

Für die Beurteilung der Löschwirkung verschiedener Löschmittel ist es wesentlich, daß für jeden Versuch vergleichbare Versuchsbedingungen vorliegen. Von dieser Überlegung ausgehend, wurde eine Versuchsanlage zur Simulation von Zimmerbränden im Maßstab 1:1 erstellt. Sie wurde so angelegt, daß alle Daten, die für die Beurteilung der Größe und des Verlaufs eines Brandes wichtig sind, gemessen werden können. Verschiedene Autoren [1], [2], [3] haben ähnliche Brand- und Löschversuche durchgeführt, und dabei den Brand zu einem bestimmten Zeitpunkt, z.B. 2 Minuten nach dem Flammenübersprung, abgelöscht. Der Zeitpunkt des Löschangriffes wird hier von der Brandentwicklung während des Versuches bestimmt und erfolgt, wenn ca. 40 % der Brandlast verbrannt sind.

*) Für die wertvolle Mitarbeit sei hier der Berufsfeuerwehr Karlsruhe besonders gedankt.

Ein Versuchsraum mit ca. $12,8 \text{ m}^2$ Grundfläche und einer Gesamthöhe von ca. 2,80 m wurde erstellt. Ein Zwischenboden wurde als Waageplattform konstruiert, so daß die lichte Höhe im Raum ca. 2,20 m beträgt. Bild 1 zeigt den Grundriß des Raumes mit Anordnung der Waagebalken und des Zwischenbodens. Bauliche Gegebenheiten in der Versuchshalle, in der dieser Versuchsraum gebaut wurde, ließen keine andere Gestaltung des Grundrisses zu. Die Wände sind aus Gasbetonsteinen von 15 cm Dicke gemauert und innen mit 15 mm starken Asbestzementplatten verkleidet. Die Decke besteht aus einer Stahlkonstruktion, an der ebenfalls feuerfeste Asbestzementplatten angebracht sind. Eine Betonwanne bildet den Boden des Versuchsraumes, wobei ein Abflußrohr nach außen gelegt wurde, so daß sich ansammelndes Wasser abgepumpt und mengenmäßig erfaßt werden kann. Unter einer etwa 1 m x 1,5 m großen Öffnung im ersten Obergeschoß der Versuchshalle befindet sich das Fenster des Versuchsraumes. Durch diese Öffnung im ersten Obergeschoß können die aus dem Fenster austretenden Rauchgase ungehindert abziehen. Das Fenster beginnt in einer Höhe von ca. 70 cm über dem Zwischenboden und ist 1 m hoch und 1 m breit. Durch eine feuerhemmende einflügelige Stahltür mit den Abmessungen 90 cm x 200 cm (B x H), die zusätzlich innen mit Asbestzementplatten verkleidet ist, kann der Versuchsraum betreten werden.

2.2. Konstruktion der Wägeeinrichtung

Auf drei Kraftmeßdosen, die nach dem Prinzip der Dehungsmeßstreifen arbeiten, lagern zwei Waagebalken. In Bild 1 sind die Kraftmeßdosen mit K1, K2 und K3 bezeichnet. Auf diesen Waagebalken ist ein Zwischenboden so aufgelegt, daß der Schwerpunkt des Zwischenbodens und des von den 3 Kraftmeßdosen gebildeten Dreiecks übereinstimmen. Eine der Kraftmeßdosen, in Bild 1 mit K1 bezeichnet, ist fest im Boden verankert, während die beiden anderen auf Gleitlagern montiert

sind, um kleine horizontale Verschiebungen des Zwischenbodens zu ermöglichen. Durch diese Anordnung sind thermische Ausdehnungen der Waagebalken oder des Zwischenbodens möglich, ohne daß die Messungen beeinträchtigt werden. Über einen Trägerfrequenz-Meßverstärker wird das Meßsignal, das durch Widerstandsänderung der Dehungsmeßstreifen in den Kraftmeßdosen erzeugt wird, auf einem Linienschreiber kontinuierlich aufgezeichnet. Das Auflösevermögen der Waage ist besser als 5 N. Damit kann während eines Versuches die zeitliche Gewichtsänderung infolge Abbrand der Brandstoffe genau bestimmt werden.

2.3. Temperaturmessung

Zur Messung der Temperaturverteilung im Raum sind insgesamt 24 Mantelthermoelemente aus Chromel-Alumel mit einem Durchmesser von 1,6 mm im Versuchsraum angebracht. Die an den Wänden und am Zwischenboden angeordneten Thermoelemente liegen unmittelbar an diesen Bauteilen an. Die in einem Abstand von ca. 5 cm unter der Decke befindlichen Thermoelemente sind mit Blechscheiben versehen, die die Ansprechempfindlichkeit verringern. Die Verteilung der Temperaturmeßstellen im Versuchsraum ist aus Bild 2 zu ersehen. Die Thermoelemente T7, T8 und T13 dienen zur Überprüfung der Temperatur an verschiedenen Konstruktionselementen des Versuchsraumes, wie z.B. Waagebalken, Bodenwanne und Deckenkonstruktion.

2.4. Bestimmung der Schadenswassermenge

Als Schadenswasser wird die Menge des Löschwassers bzw. Löschmittels angesehen, die nach dem Löschvorgang auf dem Zwischenboden verbleibt und die, die vom Boden des Raumes abgesaugt wird. Der Teil des Löschwassers, der während

des Löschens die Wände des Versuchsraumes abkühlte, trug nichts zur Schadenswassermenge bei, da die Temperatur der Wände nach dem Löschen noch höher als 100°C war und das Wasser deshalb verdampfte.

2.5. Messungen mit einem Strahlungs-pyrometer

Im Abstand von ca. 6 m ist vor dem Fenster des Versuchsraumes ein Strahlungs-pyrometer angeordnet. Während des Brandes wird die Wärmestrahlung gemessen, die von einer die Fensteröffnung ausfüllenden Kreisfläche ausgeht. Das Abklingen der Strahlung während des Löschens wird zum einen von der Geschwindigkeit bestimmt, mit der die Flammen erstickt werden und zum andern aber auch von der beim Löschen auftretenden Dampf- und Schwelgasentwicklung. Der Dampf absorbiert die Strahlung der Flammen, so daß keine exakten Rückschlüsse auf das Löschen des Brandes mittels einer Messung mit dem Strahlungs-pyrometer möglich sind.

3. VERSUCHSDURCHFÜHRUNG

Bei allen Versuchen wurden als Brandlast zweiseitig gehobelte Stäbe aus Kiefernholz quadratischen Querschnitts mit einer Kantenlänge $b = 2\text{ cm}$ und eine Länge $L = 42\text{ cm}$ verwendet. Je 98 Stäbe wurden in 14 Lagen à 7 Stück zu insgesamt 40 Krippen aufgebaut, was eine Brandlast von ca. 380kg ergab. Der horizontale Stababstand S in der Krippe betrug $2 \times b = 4\text{ cm}$. Der Abstand der Krippen untereinander und zur Wand betrug im Mittel ca. 10 cm (siehe Bild 3). Die Krippen wurden so angeordnet, daß ein Vergleich mit anderen Versuchen möglich ist [4],[5]. Aus der geometrischen Anordnung einer Krippe errechnet sich die zur Zeit $t = 0$ der Verbrennung zur Verfügung stehenden Oberfläche A_s einer Krippe zu [6]:

$$A_s = n \cdot b [N (4 L + 2 b - 2 nb) + 2 nb - L] \quad (1)$$

Hierin ist:

- n Anzahl der Stäbe pro Lage
- N Anzahl der Lagen
- b Kantenlänge eines Stabes
- L Länge eines Stabes

Mit $n = 7$, $N = 14$, $b = 2$ cm und $L = 42$ cm errechnet sich A_s für 1 Krippe zu

$$A_s = 2,803 \text{ m}^2$$

Bei 40 Krippen ergibt sich A_s zu $112,1 \text{ m}^2$. Die Brandbelastung beträgt ca. $31,7 \text{ kg/m}^2$ bzw. 126.800 kcal/m^2 .

Die Zündung erfolgte stets an der gleichen Stelle am Eingang mittels 50 ml Spiritus, der sich in einer 100 mm x 100 mm x 10 mm großen Blechschale befand (siehe Bild 4). Die Spiritusmenge wurde so gering gewählt, um die anfängliche Brandentwicklung nicht zu heftig werden zu lassen. Damit wird sichergestellt, daß die bei diesen Versuchen auftretende Brandentwicklung derjenigen eines zufälligen, durchschnittlichen Zimmerbrandes angenähert entspricht. Die Tür wurde nach Entzünden des Spiritus geschlossen. Durch die Fensteröffnung konnte der Brand gut beobachtet werden. Die Zeitspanne von der Zündung bis zum Flammenübersprung (flash over) betrug zwischen 27 und 34 Minuten. Nach dem Flammenübersprung dauerte es noch 11 bis 13 Minuten bis ca. 40 % des Brandgutes verbrannt waren. Zu diesem Zeitpunkt erfolgte der Löschangriff. Das Ablöschen des Brandes wurde bei allen Versuchen von der gleichen Person vorgenommen. Damit wird vermieden, daß die Versuchsergebnisse von der Geschicklichkeit der mit dem Löschen beauftragten Person abhängen, wie dies bei früheren Versuchen

festgestellt wurde [2]. Abweichend von der Praxis wurde hier allerdings das Brandgut im Raum belassen und jedes Wiederaufflammen sofort gelöscht. Dadurch verlängerte sich die Löschzeit, d.h. die Zeitspanne, nach der der Brand als vollkommen gelöscht galt, auf bis zu 25 Minuten (Versuch Nr. 3). In der Praxis würde der Raum sobald wie möglich betreten und vom Brandgut geräumt werden. Dies konnte hier nicht zugelassen werden, da es sonst nicht möglich gewesen wäre, die Schadenswassermenge auf dem Zwischenboden zu bestimmen. Es wurden insgesamt 4 Versuche durchgeführt. Das Ziel dieser ersten Versuche war es

1. die Reproduzierbarkeit der Versuchsergebnisse zu bestimmen
2. Auskunft über das Verhalten der Versuchsanlage bei der hier verwendeten Brandlast zu bekommen
3. Hinweise auf die Durchführung nachfolgender Versuche mit alten Möbeln als Brandlast zu erhalten.

