

AMTS-UND MITTEILUNGSBLATT DER BUNDESANSTALT FÜR MATERIALPRÜFUNG

Inhaltsverzeichnis	Seite
Empfindlichkeit von Explosivstoffen und Weiterleitung von Explosionen	98
The Effect of Reactant Consumption on Substantially Sub-Critical Self-Heating <i>P. C. Bowes</i>	98
Bestimmung der Initierungsempfindlichkeit industrieller Produkte <i>Th. M. Groothuizen</i>	100
Die explosiven Eigenschaften pyrotechnischer Sätze <i>H. Treumann</i>	103
Beitrag zur Ermittlung der kritischen Abstände für eine sympathetische Detonation explosionsgefährlicher Stoffe unter Tage <i>E. v. Zahn</i>	106
Der Einfluß von Inhomogenitäten auf die explosiven Eigenschaften von Mischungen aus Wasserstoffperoxid und organischen Lösungsmitteln <i>P.-A. Wandrey</i>	109
Verzeichnis von Durchschnittskostensätzen für häufig wiederkehrende Nutzleistungen der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM) <i>M. Pfender</i>	110
Amtliche Bekanntmachungen Bekanntmachungen der neuen Zulassungszeichen für vor dem Inkrafttreten des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe zugelassene pyrotechnische Gegenstände	136
Auf dem Umschlag: Organisationsplan der Bundesanstalt für Materialprüfung	II
Erlaß des Bundesministers für Wirtschaft über die Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM) vom 1. September 1964	III
Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe und Gegenstände (Sprengstoffgesetz)	III
Jubiläen des Materialprüfungswesens in Berlin	IV

Organisationsplan der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM)

1 Berlin 45, Unter den Eichen 87

Präsident

Dienststelle 0.1 Information und Dokumentation		Dienststelle 0.2 Angewandte Mathematik und Mechanik		Dienststelle 0.3 Technischer Dienst		Dienststelle 0.4 Verwaltung und Rechtsangelegenheiten	
Abteilung 1 Metalle und Metallkonstruktionen		Abteilung 2 Bauwesen		Abteilung 3 Organische Stoffe			
1.01 Sonderfragen der Abteilung		2.01 Allgemeine bautechnische Probleme UEAtc-Sekretariat		3.01 Erdöl- und Kohleerzeugnisse			
Fachgruppe 1.1 Metallkunde und Metalltechnologie	Fachgruppe 1.2 Werkstoffmechanik und Verhalten von Konstruktionen	Fachgruppe 2.1 Mineralische Baustoffe	Fachgruppe 2.2 Tragfähigkeit der Baukonstruktionen	Fachgruppe 3.1 Kautschuk, Kunst- und Anstrichstoffe	Fachgruppe 3.2 Textilien und Leder		
1.11 Metallographie und Metalltechnologie	1.21 Festigkeit bei statischer Beanspruchung; Umformung	2.11 Chemische und physikalische Untersuchungen	2.21 Baukonstruktionen des Massivbaues	3.11 Kautschuk und Kautschukerzeugnisse	3.21 Physik und Technologie von Textilien		
1.12 Physikalische Meßverfahren in der Metallkunde	1.22 Festigkeit bei periodischer Beanspruchung	2.12 Festigkeitsuntersuchungen	2.22 Baukonstruktionen aus Metall	3.12 Kunststoffkunde	3.22 Textilchemie		
1.13 Elektronenmikroskopie und Feinstrukturuntersuchungen	1.23 Antriebs Elemente und Getriebe	2.13 Technologie der Baustoffe	2.23 Baukonstruktionen aus Holz, Kunststoffen und Sonderbaustoffen	3.13 Kunststoff erzeugnisse	3.23 Waschmittel, Wäschertechnik, Chemischreinigung		
1.14 Metallurgie; Metallkeramik	1.24 Behälteruntersuchungen	2.14 Sonderprobleme und Güteschutz	2.24 Grundlagen und Sonderprobleme	3.14 Anstrich-, Belag- und Klebstoffe	3.24 Leder, Kunstleder, Rauchwaren		
Fachgruppe 1.3 Korrosion und Metallschutz	Fachgruppe 1.4 Anorganisch-chemische Untersuchungen	Fachgruppe 2.3 Tiefbau	Fachgruppe 2.4 Bautenschutz	Fachgruppe 3.3 Papier, Druck, Verpackung	Fachgruppe 3.4 Sonderprüfverfahren für organische Stoffe		
1.31 Thermodynamik und Kinetik der Korrosion	1.41 Analyse von Eisen und Stahl	2.31 Grundbau und Bodenmechanik	2.41 Brandschutz, Feuerschutz	3.31 Zellstoff- und Papierchemie	3.41 Analyse organischer Stoffe		
1.32 Technologie und Morphologie der Überzugssysteme	1.42 Analyse von Nichteisenmetallen	2.32 Bau-, Grundbaudynamik	2.42 Wärmeschutz, klimabedingter Feuchtigkeitsschutz	3.32 Physik und Technologie von Papier und Pappe	3.42 Feinstrukturuntersuchungen; Massenspektrometrie		
1.33 Korrosion technischer Anlagen und Geräte	1.43 Analyse nichtmetallischer anorganischer Stoffe	2.33 Bitumen-Straßen und Abdichtungen	2.43 Schallschutz, Erschütterungsschutz	3.33 Druck- und Kopierertechnik, Schreibmittel	3.43 Physikalische Untersuchungen		
1.34 Klimatische Beanspruchung metallischer Werkstoffe und Schutzsysteme	1.44 Physikochemische Analyseverfahren, Spektrochemie	2.34 Grundlagen und Sonderprobleme des Tiefbaues	2.44 Technologie des Bautenschutzes	3.34 Verpackung	3.44 Beständigkeitsuntersuchungen		
Abteilung 4 Chemische Sicherheitstechnik		Abteilung 5 Sondergebiete der Materialprüfung		Abteilung 6 Stoffartunabhängige Verfahren			
4.01 Transport und Lagerung gefährlicher Güter		5.01 Sonderfragen der Abteilung		6.01 Sonderfragen der Abteilung			
Fachgruppe 4.1 Thermochemie der Verbrennungsreaktion	Fachgruppe 4.2 Technische Gase	Fachgruppe 5.1 Biologische Materialprüfung	Fachgruppe 5.2 Rheologie und Tribologie	Fachgruppe 6.1 Meßwesen und Regeltechnik	Fachgruppe 6.2 Zerstörungsfreie Materialprüfung		
4.11 Verbrennungs- und Selbstentzündungsvorgänge; Reaktionen mit Sauerstoff	4.21 Chemische Eigenschaften; Gasanalyse	5.11 Mikrobiologie und Zoologie	5.21 Rheometrie	6.11 Mechanische Meß- und Regeltechnik	6.21 Mechanische und thermische Prüfverfahren		
4.12 Staubbrände und Staubexplosionen	4.22 Sicherheitstechnische Kennzahlen; Zündvorgänge	5.12 Materialschutz gegen Organismen	5.22 Rheologisches Verhalten von Werkstoffen	6.12 Elektrische Meß- und Regeltechnik	6.22 Elektrische und magnetische Prüfverfahren		
4.13 Kalorimetrie; spezielle exotherme Reaktionen	4.23 Gasschutz; Überwachung von Arbeitsvorgängen	5.13 Holzschutz- und Holzchemie	5.23 Schmierstoffe; Tribochemie	6.13 Modelltechnik und Gestalt einfluß	6.23 Strahlenverfahren und Strahlenschutz		
4.14 Grundlagen der Explosionsdynamik disperser Systeme	4.24 Sicherheitstechnische Beurteilung von Anlagen und Verfahren	5.14 Holz- und Holzwerkstoff-Technologie	5.24 Tribometrie und Tribophysik	6.14 Materialprüfmaschinen und elektrische Meßgeräte	6.24 Verfahren zur zerstörungsfreien Untersuchung von Werkstoffeigenschaften		
Fachgruppe 4.3 Explosionsfähige feste und flüssige Stoffe	Fachgruppe 4.4 Gasgeräte und Acetylenanlagen	Fachgruppe 5.3 Oberflächenphänomene	Fachgruppe 5.4 Farbmetrik	Fachgruppe 6.3 Kerntechnik in der Materialprüfung und Strahlenschutz	Fachgruppe 6.4 Fügetechnik		
4.31 Systematik und Prüfmethodik	4.41 Explosive Reaktionen der Acetylene	5.31 Oberflächen-Morphologie	5.41 Farbmessung	6.31 Physikalische und meßtechnische Grundlagen; Strahlenschutz	6.41 Schmelzschweißen		
4.32 Explosive Stoffe	4.42 Speicherung der Acetylene; Beurteilung von Verfahren	5.32 Zusammensetzung von Oberflächen-Schichten	5.42 Glanzmessung	6.32 Strahlenwirkungen	6.42 Preßschweißen und Sonderverfahren		
4.33 Stoffe mit geringer chemischer Beständigkeit	4.43 Sicherheitseinrichtungen für technische Gase	5.33 Grenzflächen-Kinetik	5.43 Farbtechnik	6.33 Anwendung von Radionukliden	6.43 Löten, Kleben und Kunststoffschweißen		
4.34 Pyrotechnische Sätze und Gegenstände	4.44 Apparaturen für technische Gase	5.34 Adsorption und Katalyse; Elektrochemische Meßverfahren	5.44 Farbwiedergabe	6.34 Prüfung radioaktiver Stoffe	6.44 Kraft- und Formschlußverbindungen; Fügegerechte Gestaltung		

Inhaltsverzeichnis	Seite
Empfindlichkeit von Explosivstoffen und Weiterleitung von Explosionen	98
The Effect of Reactant Consumption on Substantially Sub-Critical Self-Heating <i>P. C. Bowes</i>	98
Bestimmung der Initiierungsempfindlichkeit industrieller Produkte <i>Th. M. Groothuizen</i>	100
Die explosiven Eigenschaften pyrotechnischer Sätze <i>H. Treumann</i>	103
Beitrag zur Ermittlung der kritischen Abstände für eine sympathetische Detonation explosionsgefährlicher Stoffe unter Tage <i>E. v. Zahn</i>	106
Der Einfluß von Inhomogenitäten auf die explosiven Eigenschaften von Mischungen aus Wasserstoffperoxid und organischen Lösungsmitteln <i>P.-A. Wandrey</i>	109
Verzeichnis von Durchschnittskostensätzen für häufig wiederkehrende Nutzleistungen der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM) <i>M. Pfender</i>	110
Amtliche Bekanntmachungen Bekanntmachungen der neuen Zulassungszeichen für vor dem Inkrafttreten des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe zugelassene pyrotechnische Gegenstände	136
Auf dem Umschlag: Organisationsplan der Bundesanstalt für Materialprüfung	II
Erlaß des Bundesministers für Wirtschaft über die Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM) vom 1. September 1964	III
Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe und Gegenstände (Sprengstoffgesetz)	III
Jubiläen des Materialprüfungswesens in Berlin	IV

Herausgabe und Druck	Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM)
Redaktion	Dr. A. Kallmann, M. Mennigen und Dr. H. Treumann
Anschrift	1 Berlin 45 (Dahlem), Unter den Eichen 87
Fernsprecher	(0311) 8104-1
Fernschreiber	018 - 32 61
Erscheinungsweise	Viermal jährlich
Bezugspreis	24,- DM für das Jahresabonnement. Bei Bedarf erscheinende Sonderhefte werden zusätzlich berechnet. Einzelheft: 8,- DM In den Preisen sind die Versandkosten enthalten. Bestellungen sind an die Bundesanstalt für Materialprüfung zu richten.

Empfindlichkeit von Explosivstoffen und Weiterleitung von Explosionen

Am 26. Oktober 1970 fand in der Bundesanstalt für Materialprüfung die konstituierende Sitzung der OECD Sub-Group „Sensitivity and Propagation“ der OECD-Group „Unstable Substances“ statt. Nach einer Begrüßung durch den Administrative Secretary, Prof. Dr.-Ing. J. Zehr (Bundesanstalt für Materialprüfung, Berlin), und einem Überblick

über die Tätigkeit der Gesamtgruppe durch den Vorsitzenden, Dr. A. J. Owen (Royal Armament Research and Development Establishment, London), wurden Vorträge über einzelne Arbeiten der beteiligten Institute gehalten, deren Inhalt in den nachstehenden Referaten wiedergegeben wird.

The Effect of Reactant Consumption on Substantially Sub-Critical Self-Heating

Von P. C. Bowes, Department of the Environment and Fire Offices' Committee,
Joint Fire Research Station, Boreham Wood (Herts.), Great Britain

DK 614.8 : 541.128.24 : 541.427.35

Amts- und Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM) 1 (1970/71) Nr. 7 S 98/100

Manuskript-Eing. 29. April 1971

Inhaltsangabe

Grundlage der Arbeit sind Messungen des maximalen Temperaturanstieges fester selbstentzündlicher Substanzen unter Bedingungen, die erheblich unter dem kritischen Wert liegen, bei dem die Wärmeentwicklung zur Selbstentzündung bzw. Explosion führt. Es wird ein Verfahren angegeben, aus diesen Messungen auf die Geschwindigkeit der Wärmeentwicklung bei anderen Temperaturen zu schließen. Insbesondere wird der Einfluß des dabei auftretenden Verbrauchs an Reaktionsmaterial berücksichtigt.

Selbstentzündung — selbstentzündliche Substanzen — Kinetik der Selbstentzündung

Introduction

The effect of reactant consumption on the critical condition for thermal explosion, and on immediately sub-critical temperature maxima, is now well established^{1-3*}. For realistic cases, reactant consumption can increase the value of the critical explosion parameter, and estimates of rates of heat evolution based on experimental thermal explosion data, by a factor of up to about 2; beyond this, sharply defined explosion, or ignition, tends to disappear.

