



DECKBLATT

	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn	Aufgabe	UA	Lfd Nr	Rev
	N A A N	NNNNNNNNNN	NNNNNN	X A A X X	A A	NNNN	NN
EU 132.1 + 132.2	9K	333623	-	EB	RB	0009	01

Titel der Unterlage: Systemanalyse Konrad, Teil 2: Signifikanz einer Modellkurve "800° C/1 h" für den Temperatur - Zeit - Verlauf hinsichtlich der Auswirkungen eines Transportfahrzeugbrandes unter Tage	Seite:
	I.
	Stand:
	27.03.87

Ersteller:	Textnummer:
GRS	

Stempelfeld:

PSP-Element TP...9K/21272	zu Plan-Kapitel: 3.5.2
---------------------------	------------------------

	PL 29.05.87 	PL 29.05.87
	Freigabe für Behörden	Freigabe im Projekt

Diese Unterlage unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechts sowie der Pflicht zur vertraulichen Behandlung auch bei Beförderung und Vernichtung und darf vom Empfänger nur auftragsbezogen genutzt, vervielfältigt und Dritten zugänglich gemacht werden. Eine andere Verwendung und Weitergabe bedarf der ausdrücklichen Zustimmung der PTB.

Revisionsblatt



EU 132.1	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn	Aufgabe	UA	Lfd. Nr	Rev
	N A A N	N N N N N N N N N N	N N N N N N	X A A X X	A A	N N N N	N N
	9K	333623	-	EB	RB	0009	00

Titel der Unterlage: Systemanalyse Konrad, Teil 2: Signifikanz einer Modellkurve "800 ° C/1 h" für den Temperatur - Zeit - Verlauf hinsichtlich der Auswirkungen eines Transportfahrzeugbrandes unter Tage	Seite: II.
	Stand: Mai 1985

Rev.	Revisionsst. Datum	verant. Stelle	Gegenzeichn. Name	rev. Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision
01	27.03.87	SE 1.1	[REDACTED]	14 A-5	R	Korrektur des Literaturzitates /4/ Ergänzung der Unterlage durch den Vermerk [REDACTED] vom 11. März 1987 (als EU 132.2 verschickt) EU 1.5 Rev. 00 ersetzt durch Rev. 01 = EU 132.1

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
 Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
 Kategorie S = substantielle Änderung
 Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden.



Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mbH

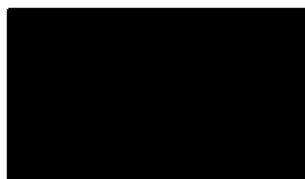
SYSTEMANALYSE KONRAD, TEIL 2

Signifikanz einer Modellkurve "800 °C/1 h"
für den Temperatur-Zeit-Verlauf hinsicht-
lich der Auswirkungen eines Transport-
fahrzeugbrandes untertage

GRS-A-1094

(Mai 1985)

Auftrags-Nr. 41335



Anmerkungen:

Dieser Bericht ist von der GRS im Auftrag
der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt
erstellt worden. Der Eigentümer behält
sich alle Rechte vor. Insbesondere darf
dieser Bericht nur mit Zustimmung des Auf-
traggebers zitiert, ganz oder teilweise
vervielfältigt bzw. Dritten zugänglich ge-
macht werden.



INHALTSVERZEICHNIS

	<u>Seite</u>
1. EINLEITUNG	2
2. MODELLKURVEN	4
2.1 Vorschlag der PTB	4
2.2 Erfahrungen aus dem Grubenbetrieb	4
2.3 NUKEM-Versuche in der Versuchsanlage TREMONIA	5
2.4 GRS-Modellkurve	5
3. SIGNIFIKANZ DER "800°C/1h"-MODELLKURVE IM HINBLICK AUF DIE ABFALLGEBINDEBELASTUNG	7
3.1 Belastungsrelevante Parameter	7
3.2 Einfluß der Feinstruktur der Modellkurve auf die Wandinnentemperatur von Gußbehältern	7
4. SIGNIFIKANZ DER "800°C/1h"-MODELLKURVE IM HINBLICK AUF REALE STÖRFALLABLÄUFE	9
4.1 Wetterbedingungen	9
4.2 Streckenuntergrund	9
4.3 Verteilung der Brandlasten	10
4.4 Abschirmende Strukturen	10
4.5 Wärmesenken	11
5. ZUSAMMENFASSENGE BEURTEILUNG DER "800°C/1h"- MODELLKURVE ALS GRUNDLAGE DER STÖRFALLANALYSE	13
6. VERWENDETE UNTERLAGEN	14
7. ABBILDUNGEN	15

ANHANG:

Zur Herleitung der GRS-Modellkurve

1. EINLEITUNG

Bei der Störfallanalyse für die Schachtanlage KONRAD wird untertage der Brand eines mit Abfallgebinden beladenen Transportwagens (TW) deterministisch unterstellt. Es ist zu untersuchen, inwieweit es zur Freisetzung radioaktiver Stoffe aus den transportierten Abfallgebinden kommt. Hierfür ist es u.a. notwendig, die Einwirkung des Störfallereignisses auf die Abfallgebinde zu bestimmen.

Für den betrachteten Störfall "Brand eines mit Abfallgebinden (Transporteinheiten) beladenen Transportwagens" werden diese Einwirkungen durch die Angabe einer Temperatur, der die Abfallgebinde ausgesetzt sind, sowie deren zeitlicher Verlauf hinreichend erfaßt. In Anbetracht der Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität der Abfallgebinde kann auf die Festlegung eines detaillierten Temperatur-Zeit-Verlaufs mit örtlich und zeitlich stark schwankenden Temperaturgradienten verzichtet werden. Ein solcher Temperatur-Zeit-Verlauf ließe auch weder verallgemeinernde noch abdeckende Aussagen zu. Sinnvoller ist stattdessen die Angabe einer Modellkurve zum Temperatur-Zeit-Verlauf, die für das betrachtete Ereignis und hinsichtlich dessen Einwirkungen auf das Abfallgebinde abdeckend ist.

Im Laufe der Diskussionen um die Lastannahmen für den Störfall Brand sind Modellkurven von PTB, GRS und Nukem diskutiert worden. Die PTB-Modellkurve ist zwischenzeitlich als Lastannahme für die Störfallanalyse von PTB fixiert. Im vorliegenden Bericht werden die Modellkurven einander gegenübergestellt und die Signifikanz der PTB-Festlegung hinsichtlich des Einflusses auf die Störfallanalyse analysiert.

Der Analyse liegen folgende ereignisspezifische Parameter zugrunde:

Fahrzeug /1/:

TW als Knickgelenk-Fahrzeug entsprechend Abb. 1, Länge ca. 9 m,
Länge der Lastaufnahme fläche ca. 4 m, Fahrzeugmasse 25 Mg;

Flüssig-Brandlasten /2/:

Dieselmotorkraftstoff 300 l,

Hydrauliköl 230 l,

Wandler-, Differential-, Radnaben- und Motoröl 183 l;

Feststoff-Brandlasten /3/:

Reifen vorne 2x ca. 340 kg Gesamtmasse (Gummimasse ca. 290 kg);

Reifen hinten 2x ca. 600 kg Gesamtmasse (Gummimasse ca. 500 kg);

Unterstellte Umgebungsbedingungen:

Mindestwettermengen zum Betrieb zweier TW (ca. 20 m³/s);

Gerade Fahrbahn, nicht gewölbt oder abschüssig;

Verfestigte Fahrbahndecke aus planiertem, zerkleinertem Eisenerz entsprechend bergbauüblichen Zustand bei regelmäßiger Fahrbahnpflege (ohne ausgeprägte Mulden bzw. Schwellen).

Es wird davon ausgegangen, daß der TW im Bereich des Lastaufnahmeteils keine Vorratsbehälter für Dieselöl oder Hydrauliköl hat, ferner wird unterstellt, daß die HRD-Löschanlage versagt bzw. nicht ausgelöst wird. Das Fahrzeug ist mit einer Transporteinheit - Container oder Tauschpalette mit Abfallgebinden - beladen /1/.