Insofern sind die hier durchgeführten Experimente als Vorversuche zu betrachten.

Bei Versuch Nr. 1 und Nr. 2 wurde Wasser als Löschmittel verwendet, das mit einem Druck von ca. 5 bar mittels einem C-Mehrzweckstrahlrohr nach DIN 14 365, kurz CM-Strahlrohr, auf das Brandgut aufgegeben. Bei Versuch Nr. 3 wurde Schwertschaum zum Ablöschen des Brandes verwendet und bei Versuch Nr. 4 Wasser, das bei 35 - 40 bar mit einem handelsüblichen Strahlrohr mit Pistolen-Handgriffhebel versprüht wurde.

4. VERSUCHSAUSWERTUNG UND DISKUSSION DER VERSUCHSERGEBNISSE

4.1. Brandentwicklung

Für die Beurteilung der Brandentwicklung wurden der Temperaturanstieg im Versuchsraum und die Abbrandverläufe herange-

zogen. Der Zeitpunkt des flash over während eines Versuches ist am starken Anstieg der Temperatur an der Meßstelle T 17, das ist die Meßstelle an der Decke über der Zündquelle, zu erkennen. In den Bildern 5 bis 8, in denen der zeitliche Verlauf der Temperatur an den Meßstellen T 14, T 17, T 18 und T 21 im Versuchsraum dargestellt ist, ist dieser Zeitpunkt mit t_{fl} bezeichnet. Wie aus diesen Bildern zu ersehen ist, kann ab $t = t_{fl}$ ein konstanter Brandverlauf angenommen werden. Die Bilder 9 bis 12 zeigen den zeitlichen Verlauf an den Meßstellen T 1, T 4, T 6 und T 11. Da die an gleichen Meßstellen gemessenen Temperaturen bei allen Versuchen nahezu identisch waren, wurden wegen der Übersichtlichkeit in den Bildern 5 bis 12 nur einige charakteristische Temperaturverläufe dargestellt. Die Temperatur an der Meßstelle T 6 ist bei allen Versuchen deutlich höher als die an den Stellen T 1 und T 4, die sich ebenfalls auf dem Zwischenboden befinden. Dies ist damit zu erklären, daß an die Meßstelle T 6, die vor dem Fenster liegt, auch nach dem Flammenübersprung ungehindert Frischluft zugeführt wird, die die Brandentwicklung innerhalb der Krippen unterstützt. Der Temperaturunterschied zwischen den Meßstellen T 11 und T 21 ist auf bisher noch nicht geklärte Strömungsverhältnisse im Versuchsraum zurückzuführen.

Aus dem zeitlichen Verlauf der Gewichtsabnahme der Brandlast kann ebenfalls der Brandablauf beurteilt werden. Stellt sich eine konstante Abbrandgeschwindigkeit ein, was etwa zum Zeitpunkt $t = t_{fl}$ der Fall ist, so kann man den Verbrennungsablauf als stationär bezeichnen. In Bild 13 ist der zeitliche Verlauf der Gewichtsabnahme der Brandlast für alle 4 Versuche dargestellt. In Bild 14 ist der Verlauf der Gewichtsabnahme der Brandlast über die auf die Zeit $t = t_{40}$ bezogene Versuchszeit aufgetragen. t_{40} ist die Zeitspanne, nach der 40 % der anfänglichen Brandlast abgebrannt ist. Aus dieser Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Gewichtsabnahme der Brandlast ist deutlich zu ersehen, daß bei allen Versuchen

eine nahezu gleiche Brandentwicklung vorlag. In Tabelle 1 ist die konstante Abbrandgeschwindigkeit in kg/min für alle Versuche angegeben.

4.2. Löschvorgang

4.2.1. Versuch Nr. 1 und 2

Die Brandentwicklung bei diesen Versuchen ist aus den zeitlichen Temperaturverläufen in den Bildern 5, 6, 9 und 10 sowie aus den zeitlichen Abbrandverläufen in den Bildern 13 und 14 zu ersehen. Bei beiden Versuchen wurde das gleiche Löschverfahren angewendet. Wasser wurde mit einem CM-Strahlrohr bei einem Druck von ca. 5 bar auf das Brandgut aufgegeben. Je nach löschtaktischen Erfordernissen wurde mit Voll- oder Sprühstrahl gelöscht. Der Wasserdurchfluß lag bei 100 l/min. Der Löschangriff erfolgte zuerst von der Tür aus, später auch vom Fenster her um Brandnester in den Ecken des Raumes abzulöschen. Die Löschzeit bis zum vollkommenen Ablöschen des Brandes betrug 15 Minuten bzw. 13 Minuten. Die verbrauchten Löschwassermengen waren mit 170 l bzw. 164 l annähernd gleich. An Schadenswassermengen wurden 71 l bzw. 63 l gemessen, wobei 20 l bzw. 10 l aus der Auffangwanne des Raumes gepumpt, und 51 l bzw. 53 l auf dem Zwischenboden gemessen wurden. Die verdampften Wassermengen waren mit 99 l und 101 l nahezu gleich groß (siehe Tabelle 1). Anhand der aus Tabelle 1 ersichtlichen Werte kann gesagt werden, daß die Versuche Nr. 1 und 2 annähernd gleiche Ergebnisse zeigten.

4.2.2. Versuch Nr. 3

Die Brandentwicklung bei diesem Versuch ist aus den zeitlichen Temperaturverläufen in den Bildern 7 und 11 und

aus den zeitlichen Abbrandverläufen in den Bildern 13 und 14 ersichtlich. Bei diesem Versuch wurde Schaum als Löschmittel verwendet. Mit einem Luftschaumrohr L 200 und einem handelsüblichen Mehrbereichs-Schaummittel wurde bei einer Zuzumischung von 2,5 % ein Schaum mit einer Verschäumungszahl von $S \approx 10$ erzeugt. Der Wasserdurchfluß betrug bei einem Druck von rund 5 bar ca. 200 l/min. Der Löschangriff erfolgte zuerst von der Tür aus, indem das Brandgut gleichmäßig mit einem Schaumteppich belegt wurde. Um den Zwischenboden vollkommen zu beschäumen, d.h. um auch in die Ecken des Versuchsraumes zu gelangen, war es notwendig, den Löschangriff teilweise vom Fenster aus vorzunehmen. Die Löszeit betrug ca. 25 Minuten. Das Feuer war nach etwa 1 min 30 s unter Kontrolle, flammte aber häufig wieder auf, so daß während einer längeren Zeitspanne noch einzelne Brandnester abgelöscht werden mußten. Nachteilig für die Brandbekämpfung mit Schaum wirkte sich die Konstruktion des Zwischenbodens aus. Durch den Spalt zwischen Wand und Zwischenboden floß der Schaum in den darunter liegenden Boden, die Auffangwanne, ab. Dies erhöhte den Bedarf an Schaum, was bei der Beurteilung der Meßergebnisse zu berücksichtigen ist. Es wurden 340 l Wasser und 9 l Schaummittel zur Löschung des Brandes benötigt. An Schadenswasser wurden 122 l auf dem Zwischenboden gemessen und 118 l aus der Auffangwanne abgepumpt. Die verdampfte Wassermenge lag bei 109 l und war damit geringfügig höher als bei den anderen Versuchen.

4.2.3. Versuch Nr. 4

Die bei diesem Versuch gemessenen Temperaturen sind in den Bildern 8 und 12 über der Zeit aufgetragen. Der zeitliche Abbrandverlauf ist in den Bildern 13 und 14 dargestellt. Bei diesem Versuch wurde als Löschmittel wiederum Wasser verwendet, das aber bei einem Druck von 35 bis 40 bar aus einem Strahlrohr mit Pistolen-Handgriffhebel auf das Brandgut aufgegeben wurde. Der Wasserdurchfluß betrug bei Sprühstrahlaufgabe ca. 50 l/min und bei Vollstrahlaufgabe ca. 100 l/min.

Der erste Löschangriff erfolgte auch hier von der Tür aus. Bemerkenswert war, daß während des ersten Löschangriffes die Flammen sehr heftig aus dem Fenster schlugen und horizontal eine Länge bis zu ca. 4 m erreichten. Nach kurzer Zeit (ca. 2 Minuten) waren die Flammen niedergeschlagen, aber auch hier flammten sie ähnlich wie bei Versuch Nr. 3 häufig wieder auf. Die gesamte Löszeit betrug ca. 15 Minuten, bedingt durch das häufige Wiederaufflammen des Brandgutes. Der Bedarf an Löschwasser lag bei 153 l. Die Schadenswassermenge betrug insgesamt 57 l wobei 9 l in der Bodenwanne und 48 l auf dem Zwischenboden gemessen wurde. Damit ist die Schadenswassermenge geringfügig niedriger als bei den Versuchen Nr 1 und 2. Das gleiche gilt für die verdampfte Wassermenge, die 96 l betrug.