A study of substantially sub-critical temperature maxima in practical cases of self-heating and ignition can provide a check on the applicability of the simple thermal explosion model and, in particular, yield information on subsidiary self-heating reactions⁴. Furthermore, it has been successfully exploited as a calorimetric method, for slow self-heating, by Walker and his associates^{5,6}. So far, however, it appears that no numerical estimates have been published of the effect of reactant consumption on the temperature increase in this substantially sub-critical region. In view of the practical usefulness of this region, such estimates are desirable, and are the purpose of this paper. These estimates are based on extensions of existing procedures for near-critical self-heating, with considerable simplification made possible by the smallness of the temperature increases involved.

Theoretical

Using the „effective transfer“ approximation^{8,9} for the conduction term and the linear approximation for the exponential, e^{θ} (c. f. Wilson⁷), the equations governing self-

heating in a solid due to a reaction of order n with respect to the fraction of residual reactant, w , and obeying the Arrhenius equation, can be written (see list for meaning of symbols).

$$\frac{d\theta_0}{d\tau} = \delta w^n (1 + \theta_0) - \beta^j \theta_0 \quad \dots (1)$$

$$\frac{dw}{d\tau} = -\frac{\delta w^n}{B} (1 + \theta_0) \quad \dots (2)$$

where

$$\theta_0 = \frac{E}{RT_A^2} (T_0 - T_A)$$

$$\delta = \frac{E}{RT_A^2} \cdot \frac{r^2 \rho Q A e^{-E/RT_A}}{K}$$

$$\tau = Kt/\rho c r^2$$

$$B = \frac{E}{RT_A^2} \cdot \frac{Q}{\rho c}$$

$$\beta^j = \beta (j + 1)$$

β is the effective heat transfer coefficient and has to be evaluated (see below). $j = 0, 1$ or 2 respectively for a plane slab, infinite cylinder or sphere.

The initial conditions are

$$\tau = 0, \quad w = 1, \quad \theta_0 = 0$$

For $\theta_0 \ll 1$ (as is appropriate here), it is possible to write $1 + \theta_0 = p = \text{constant}$, where θ_0 is assigned a small constant-value θ_0' . Using this simplification, equations (1) and (2) may be readily integrated for a first order reaction ($n = 1$)

* Reference 1 compares analytical results; recent numerical results are given in references 2 and 3. References to earlier work will be found in these. The numbering of references in this summary follows the original: Fire Research Note Nr. 821 (May 1970); some are omitted here.

and θ_0 can be shown to have a maximum value, $\theta_{0 \max}$, when $\tau = \tau_m$

where

$$\tau_m = \frac{Ba}{\beta' (Ba-1)} \log_e Ba \quad \dots (3)$$

$$\theta_{0 \max} = B (Ba) \frac{Ba}{Ba-1} \quad \dots (4)$$

$$a = \beta' / \delta p$$

For $B \rightarrow \infty$, $\theta_{0 \max}$ should approach the value of θ_0 obtained elsewhere⁴ as

$$\theta_0 = \frac{\delta}{2(j+1)} \cdot \frac{2+\alpha}{\alpha} e^{\theta_0} \quad \dots (5)$$

for the boundary condition

$$-\frac{d\theta_s}{dz} = \alpha \theta_s$$

where

$$\alpha = hr/K.$$

When $B \rightarrow \infty$, equation (4) gives

$$\theta_{0 \max} = \frac{1}{a} = \frac{\delta p}{\beta'} = \frac{\delta}{\beta'} (1 + \theta_0') \approx \frac{\delta}{\beta'} e^{\theta_0'} \quad \dots (6)$$

Identifying θ_0' with $\theta_{0 \max}$, the effective heat transfer coefficient, β' , can be evaluated by comparing equation (6) with equation (5) (which does not involve approximation of the conduction term⁴). We then have

$$\beta' = \frac{\beta'}{(j+1)} = \frac{2\alpha}{2+\alpha}$$

Using equation (6) to define a , and treating this as constant, $\theta_{0 \max}$ has been calculated as a function of B from equation (4) and is shown in Fig 1 for $\theta_{0 \max} = 0.2$ at $B = \infty$ (this corresponds to a temperature increase of about 5°C for some realistic values of E and T_A). The value of δ is 0.98.

The curve for a second order reaction ($n = 2$) in Fig 1 was obtained in a similar way but required a numerical integration.

For the case of an autocatalytic reaction, it may be concluded from the quasi-stationary model of Merzhanov and Dubovitskii¹⁰ that the maximum temperature rise in sub-critical self-heating will always be close to the value expected for the maximum rate (given approximately by $k/4$). Any discrepancy in $\theta_{0 \max}$ is likely to be less than that for a simple first order reaction because of the isothermal acceleration in rate during the attainment of the maximum.

Times taken to reach the temperature maxima and the amount of reactant consumed were also calculated.

Discussion

Effective orders of reaction in the range 0 to 2 may be expected to cover a wide range of practical cases of self-heating in solids. In this range, the effect of reactant consumption on the maximum temperature increase in bodies at ambient temperatures considerably below critical values

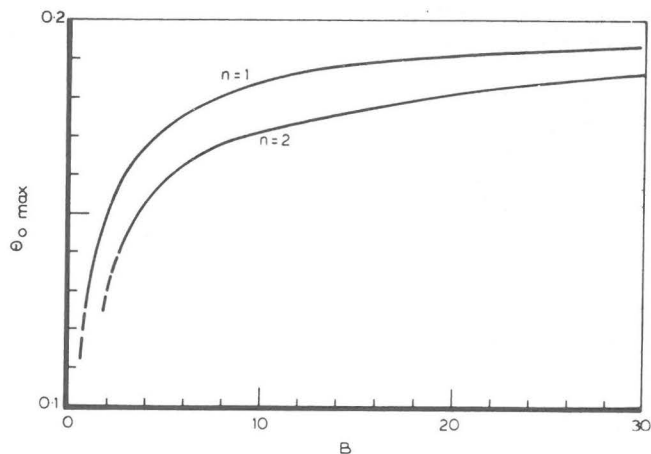


Fig. 1
Maximum Sub Critical Temperature Rise in Sphere

is relatively small. For example, the results in Fig 1 show that, for a first order reaction, the temperature maximum in a sphere, at an ambient temperature corresponding to $\delta \approx 1$, is only 10 per cent below the value expected for a zero order reaction ($B = \infty$) when B is as low as 8. At this value of B , the „critical” value of δ for thermal explosion in a sphere is about 2.7 times the value expected for a zero order reaction, i. e. about 9. For a reaction doubling in rate for a temperature increase of 10°C, the value $\delta = 1$ thus corresponds to an ambient temperature about 30°C below „critical”.

At values of B as low as 8, however, „critical”, or sharply defined, explosion behaviour does not occur. For this³, B has to be greater than about 14. Even at this level, ignition is not, theoretically really sharply defined³ although, in practice, it may be sufficiently so⁴. At these higher levels of B it may be concluded that sub-critical self-heating behaviour and critical ignition behaviour will be reasonably consistent on the basis of a model which ignores reactant consumption.

The amount of reactant consumed in attaining these small maximum temperatures is small. Explicitly, at a value of δ giving a maximum temperature increase, $\theta_{0 \max}$, of 0.2 when $B = \infty$, the reactant consumption does not exceed 10 per cent until B is below 7 for a first order reaction and below 5 for a second order reaction.

References

1. Gray, P. and Lee, P. R.
Combustion and Flame 1965, 9, pp 202–203
2. Barzykin, V. V., Gontkovskaya, V. T., Merzhanov, A. G. and Khudyaev, S. I.
Zh. Prik. Mekh. i. Tekh Fiz., 1964, 3, pp 118–125
3. Tyler, B. J. and Wesley, T. A. B.
11th Symposium (International) on Combustion, pp 1115–22. The Combustion Institute 1967
4. Thomas, P. H. and Bowes, P. C.
Brit. J. Appl. Phys., 1961, 12, pp 222–229
5. Walker, I. K. and Harrison, W. J.
J. Appl. Chem., 1960, 10, pp 266–276

6. Wake, G. C. and Walker, I. K.
New Zealand J. Sci., 1964, 7, pp 227–241
7. Wilson, D. J.
J. Phys. Chem., 1958, 62, pp 653–655
8. Frank-Kamenetskii, D. A.
Diffusion and heat exchange in chemical kinetics.
Translated N. Thon. Princeton University Press, Princeton
1955
9. Thomas, P. H.
Trans. Faraday Soc., 1960, 56, pp 833–839
10. Merzhanov, A. G. and Dubovitskii, F. I.
Reps. Acad. Sci., USSR, 1959, 120, pp 427–430

List of Symbols

- A = pre-exponential factor of Arrhenius equation
 $a = \beta^*/p \delta$
 B = dimensionless adiabatic temperature rise
 c = specific heat
 E = activation energy
 h = surface heat transfer coefficient (convection+radiation)
 j = 0, 1, 2 respectively for infinite plane slab, infinite cylinder and sphere

- k = rate constant
 K = thermal conductivity
 n = order of reaction
 $p = 1 + \theta_0' = \text{constant}$
 Q = heat of reaction per unit mass
 r = semi-thickness of slab, radius of cylinder or sphere
 T = absolute temperature, subscripts o and A refer respectively to centre and ambient
 t = time
 $\alpha = \text{dimensionless surface heat transfer coefficient (equation (5))}$
 $\beta = \text{dimensionless effective heat transfer coefficient}$
 $\beta' = \beta(j + 1)$
 $\delta = \text{dimensionless self-heating parameter (equation (4))}$
 $\theta = \text{dimensionless temperature increase above ambient}$
 subscript o refers to centre of body, s to surface
 $\theta_0' = \text{small constant value of } \theta_0$
 $\rho = \text{density}$
 $\tau = \text{dimensionless time}$
 $w = \text{residual fraction of reactant } 1 \geq w \geq 0$
 z = dimensionless distance from centre of slab, infinite cylinder or sphere

Bestimmung der Initiierungsempfindlichkeit industrieller Produkte

Von Th. M. Groothuizen, Technologisches Laboratorium RVO-TNO, Rijswijk

DK 614.833 : 541.126.2 : 662.215.4

Amts- und Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM) 1 (1970/71) Nr. 7 S 100/103

Manuskript-Eing. 12. Januar 1971

Inhaltsangabe

Es werden zwei Verfahren zur Bestimmung der Initiierungsempfindlichkeit industrieller Produkte beschrieben. Beim ersten Verfahren wird eine flache reaktive Stoßwelle benutzt. Beim zweiten Verfahren wird eine reaktive Punktladung simuliert. Es wird eine Übersicht einiger Resultate beider Versuchsmethoden gegeben.

Initiierungsempfindlichkeit – reaktive Stoßwellen – Untersuchungsverfahren für Detonationsgeschwindigkeiten

1. Einführung

Wenn bekannt ist, daß ein Stoff detonieren kann, ist es wichtig zu wissen, ob dieser Stoff leicht oder schwer zur Detonation gebracht werden kann.

Detonationen können durch verschiedene Ursachen ausgelöst werden. Beispiele hierfür sind Stoß, Reibung, Stoßwellen und Funken. In diesem Artikel wird auf die Empfindlichkeit gegen Stoßwellen näher eingegangen.

Zur Auslösung einer Detonation wird die Stoßwelle eine Mindeststärke haben müssen. Je kleiner dieser Wert ist, um so größer ist die Empfindlichkeit des Stoffes. Es ist zu unterscheiden zwischen Initiierung durch eine nicht-reaktive Stoßwelle und durch eine reaktive Stoßwelle (Stoßwelle und heiße Teilchen von einer detonierenden Sprengstoffpatrone). Ferner ist die Form der Stoßwelle entscheidend für die Auslösung einer Detonation. Extreme Formen dafür sind die flache Stoßwelle und die Stoßwelle einer Punktladung.

Ein Verfahren für die Untersuchung der Empfindlichkeit eines Stoffes für nicht-reaktive Stoßwellen ist der „Card gap test“ [1]. Bei diesem Verfahren, das vom U. S. Bureau of Mines entwickelt worden ist, befinden sich Kunststoffscheiben (cards) zwischen einer detonierenden Tetrylpatrone und dem zu untersuchenden Stoff. Durch die Kunststoffscheiben werden die heißen Teilchen der Detonationswelle aufgefangen, so daß der Stoff nur von einer nicht-reaktiven Stoßwelle getroffen wird. Bei diesem Versuch wird die Anzahl Kunststoffscheiben und damit die Dicke des „Gaps“ variiert, bis man nach dem „up and down“-Verfahren nach Bruceton die 50 %-Grenze der Initiierung festgestellt hat. Die auf diese Weise ermittelte Dicke des „Gaps“ ist ein Maß für die Empfindlichkeit. Die Beurteilung, ob eine Detonation stattgefunden hat, geschieht mittels einer Zeugenplatte.

Zu Untersuchungen der Empfindlichkeit von Stoffen gegenüber reaktiven Stoßwellen sind beim Technologischen Laboratorium TNO zwei Verfahren entwickelt worden. Diese Entwicklung geschah auf Wunsch der Düngemittel-Industrie in den Niederlanden [2].