2. MODELLKURVEN

2.1 Vorschlag der PTB

Unter Berücksichtigung der im Hinblick auf das Genehmigungsverfahren zu erreichenden konservativen Aussagesicherheit wird von der PTB folgende Modellkurve vorgeschlagen (siehe auch Abb. 2):

- für die Zeit $t = 0$ min bis $t = 5$ min linearer Anstieg von 30°C auf 800°C ;
- für die Zeit $t = 5$ min bis $t = 65$ min eine Gasraumtemperatur allseitig um das Abfallgebinde von konstant 800°C ;
- Abfall auf Umgebungstemperatur (30°C) zum Zeitpunkt $t = 65$ min;
- ab $t = 65$ min konstante Temperatur von 30°C .

2.2 Erfahrungen aus dem Grubenbetrieb

Erfahrungen oder Meßwerte zu Temperatur-Zeit-Verläufen bei Fahrzeugbränden, die für die Erstellung einer Modellkurve direkt übertragbar wären, liegen aus dem Grubenbetrieb nicht vor. Bisherige Vorkommnisse mit Fahrzeugbrand können nicht herangezogen werden, da

- entscheidende Parameter nicht erfaßt worden sind (z.B. Temperaturen, Umgebungsbedingungen),
- sie für indirekte Aussagen (z.B. aus Verformungen etc.) nicht detailliert genug dokumentiert sind und
- die betroffenen Fahrzeuge hinsichtlich Konstruktion, Brandlasten und Einsatzart nicht direkt vergleichbar sind.

Vorhandene Aussagen, wie z.B. Branddauern von 1,5 h bei Brandlasten von 1100 l Diesel- und Hydrauliköl bei Gleislofahrzeugen /4/, sind unter Berücksichtigung der Fahrzeugdefinition kompatibel mit der vorgeschlagenen Modellkurve.

2.3 NUKEM-Versuche in der Versuchsgrube TREMONIA

Bei der Versuchgrubengesellschaft TREMONIA sind untertägige Brandversuche mit einem Stahlgerüst (Wagenattrappe) durchgeführt worden. Als Brandlast sind je 200 l Heizöl und Hydrauliköl sowie 4 Reifen mit je 80 kg eingesetzt worden /5/. Die Brandwanne hat eine Fläche von ca. 2 m² umfaßt und sich etwa unter der Fahrzeugmitte befunden.

Die Versuche bestätigen den stark individuellen Temperatur-Zeit-Verlauf eines jeden Brandereignisses; als Einhüllende für 9 Hauptversuche kann ein Temperatur-Zeit-Verlauf mit folgenden Charakteristiken angegeben werden (siehe Abb. 3):

- Plateau bei 1000°C über 15 min;
- gleichmäßiges Abfallen von ca. 1000°C auf ca. 200°C in 30 min.

Eine Einzelanalyse der Brandverläufe zeigt, daß sieben der neun Temperaturverläufe auch in den kurzzeitigen Spitzentemperaturen durch die PTB-Kurve voll abgedeckt werden; die beiden anderen Temperaturverläufe zeigen nur eine kurzfristige (3 min bzw. 10 min) und verhältnismäßig geringfügige (< 100°C) Überschreitung der Werte der PTB-Kurve.

2.4 GRS-Modellkurve

Die GRS schlägt zur Behandlung des Störfalls "Brand eines Transportwagens mit Abfallgebinden untertage" folgende Modellkurve vor: (siehe Abb. 4)

- für die Zeit $t = 0$ min bis $t = 5$ min linearer Anstieg von 30°C auf 850°C;
- für die Zeit $t = 5$ min bis $t = 35$ min konstante Temperatur von 850°C;
- für die Zeit $t = 35$ min bis $t = 90$ min linearer Abfall von 850°C auf 200°C und
- ab $t = 90$ min konstante Temperatur von 30°C.

Diese Kurve berücksichtigt durch Höhe und Dauer des Temperaturplateaus Menge und Art sowie das unterschiedliche Abbrandverhalten der verschie-

denen Brandgüter des Transportwagens. Detaillierte Ausführungen sind im Anhang dargelegt.

3. SIGNIFIKANZ DER "800°C/1h" - MODELLKURVE IM HINBLICK AUF DIE ABFALLGEBINDEBELASTUNG

3.1 Belastungsrelevante Parameter

Für die Abschätzungen der Auswirkungen des Störfalls "Brand eines Transportwagens mit Abfallgebinden" müssen sowohl der Temperaturverlauf in der Behälterwandung als auch die auftretenden Temperaturen an der Behälterinnenwand betrachtet werden. Die Temperaturen in der Behälterwandung beeinflussen die Integrität dieser Barriere, während die Behälterinnenwandtemperatur zu Zustandsänderungen des Abfallproduktes führen können. Letztere beeinflussen freisetzungrelevante Parameter der radioaktiven Stoffe und können außerdem zu einer weiteren Belastung der Behälterwandung, z.B. durch Druckaufbau, führen. Aufgrund der hohen Wärmeleitfähigkeit ergibt sich die größte thermische Belastung der radioaktiven Abfallprodukte bei Transporteinheiten mit Gußbehältern gegenüber den anderen Gebindetypen /6, 7/. Für eine Bewertung der Modellkurve müssen daher die aus der thermischen Beaufschlagung resultierenden Wandinnentemperaturen bei Gußbehältern sowie ihr zeitlicher Verlauf als relevante Parameter angesehen werden.

3.2 Einfluß der Feinstruktur der Modellkurve auf die Wandinnentemperatur von Gußbehältern

Um den Einfluß der spezifischen Feinstruktur, wie z.B. Plateaudauer und Spitzentemperatur, verschiedener Modellkurven auf den Zeitverlauf der Wandinnentemperatur von Gußbehältern zu untersuchen, wurden mit einem 2-dimensionalen Wärmeleitungs-Rechenprogramm /8/ abschätzende Variationsrechnungen für einen Gußbehälter mit 16 cm Wandstärke durchgeführt.

- Parametervariationen an der GRS-Kurve

Die Auswirkung einer Änderung an der Plateaulänge, - d.i. die Zeitdauer, in der die Maximaltemperatur von 850°C ansteht - zeigt Abb. 5. Eine Änderung der Plateaulänge um 5 min läßt bei der angenommenen Raumtemperatur von 850°C eine Erhöhung bzw. Erniedrigung der maximal

auftretenden Wandinnentemperatur im Gußbehälter um ca. 25°C erwarten.

Abb. 6 zeigt die Auswirkung einer Variation der maximalen Raumtemperatur des Temperatur-Zeit-Verlaufes bei konstanter Plateaulänge. Eine Erhöhung des dreißigminütigen Plateaus der Maximaltemperatur um 100°C bewirkt in dem hier betrachteten Temperaturbereich eine Erhöhung der Wandinnentemperatur im Gußbehälter um ebenfalls ca. 100°C.

• Vergleich der PTB-, NUKEM- und GRS-Modellkurven

Abb. 7 zeigt die Auswirkungen der hier diskutierten Modellkurven auf die Wandinnentemperatur eines Gußbehälters; der besseren Vergleichbarkeit halber sind in Abb. 8 noch einmal die drei Modellkurven gemeinsam dargestellt.

Die Kurvenverläufe in Abb. 7 zeigen, daß die GRS-Modellkurve und die PTB-Modellkurve im Rahmen der hier relevanten Genauigkeiten zu den gleichen Wandinnentemperaturen führen, während bei der NUKEM-Kurve trotz einer höheren Maximaltemperatur nur niedrigere Wandinnentemperaturen auftreten. Dieses Ergebnis weist auf die Bedeutung der Branddauer für die Brandauswirkungen hin, wobei im Falle der GRS-Kurve die längere Gesamtbranddauer den gegenüber der PTB-Kurve vorzeitigen Temperaturabfall kompensiert. Es zeigt sich, daß auch bezüglich der Auswirkung auf die zu erwartende Wandinnentemperatur die PTB-Kurve - wie auch die GRS-Kurve - gegenüber der aus gemessenen Werten gewonnenen NUKEM-Kurve abdeckend ist.