4.3. Abschätzen der Mindestlöschwassermenge

Der Löscheffekt des Wassers beruht hauptsächlich auf seiner kühlenden Wirkung, d.h. dem Brandherd wird sowohl Wärme entzogen, daß das Brandgut unter die Entzündungstemperatur abgekühlt wird. 1 kg Wasser nimmt bei Erwärmung von 20 °C auf 100 °C 335 KJ auf und benötigt für die Verdampfung bei einem Druck von 1 bar eine Wärmemenge von 2257 KJ. Die der verdampften Wassermenge entsprechenden Wärmemengen sind für die vier Versuche ebenfalls in Tabelle 1 aufgeführt. Da die Entzündungstemperatur von Holz weit über 100 °C, der Verdampfungstemperatur von Wasser bei einem Druck von 1 bar, liegt, muß es möglich sein, das Brandgut durch eine vollständige Verdampfung des aufgebrauchten Löschwassers abzulöschen. Eine theoretische Mindestlöschwassermenge läßt sich z.Z. in Unkenntnis der Temperaturverteilung im Brandgut, dessen spezifischer Wärmekapazität und der tatsächlich zum Löszeitpunkt reagierenden Masse nicht berechnen. Dazu kommt, daß die von den erhitzten Bauteilen und von den heißen Rauchgasen auf das Brandgut zurückgestrahlte Wärme noch zu berücksichtigen ist. Betrachtet man in der Tabelle 1 den ver-

dampfenden Anteil des Löschwassers, so sieht man, daß dieser bei allen Versuchen etwa gleich ist, obwohl (besonders bei Versuch Nr. 3) unterschiedliche Mengen aufgegeben wurden. Im Mittel sind 101 l Wasser verdampft, was einem Wärmeentzug von ca. 262 000 KJ entspricht. Im Vergleich dazu trägt das überschüssige Löschwasser, das nicht verdampft, kaum zur Abkühlung des Brandgutes bei. Man kann deshalb davon ausgehen, daß die beim Löschen verdampfte Wassermenge in etwa der Mindestlöschwassermenge entspricht.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Im ersten Teil eines längerfristigen Forschungsauftrages zur Untersuchung von geeigneten Löschmitteln und -methoden, die den bei der derzeitigen Brandbekämpfung üblichen Wasserschaden verringern könnten, wurde ein Versuchsraum natürlicher Größe errichtet. Eine Waageplattform bildet den Zwischenboden dieses Versuchsraumes, so daß die Abbrandgeschwindigkeit während des Versuches bestimmt werden kann. Es wird die Temperaturverteilung im Versuchsraum gemessen und der Bedarf an Löschmittel sowie die Schadenswassermenge bestimmt. Es wurden 4 Versuche mit je ca. 380 kg Holzkrippen als Brandgut durchgeführt, um die Reproduzierbarkeit der Versuchsergebnisse zu überprüfen. Bei allen Versuchen konnte in etwa die gleiche Brandentwicklung beobachtet werden. Die Abbrandgeschwindigkeit betrug im Mittel $10,4 \text{ kg/min} \pm 0,3 \text{ kg/min}$. Beim Löschen des Brandes verdampften im Mittel etwa 101 l Wasser, was einem Wärmeentzug von ca. 262 900 KJ entspricht. Die Schadenswassermenge schwankte zwischen 57 l (bei Versuch Nr. 4) und 240 l (bei Versuch Nr. 3). Die Untersuchungen werden mit Möbeln als Brandlast fortgesetzt.

6. LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Hird, D.: "Extinguishing room fires with high and low pressure water sprays", VFDB-Z. 9 (1960) Sonderheft Nr. 3 S. 58
- [2] Salzberg, F., "Minimum Water Requirements for
Vodvarka, F.J., Suppression of Room Fires"
Maatman, G.L.: Fire Technology, Febr. 1970
- [3] Zeilmayr, A.: "Löschversuche mit Pulver"
Die österreichische Feuerwehr
22(1968) H.8, S.169 u. 172
- [4] Brein, D., "Modellbrandversuche zur Bestimmung
Schatz, H.: des Brandablaufes von Feststoffbränden"
Forschungsbericht Nr. 28 der Arbeits-
gemeinschaft Feuerschutz 1975
- [5] Hoffmann, W., "Modellbrandversuche"
John, R.: Forschungsbericht Nr. 12 der Arbeits-
gemeinschaft Feuerschutz 1969
- [6] Gross, D.: "Experiments on the Buring of Cross
Piles of Wood"
Journal of Res.Nat. Bureau of
Standards 66 C (2) 99 (1962)

7. T A B E L L E U N D B I D E R

Tabelle 1: Versuchsergebnisse aller vier Versuche

| | Versuch Nr.1 | Versuch Nr.2 | Versuch Nr.3 | Versuch Nr.4 | Mittel wert |
|--|---------------------|---------------------|-----------------|---------------------|----------------|
| Masse des Brandgutes in kg | 381 | 384 | 381 | 374 | 380 |
| konst. Abbrandgeschw. in kg/min | 10,7 | 10,1 | 10,2 | 10,5 | 10,4 |
| Restmasse R in % z.Z. $t = t_1$ | 40,6 | 44,9 | 43,9 | 41,9 | 42,8 |
| Zeitpunkt des flash over t_{fl} in Minuten | 31,5 | 29,5 | 27,5 | 34,5 | 30,8 |
| Zeitpunkt des Löschangr. t_1 in Minuten | 42,3 | 42,3 | 39,5 | 46,5 | 42,7 |
| Löschmittel | Wasser | Wasser | Schaum | Wasser | |
| Löschmethode | Voll-/ Sprühstr. | Voll-/ Sprühstr. | Sch.- Rohr | Voll-/ Sprühstr. | |
| Druck in bar | 5 | 5 | 5 | 35-40 | |
| Durchfl. in l/min | 100 | 100 | 200 | 50-100 | |
| Löschmittelm. in l | 170 | 164 | 349 | 153 | |
| Schadenswasser in l | 71 | 63 | 240 | 57 | |
| verdampfte Löschmittelm. in l | 99 | 101 | 109 | 96 | 101 |
| Wärmeentzug d. Verdampfung in KJ | 257000 | 262000 | 283000 | 249000 | 262000 |