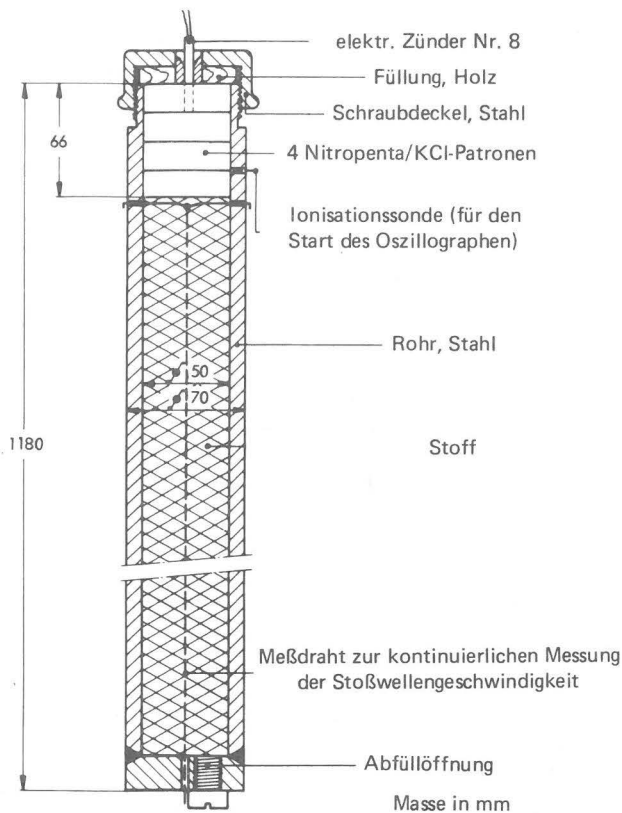


Abb. 1
Versuchsanordnung zur Bestimmung der Initiierungsempfindlichkeit eines Stoffes gegen eine flache reaktive Stoßwelle

2. Die Initiierungsempfindlichkeit gegen flache reaktive Stoßwellen

Die Empfindlichkeit eines Stoffes gegen eine flache reaktive Stoßwelle wird in einem Stahlrohr bestimmt (Abb. 1). Versucht wird, den zu untersuchenden Stoff mittels Donatorladungen zur Detonation zu bringen. Die Donatorladungen haben den gleichen Durchmesser wie der Innendurchmesser des Rohres. Die Stärke der Donatorladungen wird durch Verdünnen des Sprengstoffes (Nitropenta) mittels eines inerten Stoffes (Kaliumchlorid) variiert [3]. Dieses Verdünnen ist bis zu einem Nitropentagehalt von 8 % möglich. Die Patronen detonieren mit einer Geschwindigkeit von 2200 m/s und liefern einen Detonationsdruck von 19 kbar.

Mittels eines in der Rohrachse angebrachten, druckempfindlichen Meßdrahtes wird festgestellt, ob der Stoff detoniert oder nicht. Mit diesem Meßdraht kann sowohl die Detonationsgeschwindigkeit (reaktive Stoßwelle) gemessen werden, als auch die Geschwindigkeit einer nicht reaktiven Stoßwelle, die sich durch den Stoff fortpflanzt, nachdem die Detonation selbst abgeklungen ist. Die Geschwindigkeit dieser nicht reaktiven Stoßwelle nimmt dann kontinuierlich ab, bis die Schallgeschwindigkeit im Stoff erreicht ist. Die Versuche werden in einem Bunker durchgeführt. Bei festen Stoffen wird das Rohr waagrecht auf eine Sandschicht von 50 cm Stärke gelegt und dann mit einer weiteren 75 cm hohen Sandschicht bedeckt. Bei Flüssigkeiten wird das Rohr senkrecht mit der Sprengstoffpatrone nach oben im Sand angeordnet. Für Flüssigkeiten wird meist ein kürzeres Rohr benutzt (Länge 75 cm).

Der druckempfindliche Meßdraht [4] besteht aus einem blanken Kupferdraht, der mit einem teilweise durch Nylon isolierten Widerstandsdraht umwunden ist. An der Seite der Sprengstoffpatronen sind beide Drähte miteinander verbunden. Die anderen Enden der Anordnung werden mit einem konstanten Strom gespeist. Der Meßdraht wird durch die Stoßwelle kurzgeschlossen. Hierdurch geht während des Versuches der Spannungsabfall am Meßdraht zurück. Der Spannungsverlauf wird mit einem Oszillographen verfolgt und ist der Stoßwellengeschwindigkeit im Rohr proportional. In Abb. 2 ist das Ergebnis einer Geschwindigkeitsmessung mit diesem Meßdraht in einem Rohr, das teilweise mit Nitropenta und weiter mit Sand gefüllt ist, dargestellt.

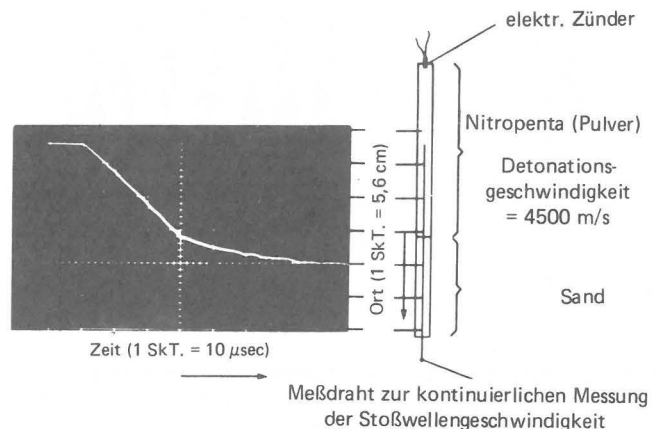


Abb. 2
Beispiel einer Geschwindigkeitsmessung in einem Rohr mit Nitropenta (reaktive Stoßwelle) und Sand (nicht reaktive Stoßwelle)

Da die Zerlegung des Rohres durch den Detonationsdruck bestimmt wird, variiert die Größe der Splitter bei industriellen Produkten stark. Es kommt sogar vor, daß das Rohr durch die Detonation nicht zerlegt, sondern nur aufgebläht wird. In den Abb. 3 und 4 wird für zwei verschiedene Detonationen von Nitromethan die Zerlegung der Rohre wiedergegeben. Bei Nitromethan tritt das Phänomen der „low velocity detonation (LVD)“ auf.

Der Mindestgehalt an Nitropenta in der Donatorladung, der zur Initiierung der Detonation notwendig ist, ist das Maß für die Initiierungsempfindlichkeit des zu untersuchenden Stoffes. In Tabelle 1 sind einige Resultate gegeben.

Die LVD [4, 5] ist eine Art Detonation, die nur bei einigen flüssigen Explosivstoffen auftritt, wenn diese in einem Metallrohr durch eine schwache Donatorladung initiiert werden. Die Geschwindigkeit der LVD ist immer niedriger als die Schallgeschwindigkeit in Metall, so daß die Stoßwellen, die durch das Metall der Rohrwand laufen, bereits vor der Detonationsfront auf die Flüssigkeit einwirken können und dazu beitragen, die LVD zu stabilisieren. Bei der LVD treten andere Zersetzungsreaktionen auf als bei der normalen Detonation. Bei Isopropylnitrat wurde keine LVD gefunden.

3. Die Initiierungsempfindlichkeit gegen „Punktladungen“

Die Initiierungsempfindlichkeit gegen eine von einer reaktiven Punktladung ausgehende reaktiven Stoßwelle wird mit dem gleichen Rohr bestimmt wie die Empfindlichkeit gegen eine flache Stoßwelle. Nur der Durchmesser der Donatorladung ist bei diesen Versuchen geringer (15,85 mm = 5/8").

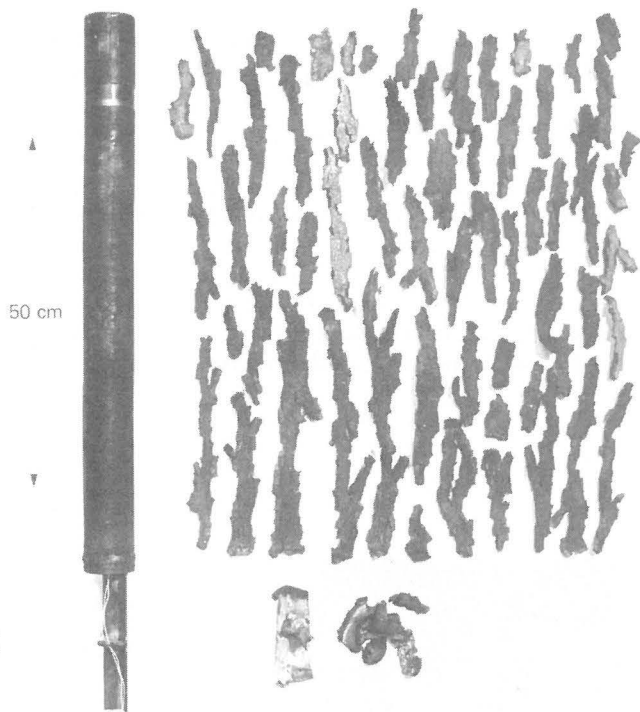


Abb. 3
 Zerlegung des Rohres bei einem Versuch mit Nitromethan, durch eine Nitropenta/KCl-Patrone (40 % Nitropenta) initiiert
 Detonationsgeschwindigkeit: 6500 m/s
 Detonationsdruck: etwa 120 kbar

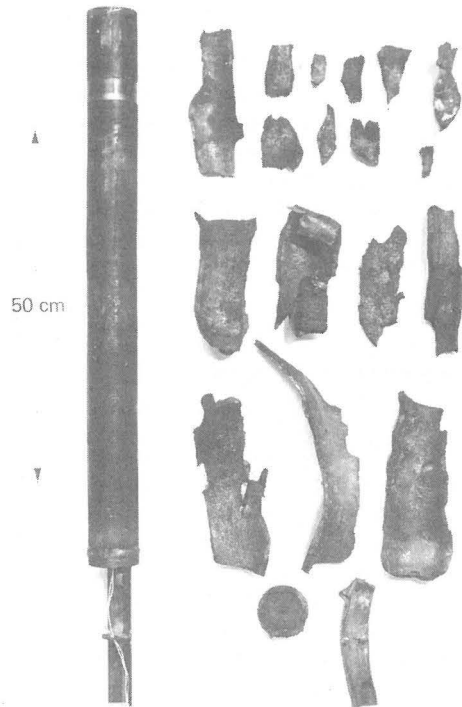


Abb. 4
 Zerlegung des Rohres bei einem Versuch mit Nitromethan, durch eine Nitropenta/KCl-Patrone (15 % Nitropenta) initiiert
 Detonationsgeschwindigkeit: 1800 m/s
 (Schallgeschwindigkeit: 1350 m/s)
 Detonationsdruck: etwa 9 kbar

Tabelle 1
 Initiierungsempfindlichkeit einiger Stoffe gegen flache reaktive Stoßwellen

Stoff	Zustandsform des Stoffes	Dichte g/cm ³	Mindestgehalt an Nitropenta (in %) zur Detonationsinitiierung
NH ₄ NO ₃ +0,4 % Öl	körnig	0,84	< 8
NH ₄ NO ₃ (69,3 %)/KCl (30,7 %) + 0,4 % Öl	körnig	0,92	< 8
m-Dinitrobenzol	Pulver	0,72	< 8
Trotyl	Blättchen	0,85	< 8
Trotyl	gepreßt	1,55	9
Trotyl	gegossen	1,56	12
Isopropylnitrat*)	Flüssigkeit	1,04	75
Nitromethan*)	Flüssigkeit	1,13	40**)

*) Die Empfindlichkeit von Flüssigkeiten wird stark vergrößert, wenn sich kleine Gasblasen in der Flüssigkeit befinden. Bei diesen Versuchen wurde daher besonders darauf geachtet, Gasblasen zu vermeiden

***) Versucht man, Nitromethan mit Patronen zu initiieren, deren Nitropenta-Gehalt unter 40 % liegt, wird eine „low velocity detonation“ (LVD) [4, 5] festgestellt

Der Gehalt an Nitropenta in Nitropenta/KCl-Patronen kann bei diesem Durchmesser bis auf 15 % verringert werden. In Abb.5 ist der Versuchsaufbau gezeichnet, während in der Tabelle 2 einige Resultate der Bestimmung zusammengefaßt werden.

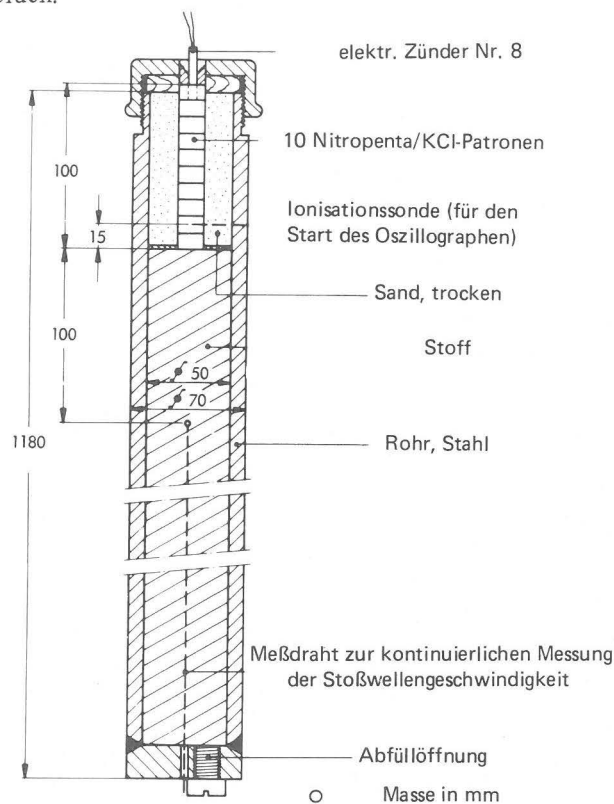


Abb. 5
 Bestimmung der Initiierungsempfindlichkeit eines Stoffes gegen eine reaktive Punktladung

Tabelle 2

Initiierungsempfindlichkeit einiger Stoffe gegen „Punktladungen“ mit einem Durchmesser von 15,85 mm

Stoff	Zustandsform des Stoffes	Dichte g/cm ³	Mindestgehalt an Nitropenta (in %) zur Detonationsinitiierung*)
NH ₄ NO ₃	Pulver (< 0,5 mm)	0,92	75
NH ₄ NO ₃ +0,4% Öl	körnig	0,83	30
NH ₄ NO ₃ +0,4% Öl	Prills	1,06	60
NH ₄ NO ₃ (69,3%)/ KCl (30,7 %) + 0,4 % Öl	körnig	0,90	60
m-Dinitrobenzol	Pulver (< 0,5 mm)	0,64	20
Trotyl	gepreßt	1,55	20

*) Der Nitropentagehalt der Patronen wurde in Schritten von 5 % variiert

Die explosiven Eigenschaften pyrotechnischer Sätze

Von RegDir. Dr. rer. nat. Hartwig Treumann, Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM), Berlin

DK 662.1 : 541.126 : 614.83

Amts- und Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM) 1 (1970/71) Nr. 7 S 103/106

Manuskript-Eing. 7. September 1971

Inhaltsangabe

Ergänzend zu einer früheren Veröffentlichung (vgl. Literaturhinweise) werden die Prinzipien der Ermittlung der explosiven Eigenschaften pyrotechnischer Sätze geschildert. Ferner werden der Einfluß der chemischen Zusammensetzung auf den Gefährlichkeitsgrad pyrotechnischer Sätze und die Möglichkeiten zur Charakterisierung dieses Gefährlichkeitsgrades durch dimensionslose Wertzahlen diskutiert.