4. SIGNIFIKANZ DER "800°C/1h" -MODELLKURVE IM HINBLICK AUF REALE STÖRFALLABLÄUFE

4.1 Wetterbedingungen

Die Szenarien, die dem Störfall "Brand eines Transportwagens mit Abfallgebinden" zugrunde liegen, müssen überwiegend in der Transportstrecke zur Einlagerungskammer betrachtet werden. Da diese Transportstrecken gleichzeitig Wetterstrecken für einen großen Anteil der Grube sind (Kontrollbereichsanteil des Grubengebäudes), ist mit erheblichen Wetterströmen zu rechnen. Ein hoher Wetterstrom im Brandraum führt zu grösseren Abbrandraten (ventilationsgesteuerter Brand), d.h. in der Tendenz zu einer Verkürzung der Branddauer. Gleichzeitig bewirkt der hohe Wetterstrom eine Kühlung des Brandraums und wirkt dem Auftreten hoher Temperaturspitzen entgegen. Dieser Einfluß des Wetterstroms ist auch tendenziell bei den NUKEM-Versuchen bestätigt /5/ worden.

Eine Reduzierung des Frischwetterstroms zur Brandbekämpfung, z.B. mit Brandkissen, kommt zumindest kurzfristig, d.h. innerhalb ca. einer Stunde nach Brandbeginn, aus Personenschutzgründen nicht in Betracht. Nach dieser Zeit ist eine Reduzierung des Frischwetterstroms für den weiteren Brandverlauf nicht mehr von Bedeutung.

4.2 Streckenuntergrund

In den Brandversuchen Tremonia (NUKEM) sind die Ölbrandlasten in Wannen zur Entzündung gebracht worden, die im Bereich einer im Vergleich zum Transportwagen erheblich kleineren Fahrzeugattrappe aufgestellt waren. Für realistische Störfallszenarien muß davon ausgegangen werden, daß Teile auslaufenden Dieselkraftstoffes bzw. Hydrauliköls im Gesteinsboden (zerkleinertes Eisenerz) versickern. Gleichzeitig muß von einer Lachenausbreitung ausgegangen werden, die die Ausmaße der Brandwanne erheblich überschreitet. Beide Effekte wirken auf eine Verringerung der Lachenhöhe und damit Verkürzung der Branddauer hin.

Darüberhinaus verlaufen große Teile der Transportstrecke nicht eben,

so daß schon die Annahme einer Lachenausbreitung direkt unter dem Transportgut als konservativ angesehen werden muß.

4.3 Verteilung der Brandlasten

Die für die Temperaturbelastung entscheidenden Brandlasten - Dieselöl, Hydrauliköl und Reifen - befinden sich bis zu 4 m vom Lastmittelpunkt entfernt, so daß die Abfallgebilde nicht immer vom heißen Gasplume direkt betroffen sind. Bei der rechnerischen Nachbildung der Abfallgebildebelastung mit Hilfe der Modellkurve wird demgegenüber nicht nur von Strahlungseinwirkung, sondern auch von einem direkten Kontakt der entsprechend dem Temperatur-Zeit-Verlauf aufgeheizten Brandgase mit dem Abfallgebilde ausgegangen. Diese Annahme führt daher für alle Szenarien, bei denen die Brandlast sich nicht direkt unter dem Lastaufnahmeteil des Transportwagens befindet, zu konservativen Abschätzungen der Belastung der Abfallgebilde.

4.4 Abschirmende Strukturen

Bei den hier betrachteten Störfallszenarien sind von allen untertage gehandhabten Abfallgebilden nur Gußbehälter und Gußcontainer mit radioaktiven Abfällen relevant /6, 7/.

Da die Gußbehälter ausschließlich als Transporteinheiten, d.h. liegend auf einer Tauschpalette /1/, gehandhabt werden, ergibt sich für diese Abfallgebilde eine Minderung der Brandbelastung durch die abschirmenden Strukturen der Tauschpalette.

Die Tauschpalette ist eine Stahlkonstruktion von ca. 4 Mg Masse und an zwei gegenüberliegenden Seiten mit Stützwänden versehen, welche die liegend transportierten Gebilde überragen. Bei der vorgesehenen Anordnung der Tauschpaletten auf dem Transportwagen schützen diese Wände die Abfallgebilde weitgehend vor dem Einfluß direkter Strahlungswärme aus dem Antriebsbereich des Fahrzeuges und teilweise auch aus dem Bereich der Reifen. Gleichzeitig behindern diese Seitenwände und die

sonstige Ausgestaltung der Tauschpalette (Stirnwände, Kante, Riegel, Fixierklötze) die Wärmeübertragung durch Konvektion auf die Abfallgebinde.

Eine Betrachtung, die sich an freistehenden und gemäß der Modellkurve belasteten Abfallgebinden orientiert, berücksichtigt diese die Belastung mindernden konstruktiven Maßnahmen im Fall der Gußbehälter nicht.

4.5 Wärmesenken

Es sind Brandszenarien denkbar, bei denen die Abfallgebinde nicht direkt durch den aufsteigenden Plume der Brandgase beaufschlagt werden. Dies kann z.B. der Fall sein, wenn der Dieselkraftstoff aus dem Tank ausläuft, aber nicht in unmittelbarer Nähe der Abfallgebinde verbrennt oder das Abfallgebinde durch die Strukturen der Transportpalette abgeschirmt wird. Dann resultiert die wesentliche Abfallgebindebelastung aus der sich im gesamten Brandraum einstellenden Umgebungstemperatur.

In Bereichen höherer Wetterströme werden die Brandgase durch das Wetter erheblich abgekühlt, so daß die PTB-Kurve für diesen Fall als konservativ angesehen werden kann.


In Bereichen geringer Wetterströme, z.B. in Ausweichnischen oder in der Entladekammer, können die sich hier in direkter Umgebung einstellenden Gastemperaturen dadurch beeinflußt werden, daß der Transportwagen und die Tauschpalette aufgrund der Wärmeleitfähigkeit und -kapazität ihrer Stahlstrukturen eine Wärmesenke bilden und so zur Senkung der Umgebungstemperatur beitragen. Abschätzende Rechnungen mit dem Rechenprogramm CONDRU (Einzonen-Wärmebilanzmodell mit homogener Vermischung) zeigen, daß die mittleren Gastemperaturen im Brandraum bei Vorhandensein einer Stahlmasse von 50 Mg (entsprechend der Masse von Transportwagen und Transporteinheit) bis zu 10 % niedriger sein können als die Gastemperaturen in einem entsprechenden Brandraum ohne Wärmesenke.

Die diesen Rechnungen zugrunde liegenden Annahmen eines bis auf Ventilationsöffnungen allseitig geschlossenen Raumes sind auf die realen Verhältnisse in der Grube KONRAD nicht übertragbar. Für reale Streckenverhältnisse muß davon ausgegangen werden, daß die Vernachlässigung der durch das Transportfahrzeug gegebenen Wärmesenke zwar prinzipiell konservativ ist, der Einfluß jedoch sehr gering ist und für die Störfallbetrachtung vernachlässigt werden sollte.

5. ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG DER "800°C/1h" -MODELL-
KURVE ALS GRUNDLAGE DER STÖRFALLANALYSE

Die vorliegenden Betrachtungen zeigen, daß die PTB-Kurve als Grundlage einer analytischen Betrachtung des Störfalls "Brand des Transportwagens mit Abfallgebinde untertage" eine ausreichend konservative Modellannahme darstellt, ohne daß sie zwangsläufig zu erhöhten Anforderungen führt, die über die möglichen Streubreiten der den Störfallablauf charakterisierenden Größen hinausgingen.