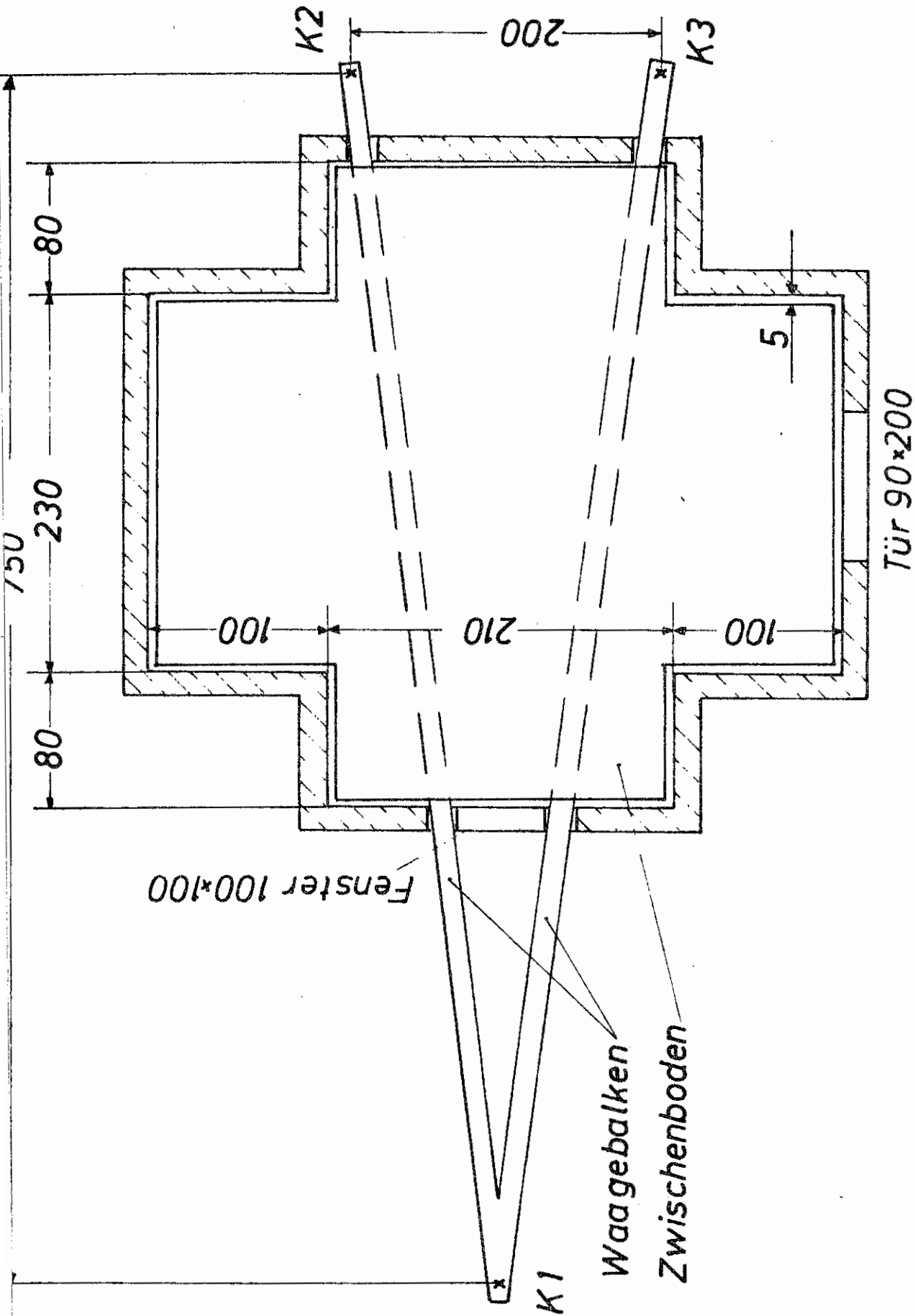
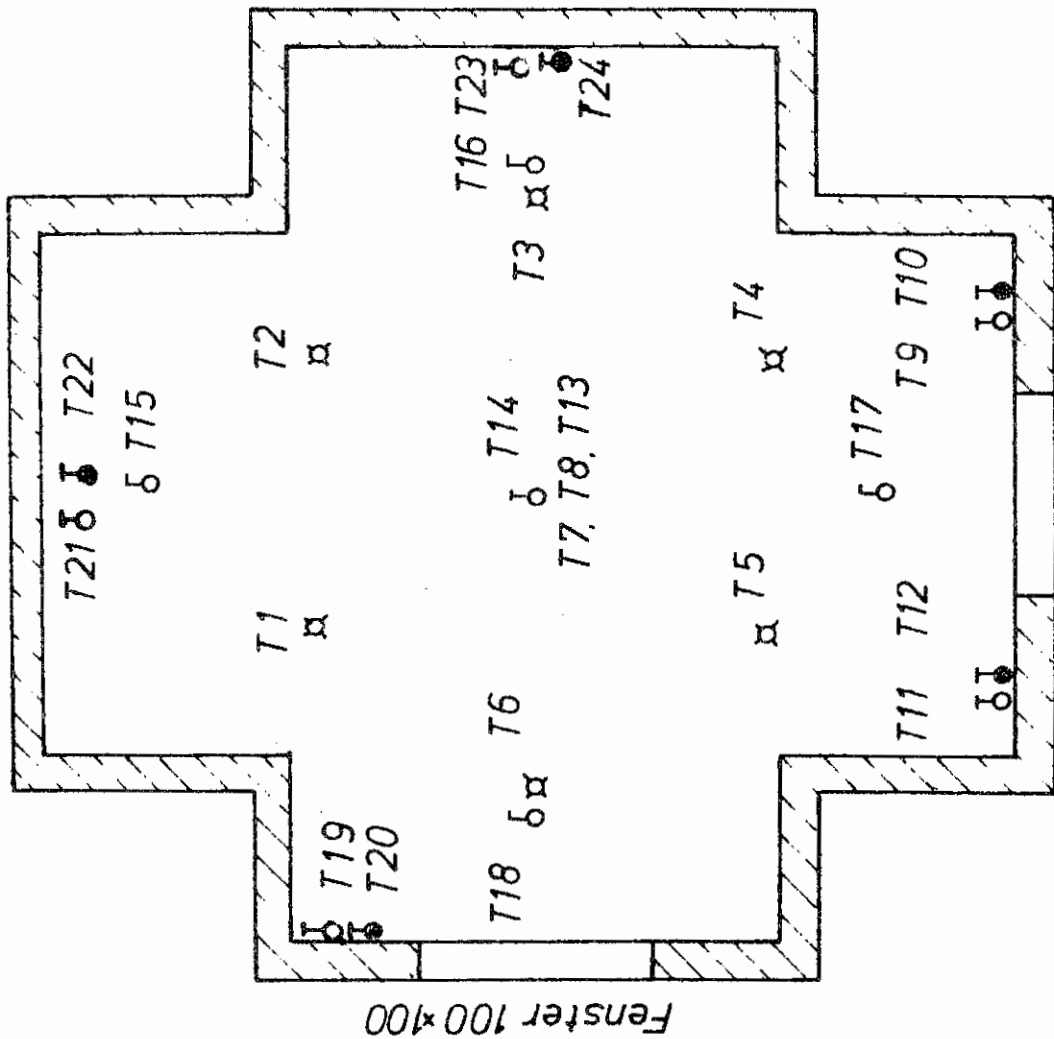


Bild 1. Grundriß des Versuchsraumes mit Anordnung der Waagebalken und des Zwischenbodens
Maße in cm

- δ ca 5 cm unter der Decke
 - δ unmittelbar an der Wand
 - δ ca 50 cm über dem Zwischenboden
 - ⊖ unmittelbar an der Wand
 - ⊖ ca 170 cm über dem Zwischenboden
 - α unmittelbar auf dem Zwischenboden
- T7, T8 und T13 sind Meßstellen an verschiedenen Bauteilen des Versuchsraumes