Explosive Eigenschaften – Pyrotechnische Sätze – Gefährlichkeitsgrad pyrotechnischer Sätze – UVV – Herstellung pyrotechnischer Gegenstände – Sensibilität von Explosivstoffen

1. Einleitung

Nachstehend wird über Untersuchungen berichtet, die in der Bundesanstalt für Materialprüfung ausgeführt worden sind. Sie hatten zum Ziel, die explosiven Eigenschaften pyrotechnischer Sätze im Hinblick auf die Gefahren bei ihrer Herstellung, Verarbeitung, Bearbeitung und Lagerung zu ermitteln. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in [1] veröffentlicht worden. Im folgenden wird ergänzend zu [1] einerseits auf die Prinzipien der Prüfung und andererseits sowohl auf die Möglichkeiten der Kennzeichnung des Gefährlichkeitsgrades pyrotechnischer Sätze durch Wertzahlen als auch auf den Einfluß der chemischen Zusammensetzung pyrotechnischer Sätze auf deren explosive Eigenschaften eingegangen.

2. Die Sensibilität und ihre Ermittlung

Ein fester oder flüssiger Stoff hat explosive Eigenschaften und wird demnach als explosionsfähig bezeichnet, wenn er sich unter einer momentanen Wärme- und Druckentwicklung umsetzt. Dabei wird seine chemische Reaktion mit dem angrenzenden Medium – im allgemeinen Luft – nicht in die Betrachtung einbezogen. Im Regelfall, zumindest bei

Literatur

- 1) Ribovich, J., Watson, R. W., Gibson, F. C., A. I. A. A. Journal 6 (1968) S. 1260–1263
- 2) Groothuizen, Th. M., Lindeijer, E. W., Pasman, H. J., Stikstof 14 (1970)
- 3) Ahrens, H., Explosivstoffe 12 (1964) S. 35 u. 55
- 4) Watson, R. W., Summers, C. R., Gibson, F. C., Van Dolah, R. W., Reprint of the Fourth Symposium on Detonation, Oct. 12–15/1965, US. Naval Ordnance Laboratory, White Oak, Silver Spring, Md. 1 (A) S. 121–128
- 5) Hay, J. E., Watson, R. W., Reprint of the New York Academy of Sciences, Vol. 152 (1968) Art. 1, S. 621–635

den technisch anwendbaren Stoffen, kann man Ort, Zeit und Wirkung der explosiven Umsetzung bestimmen. Das Auslösen der Reaktion – darunter soll die Einleitung der explosiven Umsetzung verstanden sein – geschieht durch Zuführung einer bestimmten Energiemenge, der „Zündenergie“. Diese Zündenergie wirkt sowohl zeitlich als auch räumlich begrenzt. Bei den in der BAM angewandten Prüfmethode wird sie dem Stoff als mechanische oder thermische Energie oder in Form eines Detonationsstoßes zugeführt.

Die Leichtigkeit, mit der die explosive Reaktion ausgelöst werden kann, wird als Sensibilität des Stoffes bezeichnet. Sie ist um so größer, je geringer der zur Zündung aufzuwendende Energiebetrag ist. Sind die Beträge der Zündenergie meßbar – wobei es gleichgültig ist, ob als absolute oder relative Werte – läßt sich die Sensibilität zahlenmäßig erfassen. Damit wird die Sensibilität verschiedener explosionsfähiger Stoffe vergleichbar.

Die Ergebnisse der Prüfung auf mechanische Sensibilität – Reib- und Schlagsensibilität – lassen sich in Form von Meßwerten darstellen: Sowohl die kritische Schlagenergie eines herabfallenden Gewichts als auch die kritische Reib-

kraft sind ein direktes Maß für die Sensibilität. Unter den kritischen Werten sind diejenigen Mindestgrößen zu verstehen, bei denen Umsetzungen eingeleitet werden.

Die Sensibilität gegen Detonationsstoß kann bestimmt werden, indem man verschieden große Mengen eines bei thermischer Zündung bereits detonierenden Stoffes (Initialsprengstoff) verwendet und den Beginn der Weiterleitung in Abhängigkeit von der Menge des Initialsprengstoffes bestimmt. Man benutzt aber auch Sprengkapseln gleicher Größe, jedoch mit verschieden stark phlegmatisierter Ladung, sog. Meßkapseln. Bis zu einem gewissen Grade ist auch das Verfahren zur Ermittlung der Sprengwirkung im Bleiblock nach *Traulz* auswertbar, bei dem man ein bestimmtes Volumen des zu prüfenden Stoffes dem Detonationsstoß einer definierten Sprengkapsel aussetzt und die innere Ausbauchung des Bleiblocks bestimmt. Diese Ausbauchung ist insofern auch ein Maß für die Sensibilität eines Stoffes, als ihre Größe sowohl von der explosiven Wirkung als auch von seiner Sensibilität abhängt. Dieser Sachverhalt wird bei weniger sensiblen Stoffen durch die Ergebnisse von Sprengversuchen in Stahlrohren verschiedenen Durchmessers mit verschieden starken Initialladungen gestützt. Die Sensibilität gegen einen Detonationsstoß ist dabei um so geringer, je größer der zur vollständigen Umsetzung benötigte Initialimpuls ist.

Die Sensibilität gegenüber thermischen Beanspruchungen ist dadurch zu messen, daß dem explosiven Stoff verschieden große definierte Wärmemengen in bestimmter Weise zugeführt werden. Dies wäre beispielsweise möglich in offenen oder geschlossenen mit dem explosionsfähigen Stoff gefüllten Rohren. Den Stoffen wird die Zündenergie durch elektrisch zum Glühen gebrachte Drähte oder durch Wärmekapseln zugeführt. Unter Wärmekapseln werden sprengkapselähnliche Kupferhülsen verstanden, in denen sich statt des Sprengstoffes ein Heizsatz befindet, der nach seiner elektrischen Auslösung die Hülse auf eine bestimmte Temperatur erhitzt (vgl. [2]). Ein derartiges Prüfverfahren ist gegenwärtig noch nicht Bestandteil des Prüfschemas, das die Bundesanstalt zur Ermittlung der explosiven Eigenschaften anwendet. Es hat sich als außerordentlich vorteilhaft erwiesen, die thermische Sensibilität explosionsfähiger Stoffe durch schnelles Aufheizen auf ca. 800°C unter Einschluß und Drosselung des Drucks der Schwaden mittels einer Düse zu bestimmen. Der Durchmesser der größten Düse, bei dem der Einschluß zerlegt wird (kritischer Durchmesser), gibt ein Maß für die thermische Sensibilität. Große kritische Düsendurchmesser bedeuten große Sensibilität, kleine kritische Düsendurchmesser geringe. Außerdem läßt sich die Entzündungstemperatur und die Verbrennungsdauer des Stoffes in einer rotglühenden Stahlschale zur Beurteilung heranziehen. Die thermische Sensibilität ist um so größer, je geringer die gefundenen Meßwerte sind. Ferner kann die Entzündbarkeit der Stoffe durch Cereisenfunken, durch Funken einer Schwarzpulverzündschnur, durch eine kleine Gasflamme und durch einen rotglühenden Stahlstab Hinweise auf die Gefährlichkeit der Stoffe geben. In einigen Fällen läßt sich die Sensibilität von Substanzen durch Erwärmen in einem einseitig geschlossenen Glasröhrchen prüfen. Die Fähigkeit, thermisch ausgelöste Reaktionen weiterzuleiten, wird häufig durch Erhitzen der Substanz innerhalb eines geschlossenen Stahlblechkästchens zusätzlich ermittelt.

Beim Umgang und Verkehr mit explosionsgefährlichen Stoffen, d. h. bei ihrer Herstellung, Verarbeitung, Beförderung, Lagerung, Verwendung und Vernichtung muß der Ge-

fahrengrad bekannt sein. Eine Einschätzung vermitteln die „sicherheitstechnischen Kenndaten“ oder auch „explosiven Eigenschaften“. Sie geben, wenn die Prüfmethode und ihre Ergebnisse bekannt sind, einen Eindruck von der Gefährlichkeit eines Satzes. In manchen Fällen ist eine bestimmte Art der Sensibilität bereits hinreichend kennzeichnend für die Gefährlichkeit, wie z. B. die Sensibilität gegen Flammen bei Schwarzpulver und Bleiazid, die Sensibilität gegen elektrostatische Entladung bei Bleitritinitroresorcinat und die Sensibilität gegen Berührung bei Jodstickstoff. Normalerweise ist die Gefährlichkeit durch unterschiedliche und in einigen Fällen sogar gegenläufige Sensibilitäten gegen verschiedene Beanspruchungen gekennzeichnet. Z. B. kann die Schlagempfindlichkeit gegenüber der thermischen Sensibilität zurücktreten und umgekehrt. In manchen Fällen spielt die Detonationsempfindlichkeit eine ausschlaggebende Rolle.

3. Untersuchungen – Zielsetzung und Folgerungen

Der Gesetzgeber der Bundesrepublik Deutschland hat im Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe (Sprengstoffgesetz) [3] den Begriff ‚Explosionsgefährliche Stoffe‘ in folgender Weise definiert:

„Explosionsgefährliche Stoffe im Sinne des § 1 Abs. 4 (des vorgenannten Gesetzes) sind feste oder flüssige Stoffe, die bei Durchführung der in der Anlage III zu diesem Gesetz bezeichneten Prüfverfahren

1. durch Erwärmung ohne vollständigen festen Einschluß oder
2. durch eine nicht außergewöhnliche Beanspruchung durch Schlag oder Reibung ohne zusätzliche Erwärmung

in dem in den Vorschriften über die Prüfverfahren bestimmten Ausmaß zu einer chemischen Umsetzung gebracht werden, bei der entweder hochgespannte Gase in so kurzer Zeit entstehen, daß eine plötzliche Druckwirkung hervorgerufen wird (Explosion) oder bei der eine Wirkung eintritt, die in den Vorschriften über die Prüfverfahren der Explosion gleichgestellt ist.“

Die in der Anlage III wiedergegebenen Prüfverfahren sind die Verfahren zur Ermittlung der Reibeempfindlichkeit mit dem Reibapparat, der Schlagempfindlichkeit mit dem Fallhammer und der thermischen Sensibilität nach dem Stahlhülsenverfahren. Diese Methoden sind in der Bundesanstalt für Materialprüfung entwickelt worden und in [4], [5] und [6] ausführlich beschrieben.

Die Gruppe der explosionsgefährlichen Stoffe umfaßt solche, die wegen ihrer Fähigkeit zur explosiven Umsetzung hergestellt werden. Diese Stoffe nennt man Explosivstoffe. Zu den Explosivstoffen gehören die Sprengstoffe, die Initialsprengstoffe bzw. Zündsprengstoffe, die Treibladungspulver, die Raketentreibstoffe und die pyrotechnischen Sätze.

Für die Herstellung und Verarbeitung pyrotechnischer Sätze bestehen sicherheitstechnische Vorschriften, um die Gefahren sowohl für die Personen, die in den Betrieben beschäftigt sind als auch für die Umwelt auf ein technisch nicht unterschreitbares Maß herabzumindern. Diese Vorschriften sind vom Träger der gesetzlichen Unfallversicherung, in diesem Falle von der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie, aufgestellt und in der Unfallverhütungsvorschrift UVV 46 k (Feuerwerksvorschrift) [7] als Regeln der Technik festgelegt worden. Diese teilt die pyrotechnischen Sätze nach ihrem

Gefährlichkeitsgrad in vier Gruppen ein. Jede dieser Gruppen unterliegt speziellen Sicherheitsvorschriften. Die Gruppeneinteilung ist in § 2 Abs. 1 der genannten Vorschrift festgelegt. Sie lautet:

„(1) Die Sätze werden nach ihrer Reib- und Zündempfindlichkeit und Sprengwirkung (in losem Zustand) in folgende vier Gruppen eingeteilt:

Gruppe 1 (gefährlichste Sätze):

Pfeifsätze, Perchlorat-Metallsätze, Zirkonsätze, Blitzlichtsätze, sofern sie Zirkon oder Superoxyde enthalten, Nitrozellulose (Kollodiumwolle mit weniger als 35 Gewichtsteilen Feuchtigkeit).

Gruppe 2:

Trockene Chloratsätze mit mehr als 65 % Chloratgehalt, Nitrat-Knallsätze.

Gruppe 3:

Nitrat-Metallpulversätze (ausgenommen Nitrat-Knallsätze), feuchte Chloratsätze mit mehr als 65 % Chloratgehalt, trockene Chloratsätze mit 35 % bis 65 % Chloratgehalt, Schwarzpulver.

Gruppe 4:

Fackelsätze, feuchte Bengalsätze und dgl. mit bis zu 65 % Chloratgehalt; trockene Chloratsätze mit weniger als 35 % Chloratgehalt; feuchte oder phlegmatisierte Nitrat-Aluminiumsätze; Rauch- und Nebelsätze.“

Es ist verständlich, daß diese Gruppeneinteilung entsprechend der Erweiterung der Kenntnis und der Fortentwicklung in der pyrotechnischen Industrie dem jeweiligen Stand der Technik und dem steigenden Sicherheitsbedürfnis angepaßt werden muß. Deshalb hat die Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie mehrere Forschungsaufträge an die Bundesanstalt gegeben, deren Ziel es war, die explosiven Eigenschaften von pyrotechnischen Sätzen zu ermitteln und Einteilungskriterien hinsichtlich ihrer Gefährlichkeit zu schaffen, die auf Prüfergebnissen beruhen. Damit sollen Unfälle vermieden werden, die auf die Einordnung von Sätzen in zu niedrige Gefährlichkeitsgruppen zurückzuführen wären.