6. VERWENDETE UNTERLAGEN

- /1/ Einlagerung Abfallgebinde
Leistungskatalog Konrad, Teilaufgabe 2225.03 Band 1,
DBE, 9. April 1984
- /2/ Schreiben der PTB an GRS, SE 1 - Bg/Ts vom 23.5.1984
- /3/ Angaben der Firma Dunlop, SP Reifenwerke GmbH, zu Reifen der
Größe 18.00-25 (vorn) und 21.00-35 (hinten). Reifengrößen
nach /1/
Schreiben an PTB, TEM La/ib vom 11.3.85
- /4/ 
Persönliche Mitteilung
Mai 1984
- /5/ H. Brunner: Brandverlauf bei untertägigen Bränden
- Auswertung Hauptversuche -
NUKEM, bru/tha vom 18.6.1984
- /6/ F. Piefke: Rechnungen zum Brandverhalten von Containern für
radioaktive Abfälle und Vergleich mit experimentellen Ergeb-
nissen für 200 l- und 400 l - Fässer,
Braunschweig, August 1984
- /7/ F. Piefke: Temperaturverläufe bei Betonzylindern unter Brand-
einwirkungen,
Zwischenbericht Juni 1984, im Auftrag der PTB
- /8/ H.W. Brenig: Brandeinwirkungen auf Abfallgebinde
GRS - I - 58 (Interner Bericht), Mai 1983

7. ABBILDUNGEN

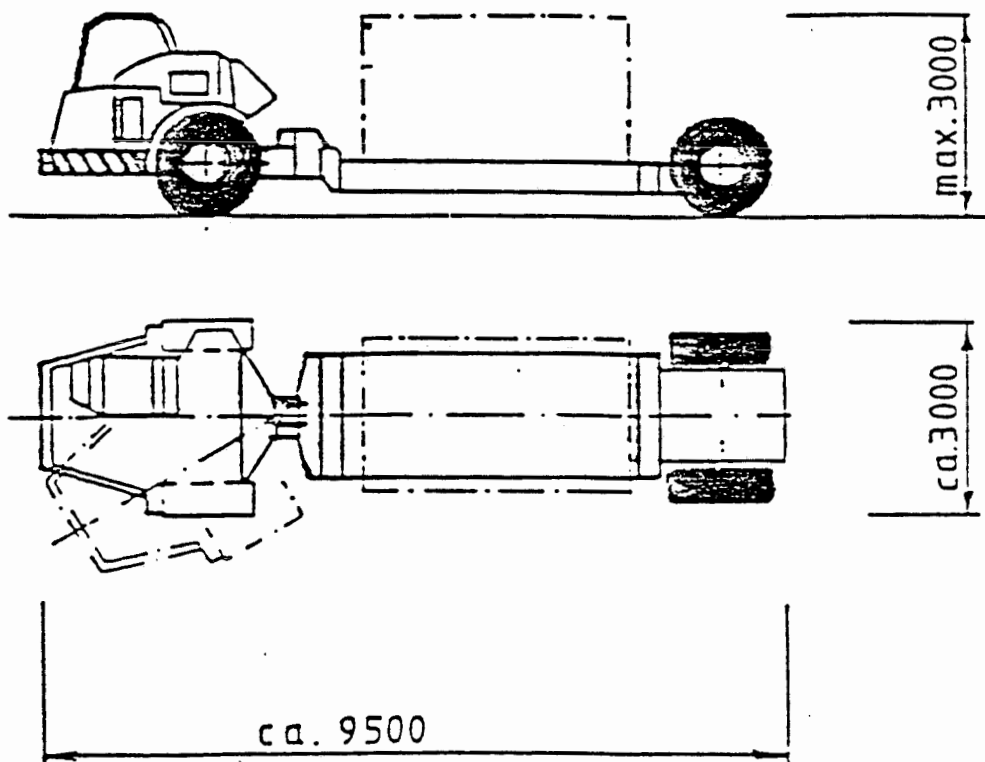


Abb. 1:
Skizze des Transportwagens (nach /1/)