Tür 90 * 200

Bild 2. Lage der Temperaturmeßstellen im Versuchsraum

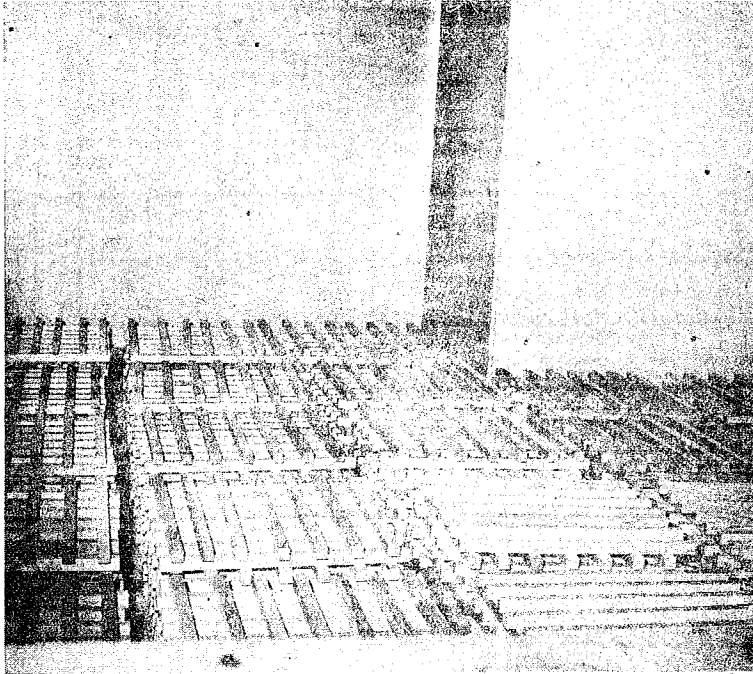


Bild 3. Anordnung der Brandlast in Form von Holzkrippen

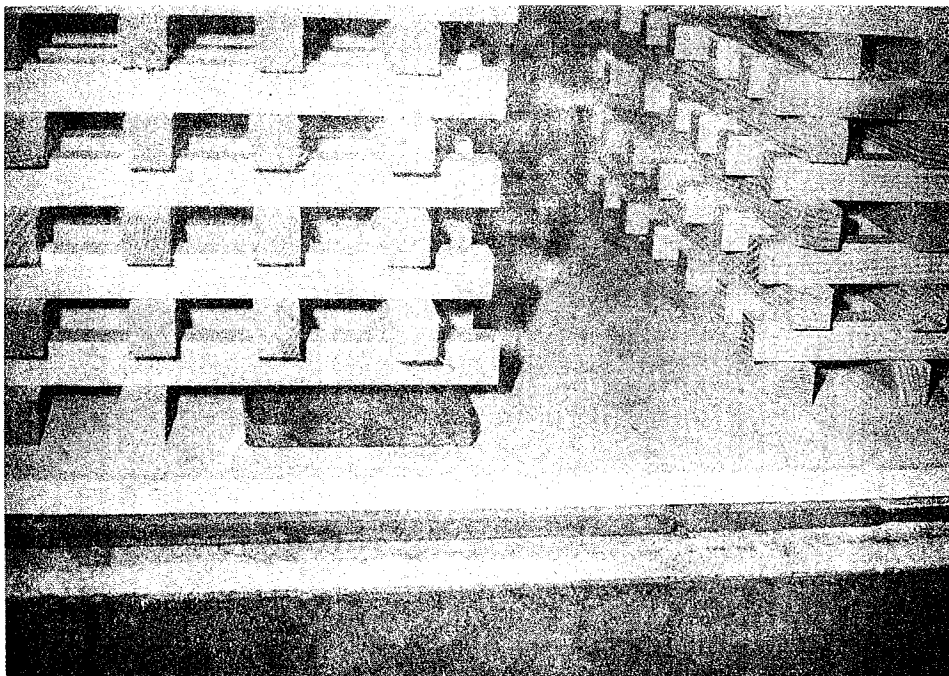


Bild 4. Zündstelle mit Zündwanne

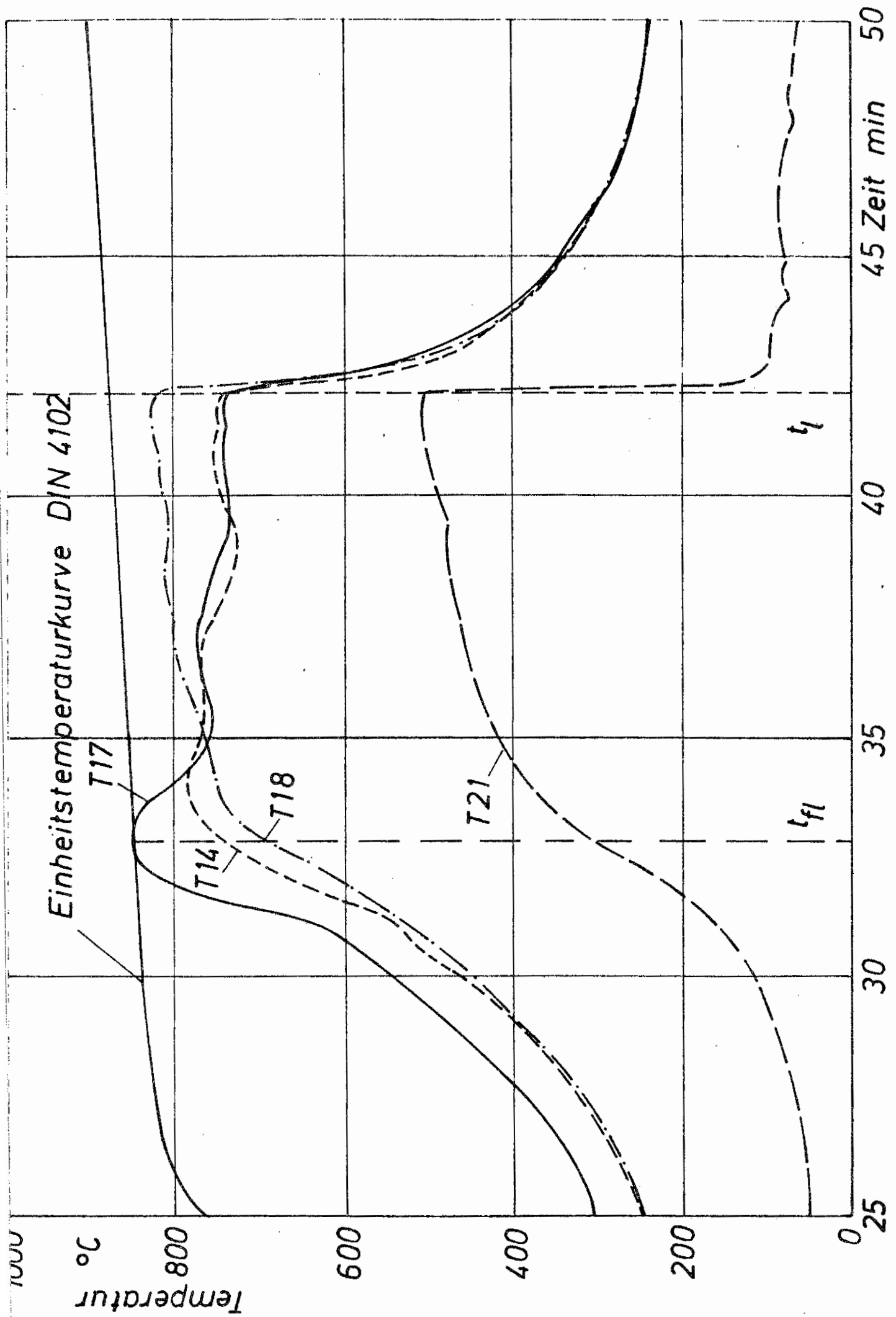


Bild 5. Versuch 1. Zeitlicher Verlauf der Temperaturen an den Meßstellen T14, T17, T18 und T21

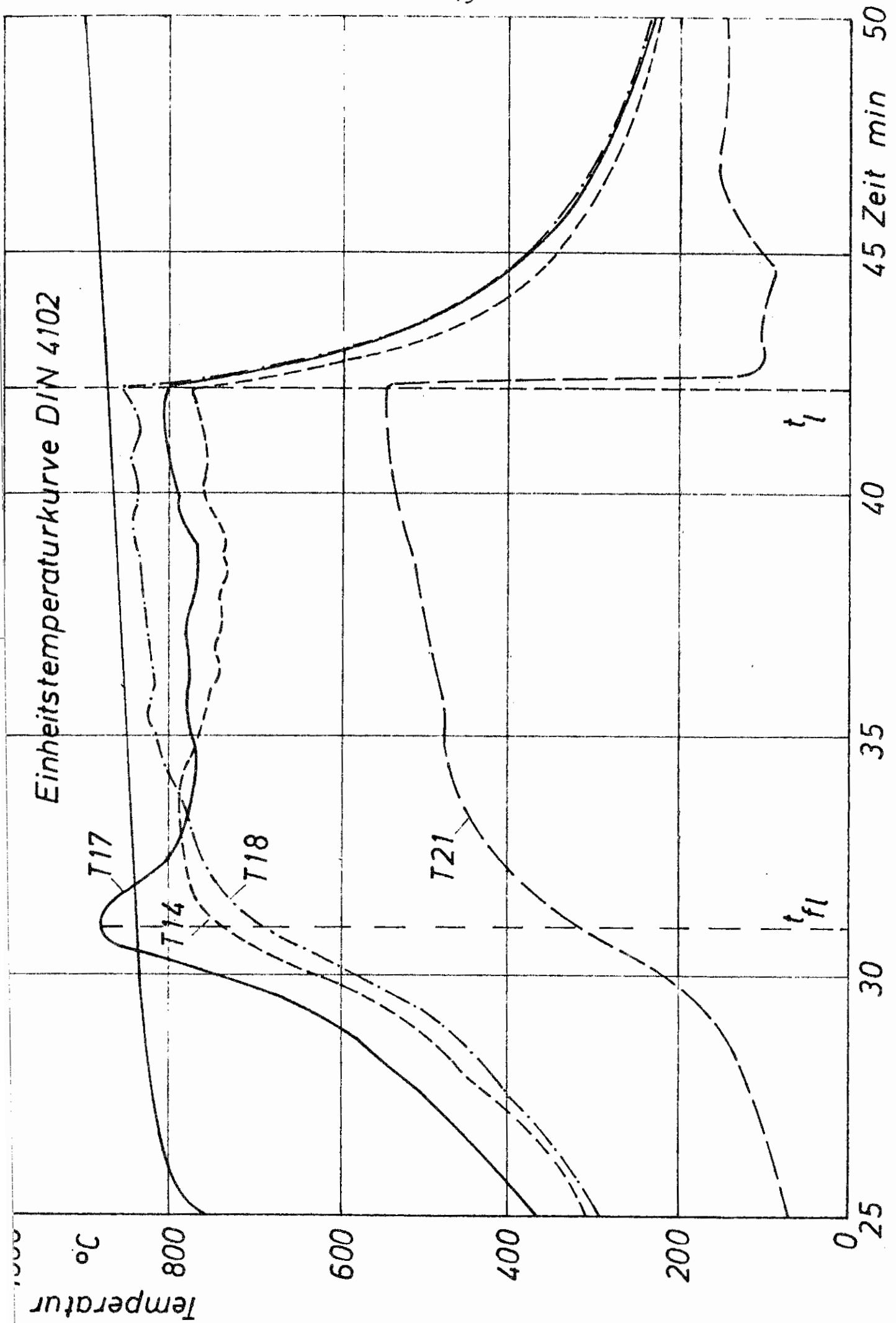


Bild 6 Versuch 2. Zeitlicher Verlauf der Temperaturen an den Meßstellen T14, T17, T18 und T21

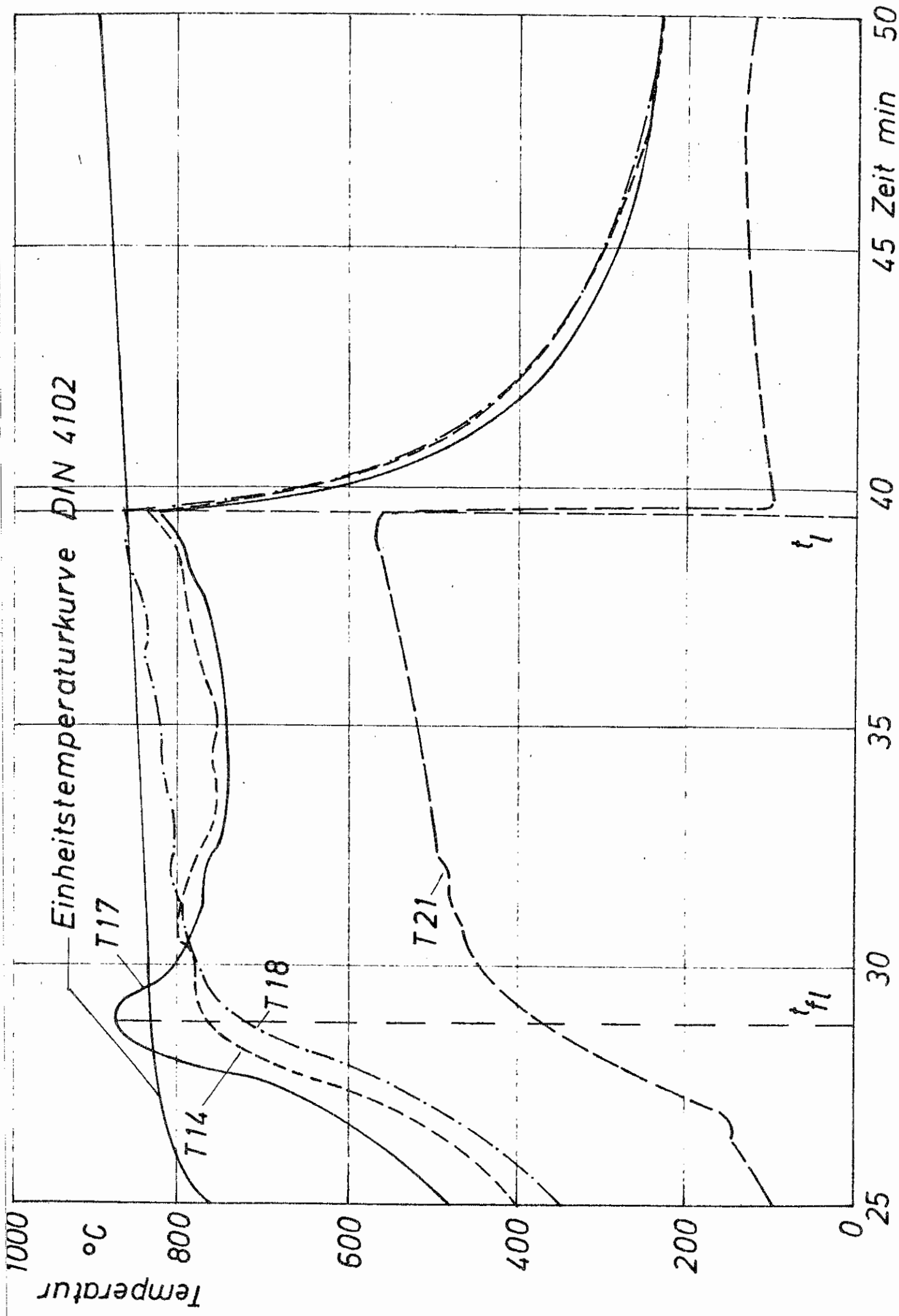


Bild 7 Versuch 3. Zeitlicher Verlauf der Temperatur an den Meßstellen T14, T17, T18 und T21