Die Ermittlung der explosiven Eigenschaften wurde nach den in [8] beschriebenen Methoden vorgenommen. Die Ergebnisse der Prüfung von 51 pyrotechnischen Sätzen und neun Vergleichsmischungen aus Kaliumchlorat und Milchsüßholz sind – wie eingangs erwähnt – in [1] veröffentlicht worden. Auf die Wiedergabe der Tabellen muß hier aus Raumgründen verzichtet werden. In diesen Tabellen wurde versucht, die Sätze nach ihrem Gefährlichkeitsgrad neu zu ordnen. Diese Ordnung ist jedoch – bezogen auf das Verhalten bei sämtlichen Prüfmethoden – nicht in allen Fällen eindeutig. Zwei Aspekte dieser Arbeit wurden besonders lebhaft diskutiert und seien deshalb ausführlicher behandelt, und zwar der Einfluß der chemischen Zusammensetzung auf die explosiven Eigenschaften pyrotechnischer Sätze und die Möglichkeit, den einzelnen Prüfergebnissen Kennzahlen zuzuordnen, diese zu Wertzahlen zusammenzufassen und damit den Gefährlichkeitsgrad eines pyrotechnischen Satzes zu kennzeichnen.

3.1 Der Einfluß der chemischen Zusammensetzung pyrotechnischer Sätze auf ihre explosiven Eigenschaften

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, daß sich zwar

allgemeine Regeln aufstellen lassen, z. B., daß chlorathaltige Sätze im allgemeinen empfindlich gegenüber mechanischer Beanspruchung sind oder daß Mischungen mit Nitraten leicht entzündlich sind. Diese allgemeinen Regeln haben aber viele Ausnahmen und werden häufig außer von der chemischen Zusammensetzung auch von dem physikalischen Zustand der Mischungskomponenten bestimmt. Eine besonders große Rolle spielt dabei die Korngröße der verbrennlichen Bestandteile: Je kleiner die Korngröße dieser Bestandteile, um so größer ist die Sensibilität des Satzes.

In der Bundesanstalt besteht die Absicht, unter Verwendung statistischer Methoden die genannten Regeln zu präzisieren, wozu neben den in [1] mitgeteilten Ergebnissen von 60 Mischungen noch die von weiteren 140 verwertet werden sollen. Die Schwierigkeit, die sich ergeben wird, liegt in der Frage, ob die Ergebnisse der Untersuchung von etwa 200 Sätzen als repräsentativer Querschnitt der Grundgesamtheit pyrotechnischer Sätze betrachtet werden kann. Die meisten der in der Bundesanstalt untersuchten Sätze haben eine Rolle bei Schadensfällen oder Unfällen gespielt. Sie haben demzufolge bereits ihre Gefährlichkeit in der Praxis gezeigt.

Als Ergebnis der Untersuchungen ist zusammenfassend festzustellen, daß allein aus der Kenntnis der chemischen Zusammensetzung eines pyrotechnischen Satzes nicht mit hinreichender Sicherheit auf dessen Gefährlichkeit geschlossen werden kann.

3.2 Die Kennzeichnung der Gefährlichkeit eines pyrotechnischen Satzes durch eine Kennzahl

Für manche Zwecke – wenn beispielsweise die Zuordnung eines pyrotechnischen Satzes in eine Gefährlichkeitsgruppe der UVV 46 k [7] vorgenommen werden soll – ist es vorteilhaft, die verschiedenen Arten der Sensibilität zusammenzufassen und einen zahlenmäßigen Ausdruck zu ermitteln, der einen Vergleich der Gefährlichkeit verschiedener Sätze erlaubt. Deshalb wurde bei den Prüfergebnissen der Versuch unternommen, einem bisher nicht veröffentlichten Vorschlag von K. H. Ide und H. Treumann folgend, den einzelnen Ergebnissen Kennzahlen zuzuordnen und diese zu Wertzahlen zusammenzufassen. Dabei muß dem Wert eines jeden Prüfergebnisses ein gewisses „Gewicht“ zugeordnet werden; die Zusammenfassung der den Prüfergebnissen zugeordneten Zahlen bedeutet dann eine relative Gefährlichkeitszahl gegenüber thermischer, mechanischer bzw. detonativer Beanspruchung. Die Summe dieser Zahlen schließlich soll die gesamte Gefährlichkeit wiedergeben.

Dieses Verfahren würde sich einfach gestalten, wenn die Beanspruchungen des Stoffes bei den einzelnen Prüfmethoden dem Energiebetrage nach ungefähr gleich wären. Das ist jedoch nicht der Fall, wie eine überschlägige Berechnung zeigt. So beträgt die zugeführte Energie beim Reibversuch größenordnungsmäßig 1 cal, bei der Ermittlung der Schlagempfindlichkeit 10 cal, beim Stahlhülsevenversuch $2 \cdot 10^3$ cal und bei der Prüfung mit der Sprengkapsel Nr. 8 ca. 10^3 cal. Es steht also nicht zu erwarten, daß z. B. die beim Reibversuch ermittelte Explosionswahrscheinlichkeit die gleiche Bedeutung hat, wie die beim Schlagversuch oder beim Stahlhülsevenversuch gefundene.

Sofern ein Stoff detonationsfähig ist, wird seine Gefährlichkeit bei der Herstellung, Verarbeitung, Lagerung und Verwendung wesentlich durch diese Eigenschaft bedingt sein. Das Wertzahlensystem muß das zum Ausdruck bringen, ins-

besondere dann, wenn es – abgesehen vom Initialimpuls einer Sprengkapsel – auf andere Weise möglich ist, in dem Stoff eine Detonation auszulösen, z. B. durch mechanische Stöße, durch Reibung oder durch Brand. Die des öfteren vertretene Ansicht hat sich bisher nicht durchgesetzt, daß eine die Gefährlichkeit ausdrückende Wertzahl sich auf die thermische und mechanische Sensibilität allein stützen könne, wenn Zündung durch einen Initialimpuls (Sabotagefall) ausgeschlossen werden könnte.

Die zugeordneten Wertzahlen dieses Systems sind so gewählt, daß den Kenndaten der thermischen und mechanischen Sensibilität des 1,3-Dinitrobenzols, das häufig als Vergleichssubstanz herangezogen wird, der Wert Null zugeordnet wird. Die Summe der Wertzahlen ist ein Maß für die Gefährlichkeit des Satzes, und zwar derart, daß eine hohe Wertzahl eine hohe Gefährlichkeit bedeutet. Bezeichnet man die Wertzahl für die thermische Sensibilität mit k_{th} , die für die mechanische mit k_m und die für die Sensibilität gegen Detonationsstoß mit k_d , und wird ferner die Wertzahl für die Gefährlichkeit mit G bezeichnet, so gilt:

$$G = k_{th} + k_m + k_d.$$

Um jeder der drei Gruppen der Sensibilität ein gleiches Gewicht zu geben, wurde jeder Gruppe ein Maximalwert von 100 zugeordnet. Damit gilt als maximales G :

$$G_{max} = k_{th} + k_m + k_d = 300.$$

Durch die Ermittlung des Zahlenwertes von G ist insofern nur eine unvollständige Aussage über die Gefährlichkeit eines Stoffes oder Stoffgemisches zu erhalten, als aus dem Wert von G nicht hervorgeht, gegen welche Einwirkung die Substanz besonders sensibel ist. Um dies erkennbar zu machen, werden deshalb hinter den G -Wert Indices gesetzt, wenn in einer der drei Prüfungsgruppen die Punktzahl 50 – also mehr als die Hälfte der möglichen – überschritten wurde, und zwar bei besonderer thermischer Sensibilität der Index T, bei besonderer mechanischer der Index M und bei

besonderer Sensibilität gegen Detonationsstoß der Index D. Über das Verfahren der Zuordnung von Punktzahlen zu einzelnen Prüfergebnissen sei hier noch nichts Näheres ausgeführt, da das entsprechende System bisher nur an pyrotechnischen Sätzen erprobt ist, bei anderen explosionsgefährlichen Stoffen dagegen noch nicht. Sobald ausreichende Erfahrungen vorliegen, wird darüber berichtet werden, ob sich die sicherheitstechnischen Aussagen dieses oder eines verbesserten Systems auf den gesamten Bereich der explosionsgefährlichen Stoffe erweitern läßt.

4. Literatur

- [1] Ide, K. H., Koch, H. W., Swart, K.-H. u. Treumann, H. Explosivstoffe 18 (1970) S. 56/65
- [2] Swart, K.-H., Treumann, H. u. Krüger, G. Die Berufsgenossenschaft, 1969, Nr. 5 u. 6, S. 163/166 u. S. 203/206
- [3] Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe (Sprengstoffgesetz) Bundesgesetzblatt Teil I Nr. 85 (1969) S. 1358/1403
- [4] Koenen, H. u. Ide, K. H. Explosivstoffe 4 (1956) S. 119 u. S. 143
- [5] Koenen, H., u. Ide, K. H. Explosivstoffe 4 (1956) S. 1
- [6] Koenen, H., Ide, K. H. u. Haupt, W. Explosivstoffe 6 (1958) S. 178, 202 u. 223
- [7] Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie UVV 46 k – Herstellung pyrotechnischer Gegenstände (Feuerwerksvorschrift)
- [8] Koenen, H., Ide, K. H. u. Swart, K.-H. Explosivstoffe 9 (1961), S. 4 u. 35

Beitrag zur Ermittlung der kritischen Abstände für eine sympathetische Detonation explosionsgefährlicher Stoffe unter Tage

Von Reg.-Rat Dr. rer. nat. Edward v. Zahn, Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM), Berlin DK 614.83 : 541.126 : 662.215.12 : 622.81

Amts- und Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM) 1 (1970/71) Nr. 7 S. 106/109

Manuskript-Eing. 4. August 1971

Inhaltsangabe

Es wird über Versuche berichtet, die gemeinsam mit der Sprengstoffindustrie und dem Kalibergbau ausgeführt wurden*). Ihr Ziel war, für untertägige Lagerung eines Gesteinssprengstoffes Mengen-Abstandsbeziehungen zu finden, nach denen eine Explosionsübertragung zwischen mehreren Lagerkammern mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden kann. Es wird gezeigt, daß die beschriebene Lösungsmethode allgemein für die untertägige Lagerung explosionsgefährlicher Stoffe angewendet werden kann.

Sympathetische Detonation – k-Faktor – Detonationsübertragung, direkte und indirekte – Explosionspuffer

Die Entwicklung der modernen Wirtschaft hat dazu geführt, daß die Zahl der explosionsgefährlichen Stoffe, die industriell gebraucht und infolgedessen auch gelagert werden, erheblich angewachsen ist. Die Entwicklung der modernen Si-

cherheitstechnik bei der Lagerung explosionsgefährlicher Stoffe hat mit der industriellen Entwicklung Schritt gehalten. Explosionen von Lagern explosionsgefährlicher Stoffe sind außerordentlich selten.

*) Eine ausführliche Darstellung der Versuchsmethodik und der bei diesen Versuchen erhaltenen Ergebnisse findet sich in der Arbeit „Beitrag zur Ermittlung der kritischen Abstände für eine sympathetische Detonation von ANC-Sprengstoff unter Tage“ – von

Direktor Dipl.-Ing. Herbert Lück, Langelsheim, Bergwerksdirektor Dipl.-Ing. Wolfgang Meuskens, Bad Salzdetfurth, Regierungsdirektor Dr. rer. nat. Hartwig Treumann und Dr. rer. nat. Edward v. Zahn, Bundesanstalt für Materialprüfung Berlin-Dahlem in Kali und Steinsalz 5 (1970) H. 7 S. 225.

Indessen reicht diese Tatsache allein nicht aus, von weiteren Forderungen abzusehen, die der Sicherheitstechniker an ein Lager explosionsgefährlicher Stoffe stellen muß. Die Explosion eines Lagers explosionsgefährlicher Stoffe, die häufig in Mengen zwischen 20 und 40 t gelagert werden, bedeutet für die Umgebung des Lagers eine derartige Katastrophe, daß der Sicherheitstechniker unbedingt auch für den seltenen Fall einer solchen Explosion Vorkehrungen treffen muß.

Zu diesen Vorsichtsmaßnahmen gehören alle die, die eine sympathetische Detonation auszuschließen suchen. „Sympathetische Detonation“ nennt man die durch die Detonation eines Explosivstoffes ausgelöste Detonation einer weiteren, räumlich getrennten Menge desselben oder eines anderen Explosivstoffes. Solange es sich um oberirdische Lager handelt, stehen dem Sicherheitstechniker dafür erprobte Formeln zur Verfügung. Mit ihrer Hilfe ist es möglich, den Abstand zweier Lagergebäude so zu wählen, daß bei einer festgelegten Höchstlagermenge ein Überspringen einer Explosion von einem Gebäude auf das andere mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann.

Die Formeln, nach denen der Abstand der Lagergebäude berechnet wird, sind Anwendungen des sogenannten „Modellgesetzes“. Dieses Gesetz besagt, daß bei Explosionen die Wirkung in der Umgebung des Explosionsherdes eine Funktion der Kubikwurzel aus der Lagermenge ist.

Als Mengenabstandsbeziehung nimmt das Modellgesetz die Form an:

$$E = k \cdot \sqrt[3]{L} \quad \text{bzw.} \quad B = k \cdot L^{0,33} \quad [1]$$

(E = Abstand in m, k = sog. „Bodenkonstante“, L = Lagermenge in kg)

Der Zahlenwert der Bodenkonstanten richtet sich danach, welche Wirkung einer Explosion man noch in Kauf nehmen kann: Einem kleinen (großen) k-Wert entspricht eine große (kleine) Zerstörungswirkung. In dem Fall, den wir hier betrachten, muß also der k-Faktor genügend groß sein, um eine sympathetische Detonation eines zweiten Lagers auszuschließen. Für oberirdische Lager sind solche k-Faktoren als Erfahrungswerte bekannt.