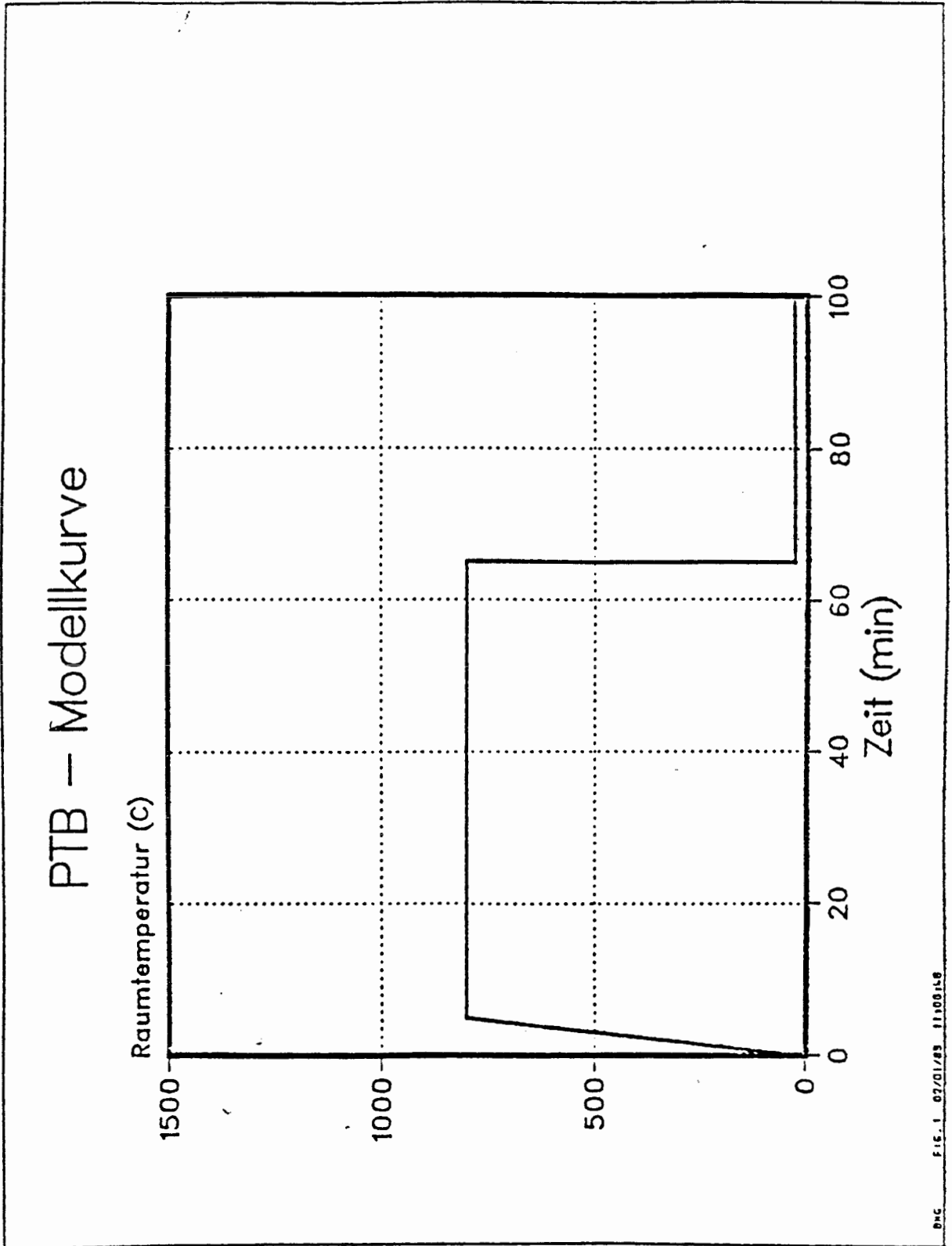


Abb. 2:
PTB-Modellkurve

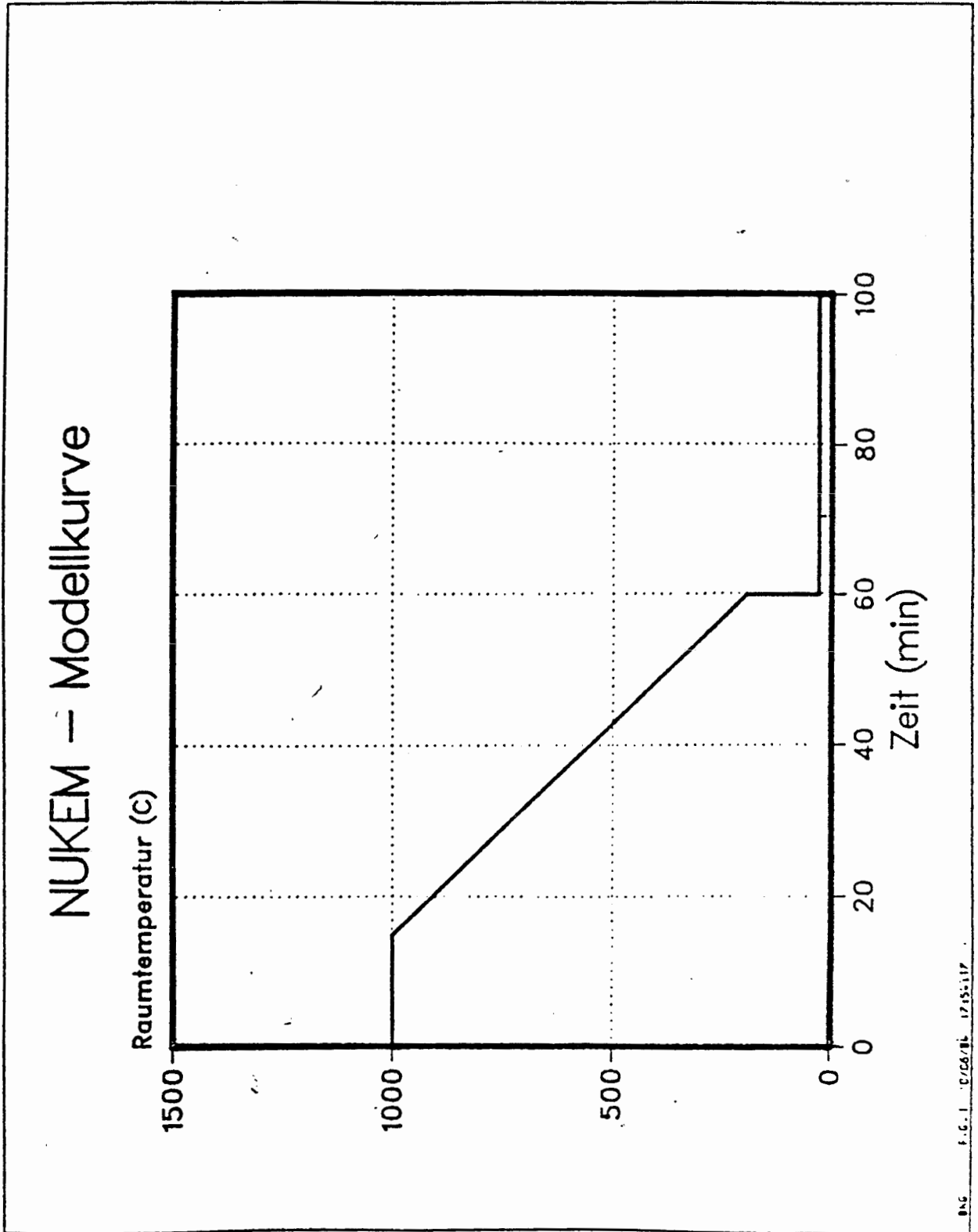
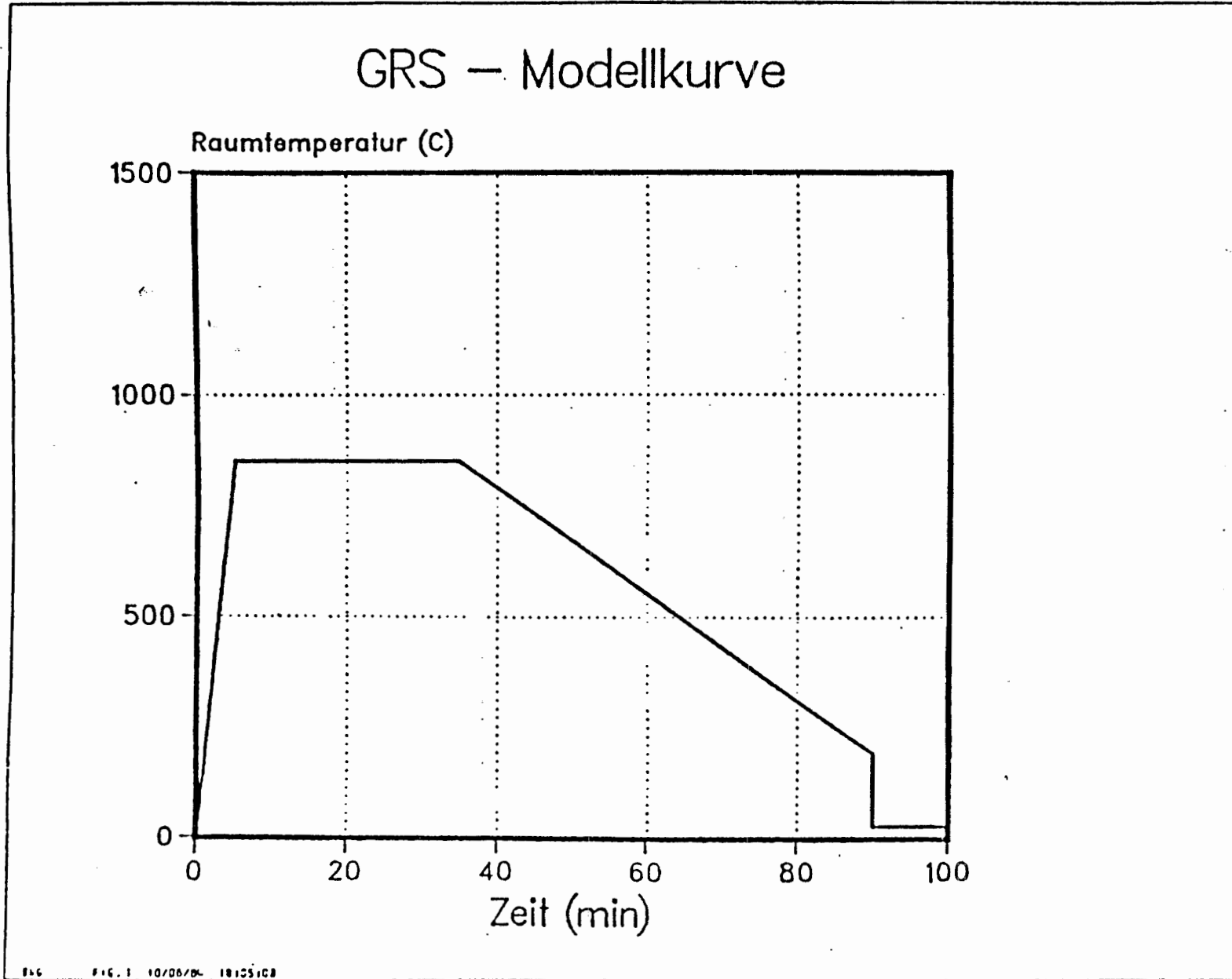


Abb. 3:

NUKEM-Modellkurve (Einhüllende der 9 Hauptversuche, nach /5/)