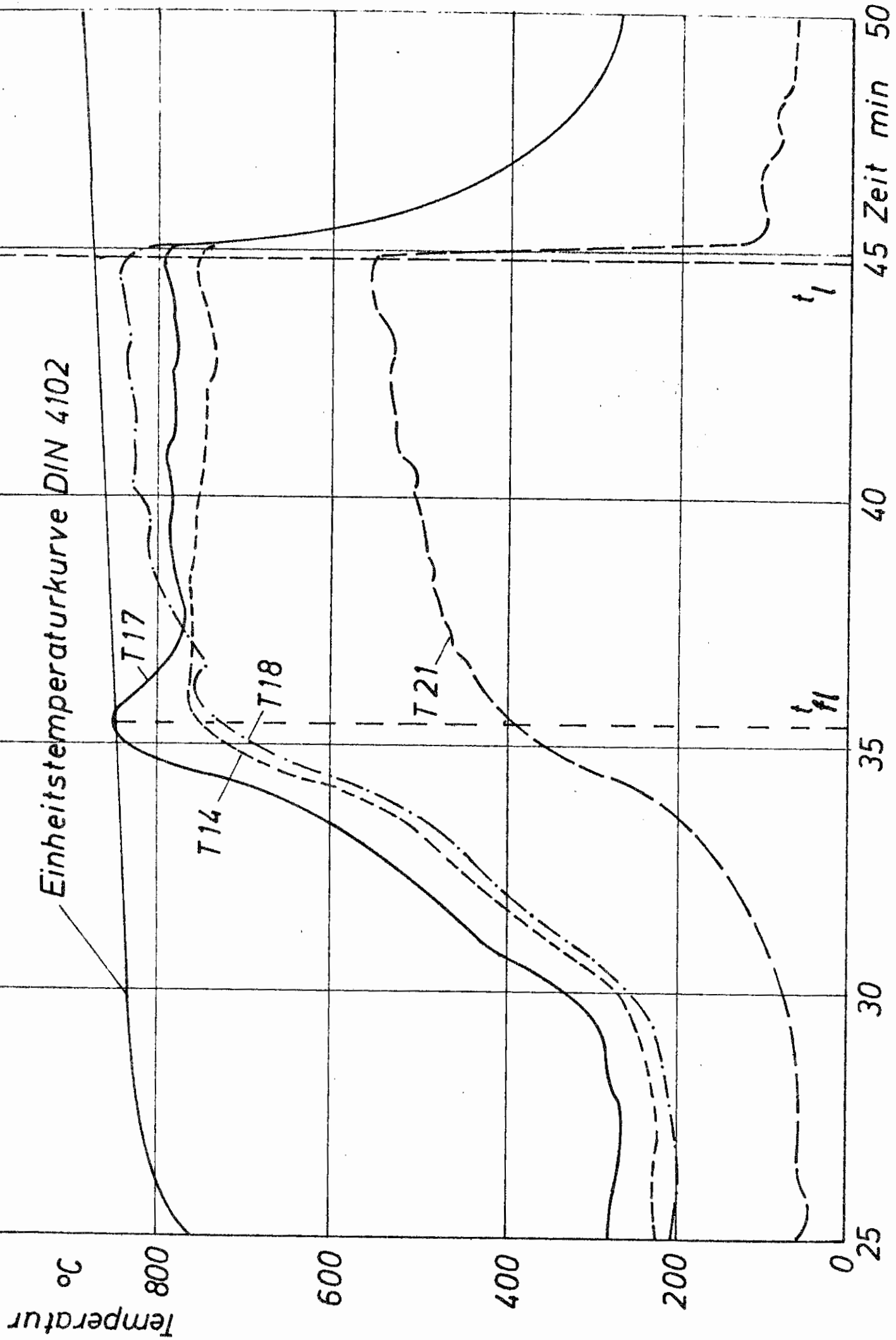


Bild 8 Versuch 4. Zeitlicher Verlauf der Temperatur an den Meßstellen T14, T17, T18 und T21

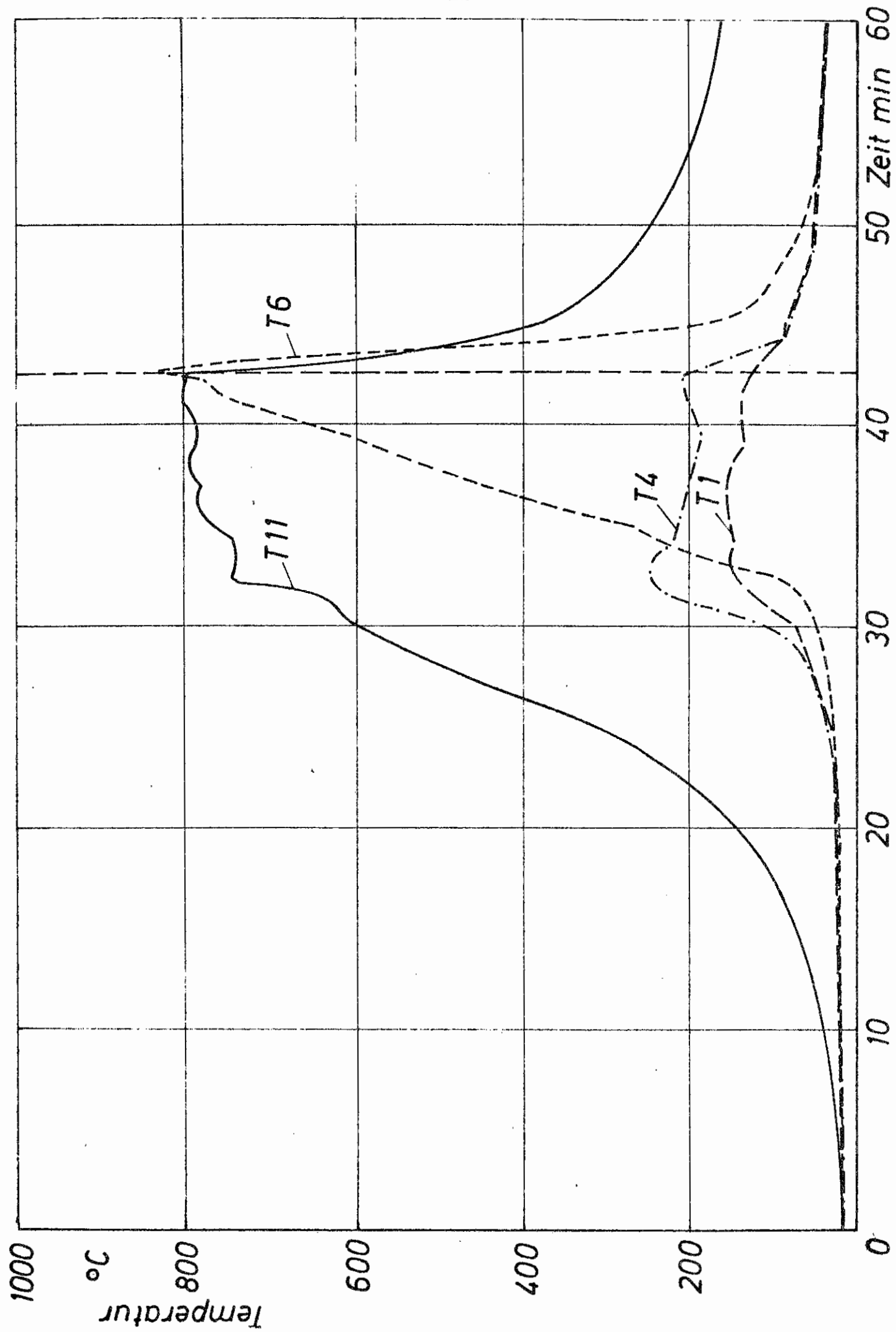


Bild 9 Versuch 1. Zeitlicher Verlauf der Temperatur an den Meßstellen T1, T4, T6 und T11