Oberirdische Lagergebäude für explosionsgefährliche Stoffe müssen bei ungünstigen Voraussetzungen schon sehr weit voneinander entfernt sein, um das Risiko einer sympathetischen Detonation ausreichend klein zu halten. Noch größere Abstände müssen zwischen einem Lager und z. B. Wohngebäuden oder öffentlichen Verkehrswegen eingehalten werden. Explosionsschäden im Lager können erheblich sein: solange es nicht zu einer sympathetischen Detonation kommt, fallen sie in das Betriebsrisiko; Unbeteiligten sind solche Schäden nicht zuzumuten.

Je höher der Bodenpreis steigt, desto kostspieliger wird die oberirdische Lagerung explosionsgefährlicher Stoffe. Es ist daher verständlich, daß Lagerhalter, die große Mengen explosionsgefährlicher Stoffe lagern müssen, erhebliche Anstrengungen machen, um von der oberirdischen zur unterirdischen Lagerung überzugehen. Schon jetzt kommt es vor, daß Lager entweder aufgegeben oder Lagermengen vermindert werden müssen, weil der Boden innerhalb des Schutzbereiches nicht dem Lagerhalter gehört und auch nicht von ihm zu einem erschwinglichen Preis erworben werden kann.

Auch bei unterirdischen Mehrkammer-Lagern stellt sich die

Frage nach der Möglichkeit einer sympathetischen Detonation. Im Gegensatz zum oberirdischen Lager gibt es bei den unterirdischen Lagern nicht nur einen, sondern zwei Wege, auf denen eine Explosion von Lagerkammer zu Lagerkammer übertragen werden kann.

Die Explosion kann „unmittelbar“ durch die Bergfeste zwischen den Kammern übertragen werden, wenn diese nicht genügend widerstandsfähig ist. Sie kann aber auch „mittelbar“ durch die Strecke oder das Streckensystem, das die Kammern verbindet, übertragen werden. Es ist nun die Aufgabe des Sicherheitstechnikers, ein unterirdisches Lager für explosionsgefährliche Stoffe so anzulegen, daß beide Möglichkeiten einer sympathetischen Detonation mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden können.

Die Verfasser haben anhand von Experimenten und anhand von Umformungen der über Tage gültigen Mengen-Abstandsbeziehungen Grundsätze aufgestellt, die beachtet werden müssen, damit ein unterirdisches Sprengstoff-Lager mit drei Lagerkammern à 30 t ANC-Sprengstoff gegen die Gefahr einer sympathetischen Detonation gesichert ist. Der von den Verfassern hierfür gewählte Weg ist jedoch nicht nur für diesen Spezialfall gültig. Er kann darüber hinaus in allen Fällen gewählt werden, in denen explosionsgefährliche Stoffe in unterirdischen Lagern untergebracht werden sollen, die aus mehreren Lagerkammern bestehen.

Zunächst soll der Fall der „unmittelbaren“ Detonationsübertragung ausgeschlossen werden. Daher wird die Frage gestellt, wie stark dann die Bergfeste zwischen den Lagerkammern sein muß. Bei einem gegen mechanische Einwirkungen relativ unempfindlichen Sprengstoff, wie es der ANC-Sprengstoff „Andex 1“ ist, kann dieses Problem auf zweierlei Weise gelöst werden, je nachdem, welches Risiko der Lagerhalter bereit ist, in Kauf zu nehmen:

1. Fall:

Der Lagerhalter begnügt sich damit, daß die Nachbarlager nicht mitdetonieren. Er geht aber bewußt das Risiko ein, daß der Zugang zu dem Lagerkomplex zerstört und der gesamte Lagerinhalt unbrauchbar wird.

2. Fall:

Der Lagerhalter verlangt, daß auch nach der Explosion einer Lagerkammer der Zugang zu den übrigen Lagerkammern noch möglich und der Inhalt der Kammern brauchbar ist.

Unabhängig davon, ob der Lagerhalter sich für den ersten oder den zweiten Fall entscheidet, muß zur Berechnung die „Belegungsdichte“ (B) festgelegt werden, d. h. die Menge an explosionsgefährlichem Stoff in kg je m³ Kammervolumen. Je höher diese Belegungsdichte ist, desto stärker muß auch die Bergfeste zwischen den Kammern sein.

Für die beiden skizzierten Fälle gibt es Formeln, die sich vom Modellgesetz ableiten. Für den ersten Fall (Gesamtlager unbrauchbar) gelten die folgenden Erfahrungswerte für die Stärke der Bergfeste:

$$E = 0,6 \cdot L^{0,33} \quad (\text{wenn } B = 270 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}) \quad \text{und} \\ E = 0,4 \cdot L^{0,33} \quad (\text{wenn } B = 185 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}).$$

Zwischen diesen beiden Grenzwerten von B ist das Verhältnis B : k praktisch konstant. Es gilt also:

$$\frac{B}{k} = \text{const} = 456 \pm 6 \quad [2]$$

Das bedeutet, daß die k-Faktoren für alle Belegungsdichten zwischen den aufgeführten Grenzwerten linear interpoliert werden können. Für die weniger brisanten Wettersprengstoffe kann der k-Faktor noch weiter erniedrigt werden; für sie gilt, wenn $B = 185 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ist:

$$E = 0,29 \cdot L^{0,33}$$

Für den zweiten Fall (Gesamtlager noch brauchbar) muß die Stärke der Bergfeste erheblich höher gewählt werden. Außerdem spielt in diesem Fall die Art des Gesteins, aus dem die Bergfeste besteht, eine Rolle. Für die Belegungsdichte $B = 270 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ gelten:

$$E = 1,4 \cdot L^{0,33} \text{ (Bergfeste Sandstein) bzw.}$$

$$E = 2,0 \cdot L^{0,33} \text{ (Bergfeste Granit).}$$

In dem durchgerechneten Fall hatte sich der Lagerhalter zu der ersten Lösung entschlossen. Gleichzeitig wurde die Belegungsdichte $185 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ gewählt.

Es erscheint erlaubt und stimmt mit den Erfahrungen in der Praxis überein, diesen k-Faktor um etwa 10 % zu vermindern, denn der k-Faktor 0,4 ist aus Versuchen mit Munition und hochbrisanten Sprengstoffen ermittelt worden. In Übereinstimmung mit anderen Autoren (s. Literaturverzeichnis) wurde für die Stärke der Bergfeste die Formel

$$E = 0,37 \cdot L^{0,33}$$

gewählt.

Durch die Stärke der Bergfeste zwischen den Lagerkammern ist auch gleichzeitig die Mindestlänge der Verbindungsstrecke zwischen den Lagerkammern festgelegt. Es stellt sich die Frage, ob diese Länge ausreichend ist, um eine Detonationsübertragung auf dem zweiten Wege (nämlich über das verbindende Streckensystem) mit ausreichender Sicherheit auszuschließen.

Im Gegensatz zu den vorher besprochenen Problemen existiert für dieses Problem noch keine Lösung. Eine allgemein gültige Lösung kann es dafür auch nicht geben, denn hier geht in jedem Fall die Empfindlichkeit des gelagerten explosionsgefährlichen Stoffes gegen thermische und mechanische Einwirkungen ein. Sind aber diese Eigenschaften für einen explosionsgefährlichen Stoff durch Experimente über Tage ermittelt worden, so kann man durch einen Analogieschluß und gezielte Experimente auch Werte für die Mindestlänge der Verbindungsstrecke unter Tage ableiten, die ausreicht, um eine sympathetische Detonation über den zweiten Weg zu verhindern.

Für ANC-Sprengstoff sind die Abstände, die nötig sind, um eine sympathetische Detonation mit großer Wahrscheinlichkeit zu verhindern, durch die Versuche *Van Dolahs* und seiner Mitarbeiter bekannt. Sie ermittelten diese Abstände folgendermaßen:

Von Experiment zu Experiment wurde der Abstand zwischen der Teilmenge, die zur Explosion gebracht wurde (Donator), und der Teilmenge, auf die diese Explosion einwirkte (Akzeptor), verändert. Ziel war, einen Abstand zwischen Donator und Akzeptor zu finden, bei dem die Wahrscheinlichkeit für eine sympathetische Detonation des Akzeptors gleich 50 % ist, den sogenannten E_{50} -Wert. *Van Dolah* zeigte ferner, daß bei einer Entfernung, die 1,28mal so groß ist wie die E_{50} -Entfernung, die Wahrscheinlichkeit einer sympathetischen Detonation des Akzeptors bereits sehr klein ist.

Die durch die Versuche *Van Dolahs* ermittelte Mengen-Abstandsbeziehung läßt sich bis zu Lagermengen von ca. 60 000 kg durch die Formel

$$E = 0,88 \cdot L^{0,33} \quad [3]$$

wiedergeben. Diese Formel gilt jedoch nur unter der Voraussetzung, daß sich, wenn sie über Tage gelten soll, zwischen Akzeptor und Donator ein Zwischenwall befinden muß (ohne Zwischenwall muß der k-Faktor sechsmal größer sein). Da indessen diese Bedingung bei untertägigen Lagern immer gegeben ist – sie müssen immer von der gleichen Seite der Verbindungsstrecke abzweigen; es besteht m. a. W. keine Sichtverbindung zwischen den Lagern – braucht der Spezialfall der „unumwallten“ Lager hier nicht besonders diskutiert zu werden.

Die Aufgabe, die zu lösen war, bestand darin, den E_{50} -Wert für den ANC-Sprengstoff „Andex 1“ unter Tage zu ermitteln. Zu diesem Zweck wurden in die Ortsbrust Löcher von je 400 mm Durchmesser und 1 000 mm Tiefe gebohrt und mit Andex gefüllt. Jedes Loch nahm ungefähr 100 kg Andex auf. Diese Bohrlöcher waren die Akzeptoren in der Versuchsanordnung. Die Donatoren waren Stahlrohre von 395 mm Innendurchmesser und 1 000 mm Länge, die ebenfalls mit 100 kg Andex gefüllt worden waren. Die Donatorrohre wurden in den Entfernungen 11 m, 5,5 m und 2,75 m von den Akzeptoren gezündet. Beim dritten Versuch kam es zu einer sympathetischen Detonation des Akzeptors.

Entsprechend dem Vorgehen *Van Dolahs* wurde auf Grund dieser Versuchsergebnisse der um 10 % verminderte Abstand des zweiten Versuches, also 5,0 m, als E_{50} -Entfernung festgelegt. Es wäre möglich, durch weitere Versuche den E_{50} -Wert genauer zu erfassen, doch genügt die gefundene Annäherung den Forderungen der Praxis.

Wie bereits erwähnt, ist nach *Van Dolah* in der 1,28fachen Entfernung des E_{50} -Abstandes die Gefahr einer sympathetischen Detonation praktisch nicht mehr gegeben. Bei der gewählten Versuchsmenge erhält man also einen Abstand

$$E' = 1,28 \cdot E_{50} \approx 6,5 \text{ m.} \quad [4]$$

Da das Modellgesetz eine einfache Potenzfunktion ist, läßt es sich auf Doppelt-Logarithmen-Papier (Potenzpapier) als Geradenschar mit k als Parameter auftragen. Weil die Steigung (0,33) festliegt, genügt es, einen Punkt und damit einen k-Faktor zu bestimmen, um die gesuchte Funktion auszuwählen. In dem hier betrachteten Fall gilt das Modellgesetz bis zu Lagermengen von 60 000 kg.

Als Formel für den Sicherheitsabstand gegen eine indirekte Detonationsübertragung ergibt sich aus den Versuchen und aus dem Modellgesetz

$$E' = 1,4 \cdot L^{0,33} \quad [5]$$

Um also die Gefahr einer indirekten sympathetischen Detonation ebenso auszuschließen wie die Gefahr einer direkten sympathetischen Detonation, muß man die Verbindungsstrecke so lang machen, wie es der Formel [5] entspricht. Das gleiche Ziel kann man erreichen durch den Einbau von sogenannten „Explosionspuffern“. Das sind geknickte Strecken mit Sackgassen in den Streckenknicke. Sie wirken als effektive Verlängerung der Verbindungsstrecken.

Experimentelle Untersuchungen ergaben, daß zwei rechtwinklige Knicke in Verbindung mit einem Explosionspuffer den Spitzendruck, der bei einer Explosion auftritt, auf ca.

1/4 und den Gesamtimpuls auf ca. 1/3 vermindern. In dem hier betrachteten Beispiel wurden vier rechtwinklige Knicke und zwei Explosionspuffer gewählt, einmal, um die Sicherheit zu erhöhen, und zum anderen, um die Symmetrie der Anordnung zu wahren. Man muß für beide Nachbarlager gleiche Wahrscheinlichkeit dafür voraussetzen, daß sie Donator bzw. Akzeptor sein können; daher muß die Wirkung einer zufälligen Explosion auf jedem möglichen Übertragungswege um den gleichen Faktor abgeschwächt werden.

Der Faktor der effektiven Streckenverlängerung beträgt in dem betrachteten Fall mit Sicherheit mindestens 3,85. Mit ihm errechnet sich folgender Sicherheitsabstand gegen eine indirekte sympathetische Detonation:

$$E = (1,4/3,85) \cdot L^{0,33} = 0,36 \cdot L^{0,33} \quad [6]$$

Durch den Einbau von Explosionspuffern gelingt es, den effektiven Sicherheitsabstand gegen die indirekte sympathetische Detonation auf die gleiche Größe zu bringen wie die Stärke der Bergfeste ($E = 0,37 \cdot L^{0,33}$).

Ermittelt man den E_{50} -Abstand für einen beliebigen explosionsgefährlichen Stoff unter Tage, so kann man in allen Fällen die (tatsächliche oder effektive) Länge des verbindenden Streckensystems angeben, die ausreicht, um eine sympathetische Detonation auf „indirektem Wege“ praktisch ausschließen zu können. Damit und mit den Formeln über die Stärke der Bergfeste als Schutz gegen „direkte“ sympathetische Detonationen sind alle Bestimmungsstücke für sichere untertägige Lager zu berechnen.