Abb. 4:
GRS-Modellkurve



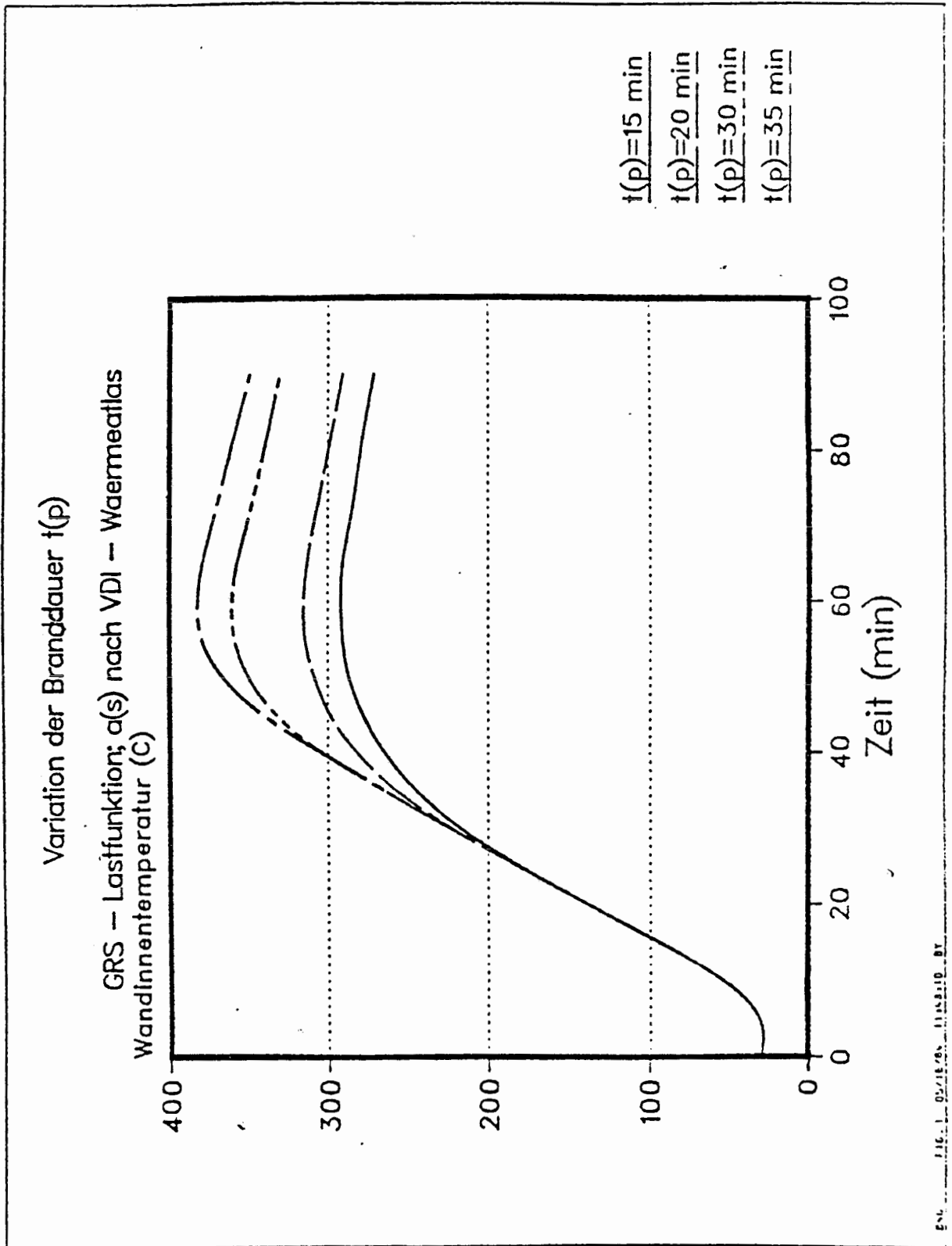
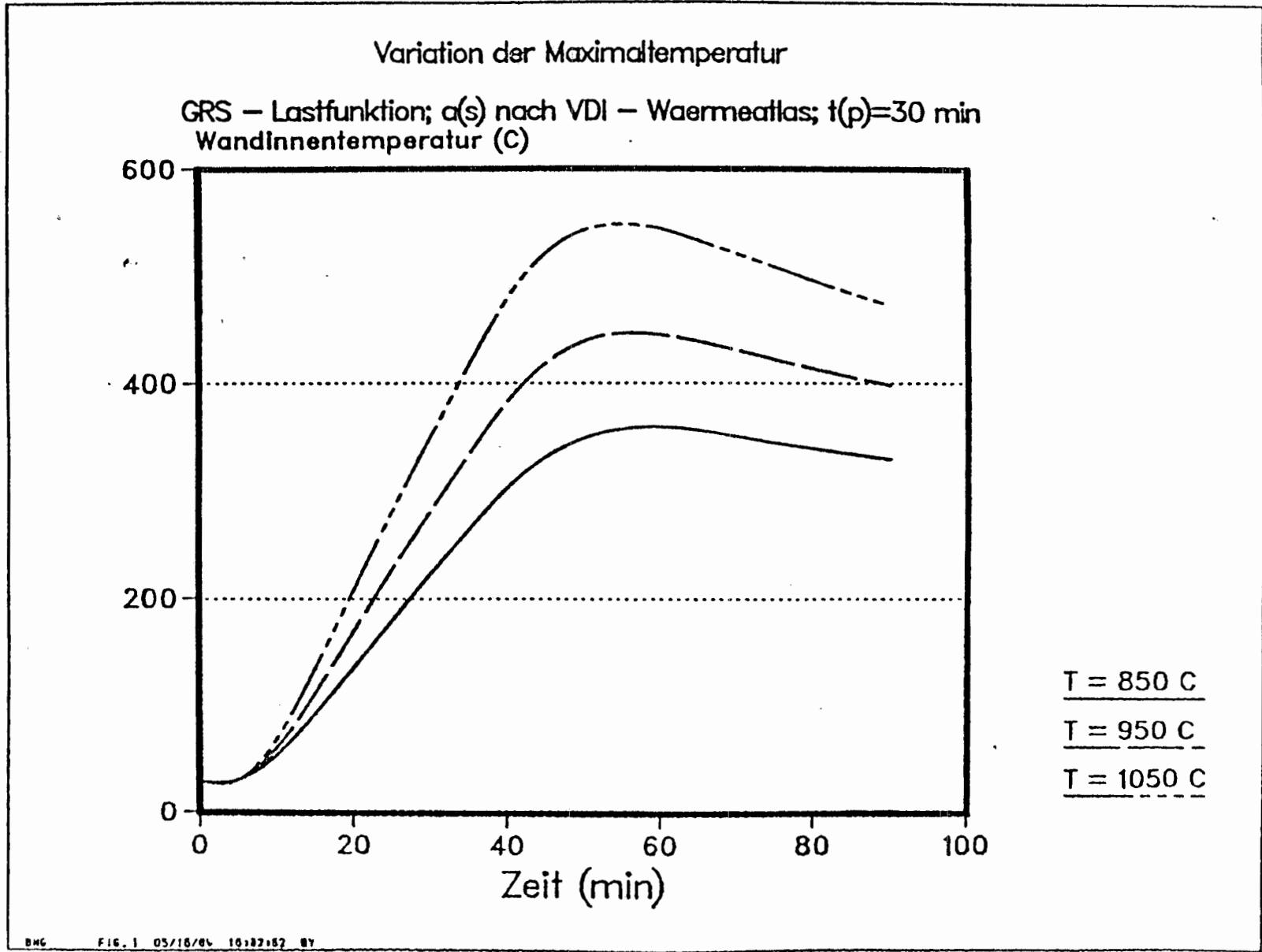


Abb. 5:

Einfluß der Plateaulänge (Branddauer im Bereich maximaler Temperatur) auf die Wandinnentemperatur bei der GRS-Modellkurve

Abb. 6:
Einfluß der maximalen Raumtemperatur auf die Wandinnentemperatur
bei der GRS-Modellkurve