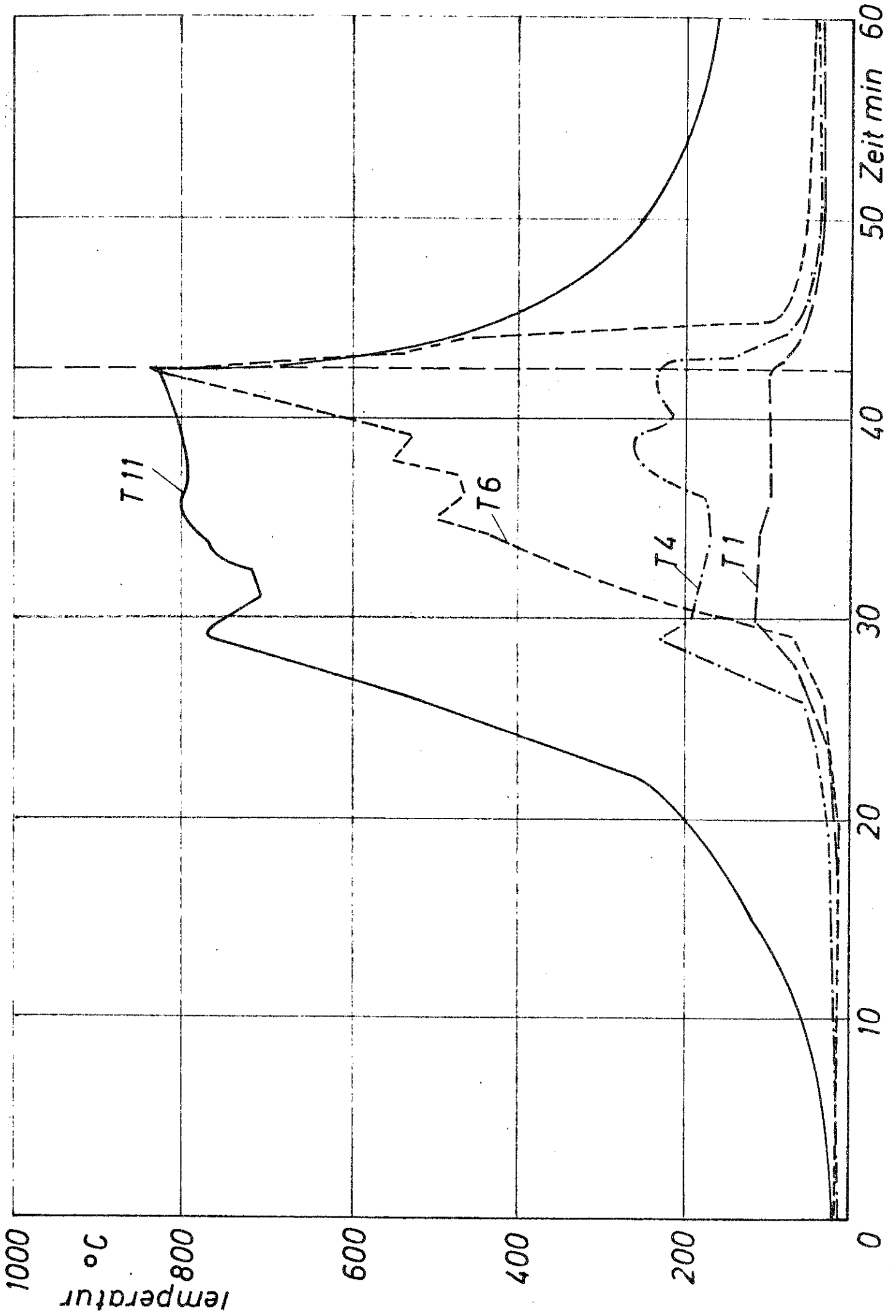


Bild 10 Versuch 2. Zeitlicher Verlauf der Temperatur an den Messstellen T1, T4, T6 und T11

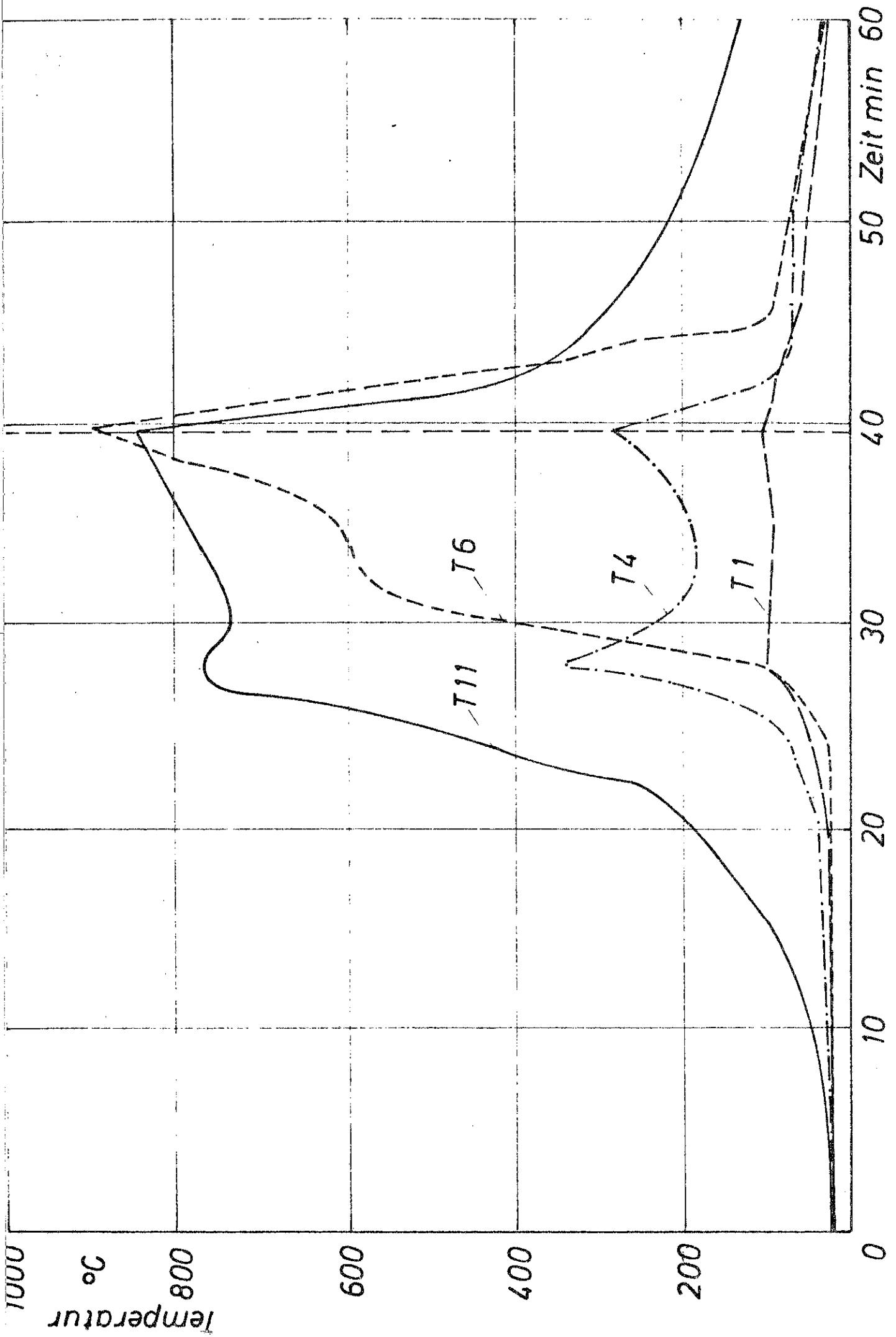


Bild 11 Versuch 3. Zeitlicher Verlauf der Temperatur an den Meßstellen T1, T4, T6 und T11