Literatur

1. Bartoš, J., V. Peřata u. K. Spěšný:
Zur Problematik der unerwünschten Explosionen in Sprengstofflagern unter Tage und ein Entwurf der Lösung der Grubenlager für Sprengstoffe und Zündmittel. Vortrag II. Internat. wissenschaftl.-techn. Konferenz über Sprengarbeiten in Freňstát (CSSR) vom 15. bis 19. 9. 1969. Manuskript 20 S.
2. Cranz, C.:
Lehrbuch der Ballistik. Verlag Springer Berlin 1926 Bd. II S. 181

3. Van Dolah, R. W., F. C. Gibson and J. N. Murphy:
Sympathetic detonation of ammonium nitrate and ammonium nitrate-fuel oil.
USBM Rep. Investigations 6746 (1966)
4. Van Dolah, R. W., F. C. Gibson and J. N. Murphy:
Further studies on sympathetic detonation.
USBM Rep. Investigations 6903 (1966)
5. Van Dolah, R. W.,
Annals New York Academy of Sciences 152 (1968) S. 792 ff.
6. Ginsburg, Th.,
Explosivstoffe 14 (1966) S. 126/32, S. 154/8, S. 169/74
7. Koenen, H., Ide, K. H., Swart, K.-H.,
Explosivstoffe 9 (1961) S. 4/13, S. 30/42
8. v. Königslöw, W.,
Nobel-H. 24 (1958) S. 137/60
9. Lück, H.,
Kali und Steinsalz 4 (1964) S. 1/8
10. Radler, K.,
Nobel-H. 30 (1964) S. 219/23
11. Schardin, H., Molitz, H., Schöner, G.,
Ziviler Luftschutz 1954 S. 283/91
12. Treumann, H., v. Zahn, E., Zehr, J.,
Arbeitsschutz 1969 S. 277/88
13. Kurvenblatt der CTR über die Abstände der Lagerkammern und ihrer Eingänge bei der unterirdischen Lagerung von Munition 1944 (unveröffentlicht)
14. NATO unclassified document AC/258-D/70
15. Separation of ammonium nitrate blasting agents from explosives.
National Fire Protection Association. NFPA 492 (1968)
16. Manufacture, storage, transportation and use of explosives and blasting agents.
Nationale Fire Protection Association. NFPA 495 (1968)
17. Richtlinien für die Errichtung und Benutzung von Sprengstofflagern und Schießkammern in den der bergbehördlichen Aufsicht unterliegenden Betrieben.
BVOST 14/BVONK 24. Oberbergamt Dortmund vom 18. 2. 1969

Redaktionelle Bemerkung über den Vortrag von ORR Dr. rer. nat. Peter-Andreas Wandrey, Bundesanstalt für Materialprüfung, Berlin:

Der Einfluß von Inhomogenitäten auf die explosiven Eigenschaften von Mischungen aus Wasserstoffperoxid und organischen Lösungsmitteln

Von der Bundesanstalt für Materialprüfung wurden Untersuchungen über die Explosionsfähigkeit von Emulsionen aus wäßrigem Wasserstoffperoxid und mit Wasser nicht mischbaren brennbaren Flüssigkeiten ausgeführt. Das sicherheitstechnisch bedeutsame Ergebnis dieser Untersuchungen, bei denen Sauerstoffbläschen durch kontrollierte Zersetzung des Wasserstoffperoxids entwickelt wurden, bestand darin, daß diese Sauerstoffbläschen in Übereinstimmung mit der „hot spot“-Theorie von Bowden und Yoffe die Detonationsfähigkeit stark begünstigen. In der beschriebenen Art konnten sogar Emulsionen mit starker Sauerstoff-Unterbilanz zur Detonation gebracht werden, obwohl deren Zusammensetzung weit außerhalb der aus der Literatur zu entnehmen-

den Explosionsbereiche liegen. Im Gegensatz zu den eigenen Versuchen lagen den Angaben der Literatur allerdings durchweg Versuche mit ternären Gemischen aus wäßrigem Wasserstoffperoxid mit in Wasser gelösten brennbaren Flüssigkeiten zugrunde.

Bei den Untersuchungen der Bundesanstalt ließ sich das Auftreten einer unteren und einer oberen Detonationsgeschwindigkeit feststellen. Es wurde bisher darauf verzichtet, die neuen Grenzen für den Explosionsbereich zu ermitteln. Die Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen. Nach ihrem Abschluß wird ausführlich darüber berichtet werden.

**Verzeichnis von Durchschnittskostensätzen
für häufig wiederkehrende Nutzleistungen
der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM)**

Am 24. 12. 1970 ist die aufgrund des § 28 Abs. 2 und 3 des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe (Sprengstoffgesetz) vom 25. 8. 1969 (BGBl. I, S. 1358) verordnete Kostenordnung für Nutzleistungen der BAM vom 17. 12. 1970 (BGBl. I, 1970, S. 1748) in Kraft getreten. Sie tritt an die Stelle der bis zu diesem Zeitpunkt gültigen Anstaltssatzung der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM) in Berlin über die Gebühren für die amtliche Materialprüfung (GaM) vom 8. 2. 1961 (Bundesanzeiger Nr. 35 vom 18. 2. 1961), zuletzt geändert durch die zweite Änderung der Anstaltssatzung der Bundesanstalt für Materialprüfung über die Gebühren für die amtliche Materialprüfung (GaM) vom 1. 6. 1968, genehmigt am 19. 7. 1968 (Bundesanzeiger Nr. 140 vom 3. 7. 1968).

Obwohl in der Kostenordnung für Nutzleistungen der BAM keine festen Gebührensätze mehr vorgesehen sind, sondern die Gebühr nach dem jeweiligen Arbeitsaufwand zu berechnen ist, werden die nachstehenden Durchschnittskostensätze für häufig wiederkehrende Nutzleistungen der BAM veröffentlicht, um Antragstellern zu ermöglichen, bereits vor Antragstellung festzustellen, welche Kosten bei den aufgeführten Nutzleistungen in der Regel zu erwarten sind. Diesen Durchschnittskostensätzen liegen die in der Kostenordnung der BAM festgelegten Gebühren zugrunde. Sie gelten nur für Arbeiten mit durchschnittlichem Aufwand. In allen anderen Fällen werden die Kosten nach dem in jedem Einzelfall entstehenden Arbeits- und Materialaufwand berechnet.

Die nachstehenden Durchschnittskostensätze sind solange anwendbar, wie die für sie maßgeblichen Berechnungsgrundlagen.

Bei einschlägigen Änderungen der Kostenordnung für Nutzleistungen der BAM, insbesondere mit der Änderung neuer Gebührensätze, treten sie außer Kraft.

M. Pfender

Metallographische Untersuchungen

(ohne jede Nebenleistung)

Mikroschliff (normale Anfertigung) einschließlich Probenahme, Einbettung und Ätzung (Reine Metalle, Hartmetalle und übergroße Schliche nach Stundensätzen)	DM 56,--
Makroätzung oder Baumannabdruck bei normalem Aufwand (einschl. Makroschliff)	DM 24,--
Makroaufnahme einschl. Vorbereitung (9 cm · 12 cm oder 13 cm · 18 cm)	DM 18,--
Mikroaufnahme einschl. Vorbereitung (Luftimmersion) 6 cm · 9 cm sowie 9 cm · 12 cm (Ölimmersion nach Aufwand)	DM 18,--
Abzug 6 cm · 9 cm bis 9 cm · 12 cm	DM 1,--
13 cm · 18 cm	DM 2,--
Vergrößerung 7,5 cm · 10 cm und 9 cm · 12 cm	DM 1,60
13 cm · 18 cm	DM 3,20
18 cm · 24 cm	DM 6,--

Mechanisch-technologische Prüfungen

(ohne jede Nebenleistung)

	Vorbereitung je Prüfreihe DM	Einzelversuch DM
Zug- (DIN 50 146) und Druckversuch (DIN 50 106) bei Raumtemperatur mit genormten Proben		
ohne Dehnungsmessung während des Versuches	14,--	14,--
mit Dehnungsmessung ($\sigma_{0,2}$; $\sigma_{0,1}$)	20,--	20,--
mit elektrischen Gebern und Diagrammaufnahme (voll instrumentiert)	27,--	20,--
mit elektrischen Gebern und geregelter Dehn- oder Belastungsgeschwindigkeit	54,--	34,--
Zugversuche mit üblichen Proben bei höheren Temperaturen mit Instrumentierung	61,--	68,--
Härteprüfung nach Brinell, Vickers oder Rockwell	20,--	2,--

	Vorbereitungs- gebühr je Prüf- stück DM	Laufkosten einschließlich Überwachung je 10^6 Last- spiele DM
Übliche Dauerschwingprüfung an Probestäben normaler Abmessungen bei Raumtemperatur		
Umlaufbiege- oder Torsionsbean- spruchung	12, --	14, --
Zug-, Druck- oder Zug-Druck-Be- anspruchung		
mechanische Resonanzmaschine $F_{\max} = 200 \text{ kN}$	25, --	30, --
hydraulische Prüfmaschine $F_{\max} = 600 \text{ kN}$	52, --	80, --
servohydraulische Prüfmaschine $F_{\max} = 600 \text{ kN}$	52, --	je Betriebs- stunde
	Kurzzeitversuch ⁺)	46, --
	Langzeitversuch	26, --

Korrosionsprüfungen (ohne jede Nebenleistung)

Die einmalige Vorbereitungszeit gilt für ein Prüfgerät und umfaßt:

- Bereitstellung oder Herstellung von Lösungen,
- Bereitstellung der Geräte und Gefäße,
- Beobachtung der Funktionen der Geräte,
- Auffüllung der Flüssigkeiten oder deren Erneuerung,
- Reinigung und Vorbereitung der Geräte für die nächsten Prüfungen

Der tägliche Arbeitsaufwand für die ersten drei gleichartigen Proben wird in gleicher Höhe erhoben, auch wenn nur eine oder zwei Proben gleicher Art vorliegen.

⁺) Einzelversuche bis zu 2,5 h oder
Serienversuche mit gleichartigen
Proben bis zu 20 h

Prüfungsart	Einmalige Vor- bereitungszeit pro Prüfgerät	täglicher Ar- beitsaufwand für die ersten drei Proben	täglicher Ar- beitsaufwand für jede wei- tere Probe
	DM	DM	DM
Dauertauchversuche	nach Aufwand	4,50	1,50
Beanspruchung in Schwitzwas- serklimaten DIN 50 017	23,--	2,50	0,50
Beanspruchung in Schwitzwas- serklima mit SO ₂ -haltiger At- mosphäre DIN 50 018	23,--	3,--	0,50
<u>Sprühversuche</u>			
in 3%iger Natriumchloridlösung DIN 50 907	23,--	2,--	0,50
mit 5%iger Natriumchloridlö- sung bei erhöhter Temperatur nach ASTM B 117 - 61	46,--	5,--	0,50
<u>Versuche an der Atmosphäre</u>			
auf dem Dach der BAM (bis 0,1 m ²)	10,--	(bis 5 Proben)	
außerhalb der BAM (ohne Reisekosten) (bis 0,1 m ²)	10,--	(bis 5 Proben)	
<u>Analytische Untersuchungen</u> (ohne jede Nebenleistung)			
Bestimmung von Kohlenstoff, Schwe- fel, Silicium, Mangan, Phosphor einschließlich Graphit			122,-- 149,--
Spektral-Leitproben		je Paar	75,--
Spektralproben, reine Metalle (außer Silber)		je Paar	15,--
Silber		je Paar	30,--
BAM-eigene Analysenkontrollproben		100 g	40,--

täglicher Arbeitsaufwand für jede weitere Probe

DM

Baustoffe und Baukonstruktionen

(Die Kosten für die Entnahme von Versuchsmaterial sowie andere Nebenleistungen wie z. B. Durchführung von Prüfungen auf Baustellen sind in den angegebenen Beträgen nicht enthalten)

Prüfung von Betonzusatzmitteln auf Gehalt an Halogenen (außer Fluor)	137,--
Prüfung von Mörtel auf chemische Zusammensetzung	310,--
Prüfung von Wasser auf Gehalt an betonschädlichen Bestandteilen, DIN 4030	133,--
Prüfung von Betonwürfeln auf Druckfestigkeit; DIN 1048 (3 Würfel)	36,--
Prüfung eines bzw. zweier Betonwürfel auf Druckfestigkeit	
ein Würfel	18,--
zwei Würfel	30,--
Probenvorbereitung eines Würfels für die Prüfung auf Druckfestigkeit	7,--
Prüfung von Betonbalken auf Biegezugfestigkeit; DIN 1048 (3 Balken)	47,--
Prüfung von Bodenvermörtelung auf Druckfestigkeit	
je Vorgang	50,--
je Probe (3 Würfel)	55,--
Prüfung von Betonbohrkernen auf Druckfestigkeit (Hochbau)	
je Vorgang (Grundbetrag)	80,--
je Bohrkern ϕ 15 cm	39,--
zzgl. je 1 cm Bohrvortrieb	2,--
Prüfung von Betonkernen auf Druckfestigkeit (Straßenbau)	
je Vorgang	80,--
je Bohrkern	35,--
zzgl. je 1 cm Bohrvortrieb	2,--
Prüfung von Einpreßmörtel auf Druckfestigkeit (3 Probekörper)	110,--
Kugelschlagprüfung; DIN 4240	
je Vorgang	25,--
je Bauteil	161,--
Prüfung von Baugips; DIN 1168	177,--
Prüfung von Baukalk; DIN 1060	273,--