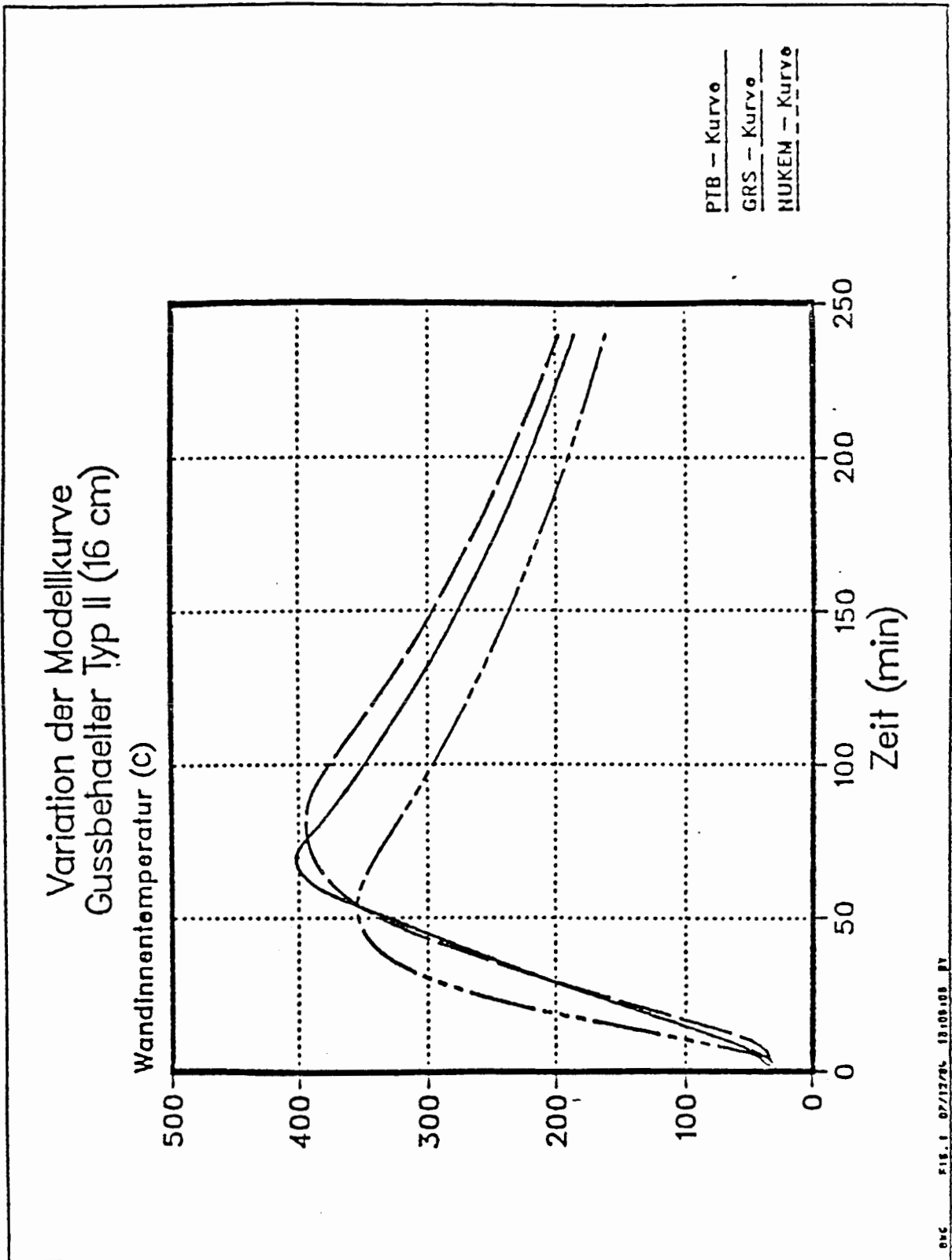
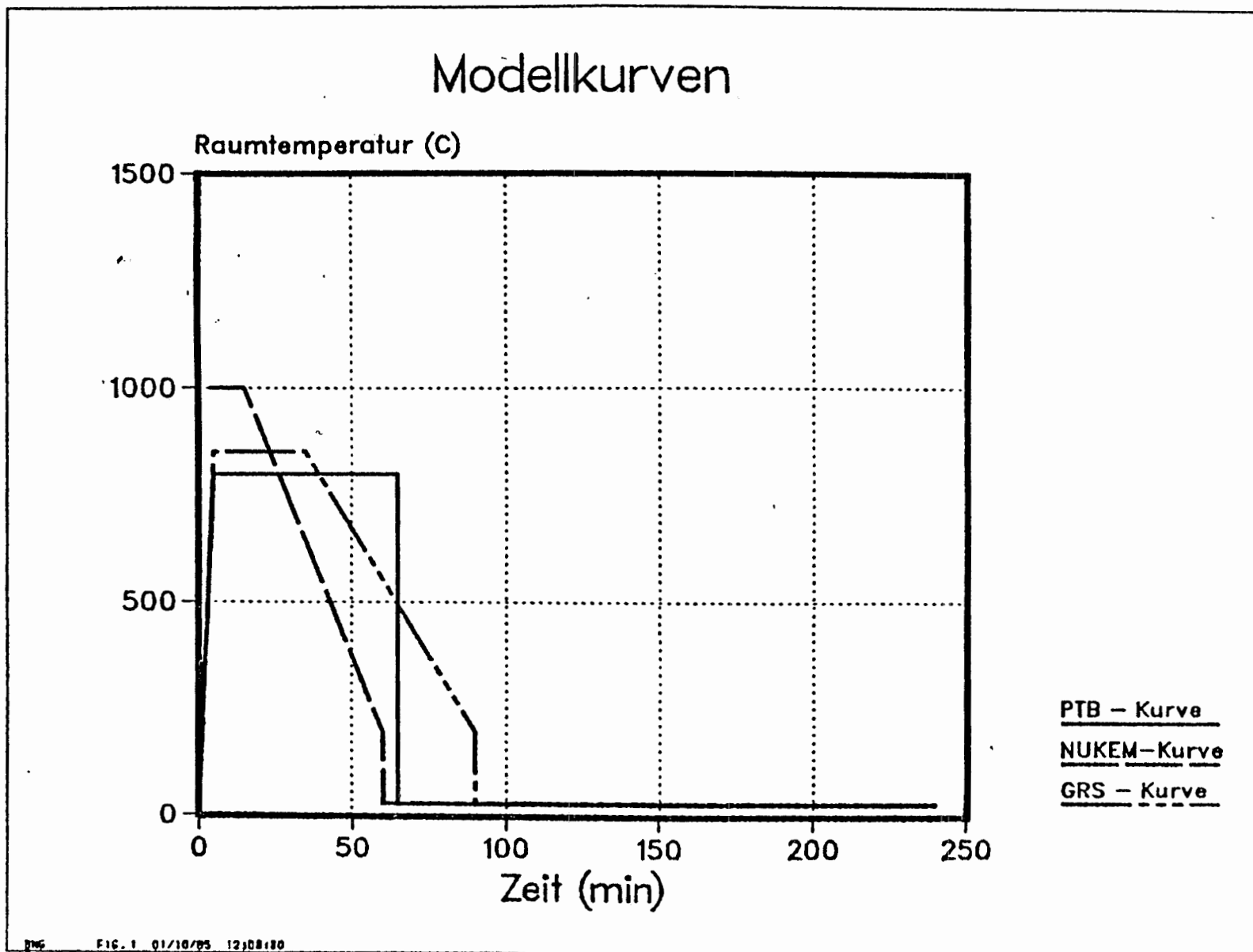


Abb. 7:

Vergleich der Wandinnentemperatur bei PTB-, GRS- und NUKEM-Kurve

Abb. 8:
Vergleich der Modellkurven



A N H A N GZur Herleitung der GRS-Modellkurve1. GRUNDLAGEN

Basis für die Ermittlung der Modellkurve sind

- Literatur über Schadensfeuer und theoretische Arbeiten über Brände in unterirdischen Verkehrsanlagen /1, 2, 3/ sowie
- Versuche über Fahrzeugbrände untertage in der Versuchsrube TREMONIA /4/.