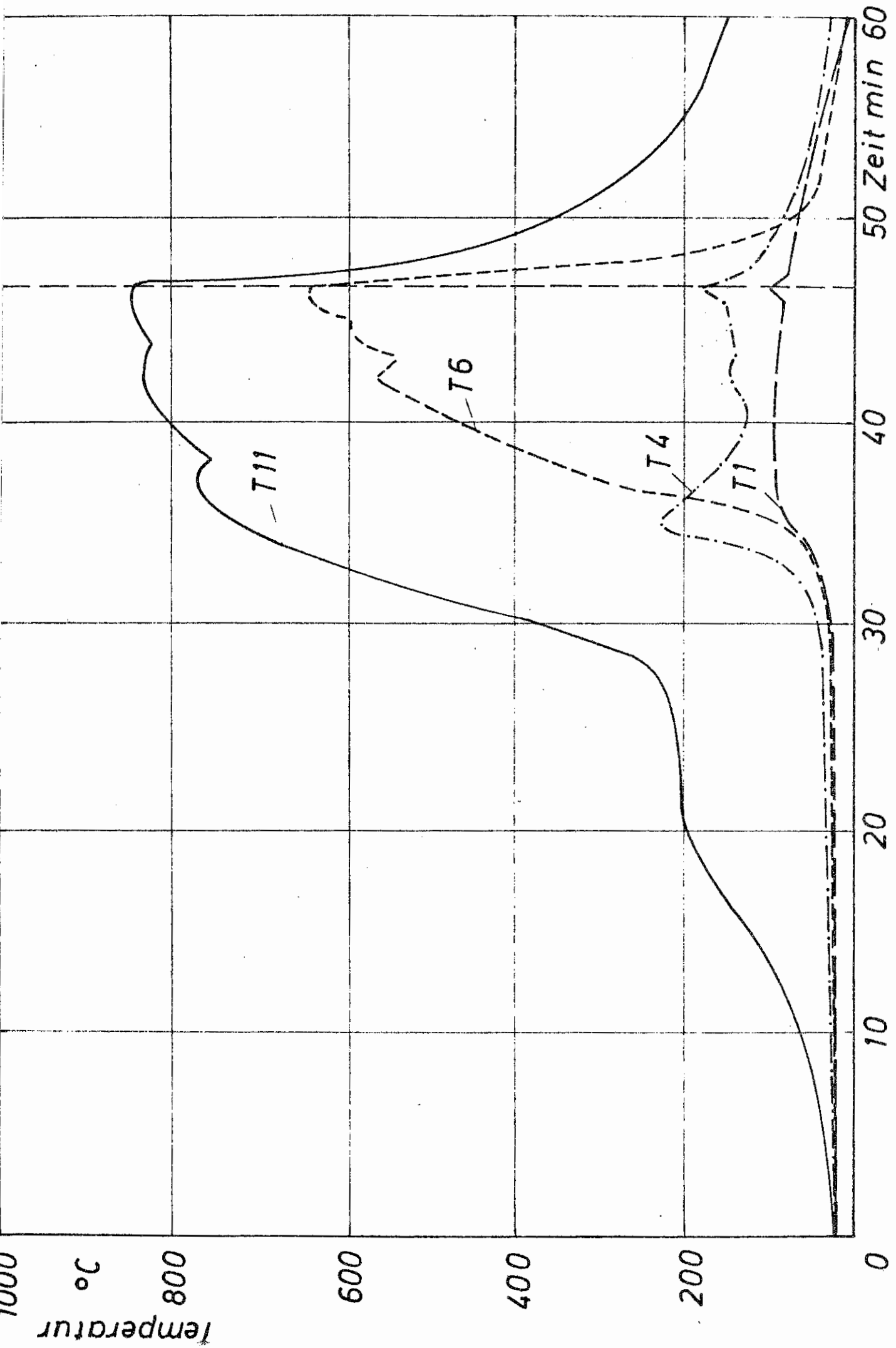


Bild 12 Versuch 4. Zeitlicher Verlauf der Temperatur an den Meßstellen T1, T4, T6 und T11

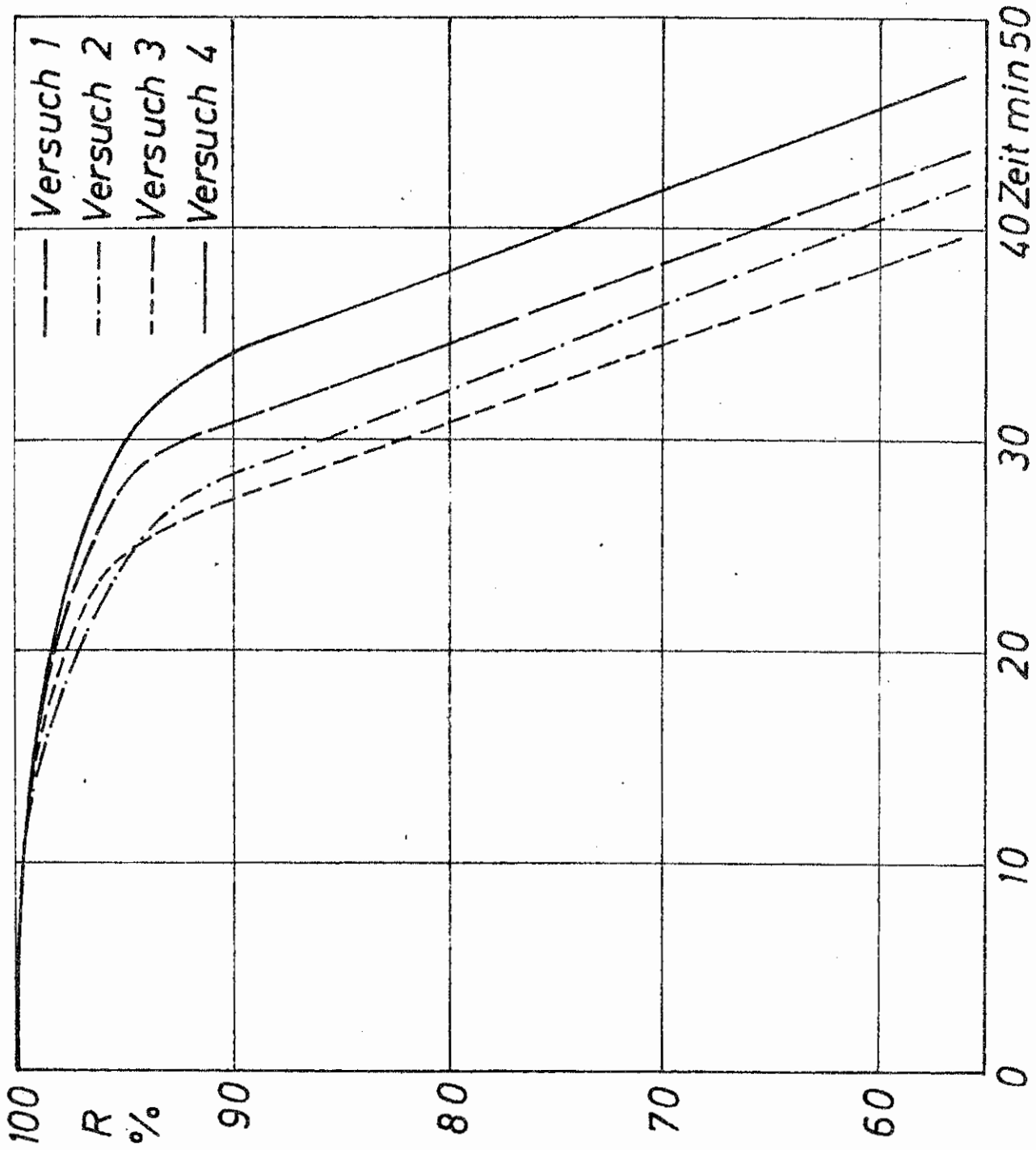


Bild 13. Verlauf der Gewichtsabnahme der Brandlast R in % über der Zeit für die Versuche Nr 1 bis 4

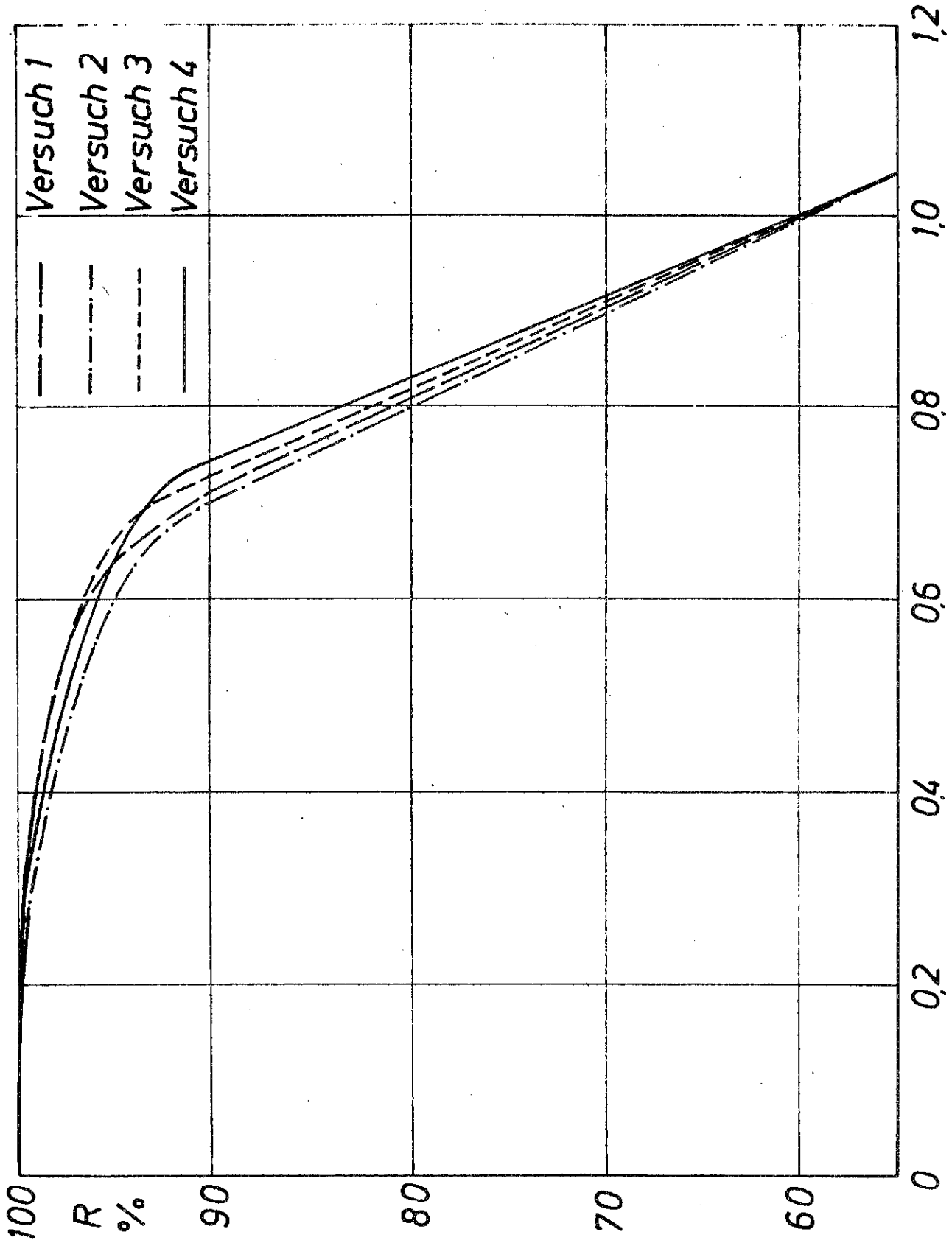


Bild 14. Verlauf der Gewichtsabnahme der Brandlast R in % über der auf t_{40} bezogenen Zeit für die Versuche Nr 1 bis 4