Aus den durchgeführten Experimenten und Großversuchen und den theoretischen Arbeiten ist ableitbar, daß bei Fahrzeugbränden in unterirdischen Verkehrsanlagen die Charakteristik der Temperaturkurve durch abbrennendes Mineralöl bestimmt wird. Sie ist für alle Brandverläufe vergleichbar. Die Temperaturen steigen innerhalb von wenigen Minuten auf die Maximalwerte an. Die Branddauer wird im wesentlichen davon bestimmt, wie lange sich der flüssige Brennstoff auf der Fahrbahn befindet und welche Ausdehnung die Lache dabei erreichen kann.

Die in der Versuchsrube TREMONIA durchgeführten Brandversuche mit einer Fahrzeugattrappe zeigen in der Anfangsphase und im Zeitbereich bis ca. 30 Minuten einen ähnlichen charakteristischen Temperaturverlauf wie für die Mineralölbrandversuche und Fahrzeugbrände in unterirdischen Verkehrsanlagen. Die Maximaltemperaturen werden nach ca. 5 Minuten erreicht. Die mittleren Temperaturen liegen für das Plateau bei ca. 850°C. Im Gegensatz zu den charakteristischen Temperatur-Zeit-Verläufen bei reinen Mineralölbränden, bei denen die Temperaturen nach dem Plateau wieder rasch absinken, fallen die bei den Fahrzeugbrandversuchen untertage gemessenen Raumtemperaturen annähernd linear vom Plateau ausgehend auf ca. 200°C nach 1 Stunde ab. Dieser relativ langsame Abfall kann dahingehend interpretiert werden, daß noch vorhandene Brandgutreste, zum Beispiel noch unverbrannte Reifenreste, abbrennen.

2. MODELLKURVE

Die vorliegenden Versuchsergebnisse über Fahrzeugbrände in der Versuchsgrube sowie die vorhandenen Literaturangaben über den Temperatur-Zeit-Verlauf sind auf KONRAD nicht direkt übertragbar.

Gründe dafür sind im wesentlichen die unterschiedlichen Brandlasten, die Raumgeometrie, die Wetterführung, die Geometrie des Fahrzeugs, das Brandszenario und das Abbrandverhalten.

Der charakteristische Brandverlauf für Mineralölbrände in unterirdischen Verkehrsanlagen ist jedoch auch bei den Fahrzeugbrandversuchen für den Untertagebetrieb /4/ erkennbar.

Übertragbar für die Modellkurve sind deshalb der charakteristische Temperaturverlauf, der Brandverlauf in den ersten 5 Minuten und in erster Annäherung die Höhe des Temperaturplateaus. Die Breite dieses Plateaus ist eine Funktion der Randbedingungen in KONRAD. Sie wird im wesentlichen bestimmt durch die Brandgutmenge, die Brandoberfläche für die Mineralölprodukte, das Abbrandverhalten der Reifen und durch die in Abhängigkeit von der Zeit vorliegende Menge an Mineralölprodukten.

Die Brandlast für das Fahrzeug in der Grube KONRAD beträgt ca.

- 300 l Dieselkraftstoff,
- 230 l Hydrauliköl,
- 183 l andere Motoren- und Getriebeöle und
- 1580 kg Reifen (Gummianteil).

Die Brandzeit des Dieselkraftstoffes wird im wesentlichen bestimmt durch die vorhandene Menge und die Abbrandgeschwindigkeit von Diesel in Flüssigkeitslachen. Diese Abbrandgeschwindigkeit wurde mit $150 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$ angesetzt /1/. Ausgehend von einer aufgrund der Menge und des Brandszenarios realistisch zu unterstellenden Dieselkraftstofffläche von ca. 10 m^2 errechnet sich daraus eine theoretische Brandzeit von ca. 30 Minuten.

Das Abbrandverhalten der Reifen wird von der vorhandenen Brandgutmenge und der freien Oberfläche bestimmt. Die Abbrandgeschwindigkeit beträgt ca. $1/4$ derjenigen des Dieselkraftstoffes und wird mit $40 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$ angesetzt /1/. Daraus ergibt sich für die in KONRAD zu unterstellenden Reifen mit einer Masse (Gummianteil) von je 290 kg (Vorderreifen), einer Brandfläche von $3,5 \text{ m}^2$ und einem Verbrennungsfaktor von $0,75$ /1/ eine Branddauer von ca. 90 Minuten. Nach dieser Zeit sind die vorderen Reifen ganz und die hinteren Reifen bis in den Bereich des Gummi-Stahlgeflechtes abgebrannt, so daß der Brand der Bereifung nicht mehr signifikant zur Erhöhung der Raumtemperatur beiträgt.

Es wird weiterhin angenommen, daß die Raumtemperatur nach 90 min auf ca. $200 \text{ }^\circ\text{C}$ abgeklungen ist. Für den Bereich zwischen dem Endpunkt des Temperaturplateaus und dem $200 \text{ }^\circ\text{C}$ - Punkt nach 90 min wird ein linear abfallender Temperaturverlauf angenommen. Dieser Kurvenverlauf wird bestimmt durch noch vorhandene Brandnester und verzögerte Abbrände, z.B. durch Restöle aus Vorratsbehältern oder durch den Gummianteil im Bereich des Reifen-Stahlgeflechtes.

Mit diesen Randbedingungen und unter den obengenannten Annahmen ergibt sich somit folgende Modellkurve für den Temperatur-Zeit-Verlauf untertägiger Brände in der Schachtanlage KONRAD:

- Zeit $t = 0 \text{ min}$ bis $t = 5 \text{ min}$
linearer Anstieg von $30 \text{ }^\circ\text{C}$ auf $850 \text{ }^\circ\text{C}$;
- Zeit $t = 5 \text{ min}$ bis $t = 35 \text{ min}$
konstante Temperatur $850 \text{ }^\circ\text{C}$;
- Zeit $t = 35 \text{ min}$ bis $t = 90 \text{ min}$
linearer Abfall von $850 \text{ }^\circ\text{C}$ auf $200 \text{ }^\circ\text{C}$.

3. VERWENDETE UNTERLAGEN

- /1/ H. Eichmeyer, H. Wolff
Untersuchung ausgewählter Störfälle im Bergbau
Berlin, März 1984
- /2/ Österreichisches Bundesministerium für Bauten und Technik
Brandversuche in einem Tunnel
Schriftenreihe Straßenforschung, Heft 50, Wien 1976
- /3/ K. Kordina
Brandentwicklung in unterirdischen Verkehrsanlagen und Brand-
beanspruchung der Umschließungsbauteile (TU Braunschweig)
SFB 148, Brandverhalten von Bauteilen
- /4/ H. Brunner
Brandverlauf bei untertägigen Bränden
- Auswertung Hauptversuche -
NUKEM, bru/tha vom 18.6.1984

Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Braunschweig und Berlin

[REDACTED]
Braunschweig, den 11. März 1987
Hausruf: 7603

V e r m e r k

Betr.: Literaturzitat /4/ in GRS-A-1094

Bezug: Fachgespräch mit NMU und TOV Hannover
am 10. März 1987

Das Literaturzitat /4/

- [REDACTED] persönliche Mitteilung, Mai 1984"

geht auf ein Fachgespräch über die bis zu diesem Zeitpunkt ausgewerteten Versuche zum Brandverhalten zurück, das bei der Versuchsrubengesellschaft Tremonia stattgefunden hat und an dem Vertreter von Tremonia, GRS und PTB teilgenommen haben.

Im Rahmen dieses Fachgespräches hat Herr [REDACTED] darauf hingewiesen, daß im Zusammenhang mit einer anderen Fragestellung (Personenschutz) von Tremonia gegenüber dem Oberbergamt Clausthal-Zellerfeld folgende Aussage zu einem Untertagebrand Konrad schriftlich erfolgte:

Branddauer 1 1/2 Stunden, davon 1 Stunde als Vollbrand für vorgegebene Brandlasten

- ca. 1200 l Mineralöl
- ca. 1000 kg Reifen.