Prüfung von Hartbetonstoff in einer Mörtelmischung auf Biegezug- und Druckfestigkeit sowie auf Verschleißfestigkeit	382,--
Prüfung von Zement auf Mahlfeinheit einschl. Bestimmung der spezifischen Oberfläche, Erstarren, Raumbeständigkeit und Festigkeit; DIN 1164 (3 Altersstufen einschl. Herstellen der Probekörper für jede Altersstufe)	436,--
Bestimmung der Hydratationswärme	122,--
Schwinden und Quellen	92,--
Prüfung von Bordsteinen auf Maße, Biegefestigkeit und Verschleißverhalten; DIN 483	350,--
Prüfung von Deckenhohlkörpern aus Leichtbeton auf Maße und Tragfähigkeit; DIN 4158	96,--
Prüfung von Fußbodenplatten auf Maße, Biegezugfestigkeit und Abschleifverlust; DIN 18 500	306,--
Prüfung von Gartenwegplatten auf Maße, Biegezugfestigkeit, Abnutzbarkeit durch Schleifen und Wasseraufnahme	340,--
Prüfung von Gehwegplatten auf Maße, Biegefestigkeit und Verschleiß durch schleifende Beanspruchung; DIN 485	306,--
Prüfung von Grabsteinen auf Maße, Biegezugfestigkeit und Wasseraufnahme	132,--
Prüfung von Hohlblocksteinen aus Leichtbeton auf Maße, Gewicht und Druckfestigkeit (6 Steine); DIN 18 151	145,--
Bestimmung der Betonrohddichte (3 Steine)	68,--
Prüfung von Holzwolle-Leichtbauplatten auf Maße, Plattengewicht, Rohddichte, Biegefestigkeit und Zusammendrückbarkeit; DIN 1101	298,--
Prüfung von Kantensteinen auf Maße und Biegefestigkeit	104,--
Prüfung von Mauerziegeln, Kalksandsteinen auf Maße, Gewicht und Druckfestigkeit (10 Steine); DIN 105 bzw. DIN 106	
Formate: Vollsteine NF/DF	184,--
Formate: Lochziegel, -steine NF/DF, NF/DF	162,--
Trockenrohddichte (5 Steine)	46,--
Frostbeständigkeit (10 Steine)	236,--

	DM
Prüfung von Pflastersteinen aus Beton auf Abmessungen, Gewicht, Druckfestigkeit und Schleifverschleiß; DIN 18 501	382, --
Prüfung von Schornsteinformstücken aus Leichtbeton auf Maße, Druckfestigkeit, Betonrohddichte und Art der Zuschläge; DIN 18 150 (3 Probekörper)	212, --
Prüfung von Treppenstufen aus Beton auf Maße, Biegezug- bzw. Druckfestigkeit und Abschleifverlust, DIN 18 500	339, --
Prüfung von Beton auf Wasserundurchlässigkeit; (3 Probekörper), DIN 1048	
- erste Druckstufe -	87, --
jede weitere Druckstufe	22, --
Prüfung von Stahlbeton-Hohldielen auf Maße, Tragfähigkeit sowie Art, Querschnitt und Lage der Bewehrung, DIN 4028	550, --

Bitumen

Äußere Beschaffenheit (DIN 1995, U1)	6, --
Dichte (DIN 1995, U2)	22, --
Penetration (DIN 1995, U3)	30, --
Erweichungspunkt Ring u. Kugel bis 80°C (DIN 1995, U4)	20, --
Erweichungspunkt Ring u. Kugel über 80°C (DIN 1995, U4)	30, --
Brechpunkt nach FRAASS (DIN 1995, U6)	27, --
Asche (DIN 1995, U8)	23, --
Gewichtsverlust bei 163°C in 5 Stunden (DIN 1995, U12)	30, --
Nachweis von Teer in Bitumen, qual. (DIN 1995, U13)	20, --
Tropfpunkt nach UBBELOHDE (DIN 51 801 Bl. 2)	24, --

Mineralstoffe

Beurteilung nach Augenschein	6, --
Rütteldichte (DIN 1996 Bl. 7)	50, --
Rohdichte (DIN 1966 Bl. 7)	50, --
Kornzusammensetzung für bituminösen Unterbau, Asphaltbinder, Asphaltbeton, Sandasphalt und Gußasphalt (DIN 1996 Bl. 14)	45, --
Wassergehalt	20, --

Bituminöse Straßenbaustoffe

Vorbereitung einer Laboratoriumsprobe bituminöser Unterbau, Asphaltbinder, Sandasphalt oder Asphaltbeton (DIN 1996 Bl. 3)	18,--
Vorbereitung einer Laboratoriumsprobe Gußasphalt (DIN 1996 Bl. 3)	16,--
Heißextraktion mit quantitativer Bindemittelbestimmung (DIN 1996 Bl. 6)	74,--
Kaltextraktion	69,--
Wassergehalt	20,--
Abscheidung des Bindemittels (DIN 1996 Bl. 6)	50,--
Erweichungspunkt nach WILHELMI (DIN 1996 Bl. 15)	40,--
Bestimmung der Entmischungsneigung (DIN 1996 Bl. 16) und der Vergießbarkeit	58,--
Bestimmung der Formbeständigkeit nach 3 Std. (DIN 1996 Bl. 17) n. NÜSSEL	27,--
Bestimmung der Formbeständigkeit nach 24 Std. (DIN 1996 Bl. 17) n. NÜSSEL	33,--
Kugelfallversuch nach Herrmann (DIN 1996 Bl. 18)	30,--
Herstellen von Probekörpern (Würfel gem. DIN 1996 Bl. 4, Prismen gem. Vorläufiges Merkblatt für die Bestimmung der Biegezugfestigkeit bituminöser Massen vom August 1959) aus Gußasphalt, je Probekörper	8,--
Herstellen von Probekörpern nach MARSHALL (DIN 1996 Bl. 4) je Probekörper	12,--
Eindruckversuch bei 22 bzw. 40°C (DIN 1996 Bl. 13)	26,--
Druckversuch bei 25°C (DIN 1996 Bl. 12) oder Biegezugversuch bei 22°C (Vorläufiges Merkblatt für die Bestimmung der Biegezugfestigkeit bituminöser Massen vom August 1959)	20,--
Druckversuch bei 40°C (DIN 1996 Bl. 12) Biegezugversuch bei 0°C (vorläufiges Merkblatt für die Bestimmung der Biegezugfestigkeit bituminöser Massen vom August 1959)	26,--
Bestimmung von MARSHALL-Stabilität und MARSHALL-Fließwert (DIN 1996 Bl. 11)	36,--

DM

Verhalten von Mischgut bei Wasserlagerung (DIN 1996 Bl. 10)	20,--
Wasseraufnahme im Vakuum (DIN 1996 Bl. 8)	40,--
Quellversuch (DIN 1996 Bl. 9) Zuschlag zu Pos. 20	40,--
Raumdichte, feinporige Probekörper (DIN 1996 Bl. 7)	18,--
Raumdichte, grobporige Probekörper (DIN 1996 Bl. 7)	24,--
Rohdichte bituminöser Massen (DIN 1996 Bl. 7)	60,--
Verdichtungsgrad bituminöser Massen (ohne Ent- nahme und Vorbereitung des Ausbaustückes)	84,--
Einbaudicke am Bohrkern	12,--

Gesamtprüfungen an bituminösen Straßenbaustoffen

Gußasphalt	492,--
Bituminöser Unterbau, Asphaltbinder, Sandasphalt und Asphaltbeton	392,--
Pflastervergußmasse (Vorläufige Lieferbedingun- gen für bituminöse Fugenvergußmassen vom Juli 1966)	185,--
Betonvergußmasse (Vorläufige Lieferbedingungen für bituminöse Fugenvergußmassen vom Juli 1966), ohne Prüfung auf Dehnbarkeit und Haftvermögen	211,--

Dachpappen und Abdichtungspappen

Beschaffenheit	12,--
Rohpappeneinlage und Tränkmasse bzw. Tränk- und Deckmasse	54,--
Wasserundurchlässigkeit n. Schlosser, Tröger	36,--
Bruchlast und Dehnung	48,--
Biugsamkeit bei 20°C	13,--
Kältebeständigkeit	25,--
Wärmebeständigkeit	25,--
Korngröße der Bestreuung	20,--

DM

Nachweis von Teer in Bitumen (DIN 1995, U13)	20,--
Wasserundurchlässigkeit, Schlitzdruckprüfung nach DIN 16 935 bzw. 16 937	60,--

Gesamtprüfungen an Dachpappen und Abdichtungspappen

Teerdachpappen nach DIN 52121	203,--
Bitumendachpappen nach DIN 52128	220,--
Teersonderdachpappen nach DIN 52140	220,--
Nackte Teerpappen nach DIN 52126	159,--
Nackte Bitumenpappen nach DIN 52129	159,--

Brandschutz, Feuerschutz

(Bei allen Prüfungen werden wegen des unterschiedlichen Aufwandes gesondert in Rechnung gestellt: Probeneingang sowie Herstellung der Proben bzw. deren Überwachung).

Prüfung eines Baustoffes auf Brandverhalten nach den ergänzenden Bestimmungen zu DIN 4102

Versuche an 6 Proben in einem elektrisch beheizten Ofen	450,--
Versuch an einem Probekörper (4 Proben) im Brand-schacht	300,--
Versuche an 10 Proben mit einem Kleinbrenner in einem Brennkasten nach DIN 53906	450,--

Prüfung eines Bauteiles oder Sonderbauteiles auf Brandverhalten nach DIN 4102, Blatt 2 oder 3

Brand- und Festigkeitsversuch an einem unbelasteten, vertikal raumabschließenden Bauteil (Wand) oder Sonderbauteil (nichttragendes und nichtaussteifendes Außenwandelement, Brüstung, Feuerschutzabschluß, Fahrschachtabschluß) im Wandprüfstand	1 050,--
Brandversuch an einem belasteten, horizontal raumabschließenden Bauteil (Decke) im Deckenprüfstand	1 800,--
Brand- und Löschwasserversuch an einer belasteten Stütze im Stützenprüfstand	900,--
4 Versuche an einer Dacheindeckung	750,--

DM

Prüfung eines Schornsteinformstückes aus Gasdichtheit nach DIN 18 150

Innendruckversuche an 3 Formstücken 150,--

Prüfung eines Hausschornsteins (Rauch- oder Abgasschornstein) auf Widerstandsfähigkeit gegen Feuer, Wärme, Rauch, Abgase und Kehrbeanspruchung nach DIN 18 160, Blatt 6

Versuche an einem einschaligen Schornstein 2 400,--

Versuche an einem mehrschaligen Schornstein 2 700,--

Kleinbrandversuch mit Gegenheizung im Prüfstand nach DIN 18 081 300,--

Wärmeschutz, klimabedingter Feuchtigkeitsschutz

Wärmeleitfähigkeit
Prüfung nach DIN 52 612 600,--

Wärmedurchlaßwiderstand großformatiger Bauteile
Prüfung nach DIN 52 611 bei 3 Feuchtigkeitsgehalten 2 100,--

Wärmedurchgangskoeffizient von Fenstern 1 050,--

Sonnenstrahlungsdurchlaßzahl 1 500,--

Sonnenstrahlungstransmission bei Glas als Funktion der Wellenlänge 750,--

Wärmeableitung von Fußböden
Prüfung nach DIN 52 614 300,--

Fugendurchlässigkeit von Fenstern 450,--

Schlagregensicherheit bei 5 Druckstufen 900,--

Wasserdampfdurchlässigkeit
Prüfung nach DIN 52 615 750,--

Bauakustische Prüfungen

(Bei allen Bauteilprüfungen werden gesondert in Rechnung gestellt: Auf- und Abbau der Prüfgegenstände in den Prüfständen einschließlich Instandsetzung. Überwachung der wahlweise vom Antragsteller selbst ausgeführten Arbeiten. Fahrten des Meßwagens, Fehl- und Wartezeiten bei Außenmessung sowie Lokaltermine zur Versuchsvorbereitung.)

Allgemeine Grundmeßreihe für eine akustische Meßgröße in Abhängigkeit von der Frequenz (z. B. Oktavsieb- oder Terzsiebanalyse) als Teil einer übergeordneten bauakustischen Meßaufgabe mit dem Charakter von Reihenuntersuchungen 150, --

Trittschallschutz einer Decke

Prüfung nach DIN 52 210 und Bewertung nach DIN 4109

Einzelprüfung 300, --

Bei Baustellenversuchen für jede weitere Prüfung von Decken gleicher Art an derselben Prüfstelle 150, --

Luftschallschutz von Bauteilen (Decken, Wände, Türen, Fenster) Prüfung nach DIN 52 210 und Bewertung nach DIN 4109

Einzelprüfung 450, --

Bei Baustellenversuchen für jede weitere Prüfung von Bauteilen gleicher Art an derselben Prüfstelle bzw. bei Laboratoriumsprüfungen bei denselben Bauteilen für weitere Zustandsparameter (z. B. Fenster, Türen, Montagewände mit zusätzlicher Fugendichtung). 300, --

Gesamtschallschutz (Luftschall und Trittschall) von Bauteilen bei gleichem Empfangsraum
Prüfung nach DIN 52 210 und Bewertung nach DIN 4109

Einzelprüfung 600, --

Bei Baustellenversuchen für jede weitere Prüfung an Bauteilen gleicher Art an derselben Prüfstelle 450, --

Trittschallminderung von Deckenauflagen
Prüfung nach DIN 52 210 und Bewertung nach DIN 4109

Einzelprüfung im Laboratorium 300, --

	DM
Untersuchung auf Baustellen bei gleichzeitiger Prüfung von Leerdecke und Gesamtdecke in gleichen Empfangsräumen	450,--
Untersuchung auf Baustellen bei nicht gleichzeitiger Prüfung im Rohbau (Leerdecke) und nach Bauabschluß (Gesamtdecke)	600,--
Nachhallzeit von Räumen Prüfung nach DIN 52 216 je Meßreihe	150,--
 <u>Geräuschpegelmessungen</u>	
Oktavpegel- oder Terzpegeldiagramm bei Luftschall oder Körperschall	150,--
Luftschall-, Oktavpegel- oder Terzpegeldiagramm mit Korrektur auf eine Bezugsabsorptionsfläche	300,--
Frequenzbewerteter Schallpegel, Einzelprüfung	50,--
wie vor für jede weitere Messung an derselben Prüfstelle	12,50
Frequenzbewerteter Schallpegel mit Korrektur auf eine Bezugsabsorptionsfläche, Einzelprüfung	75,--
wie vor für jede weitere Messung an derselben Prüfstelle	25,--
 <u>Schallabsorptionsgrad</u>	
Prüfung im Hallraum nach DIN 52 212 oder im Impedanzrohr nach DIN 52 215	300,--
 <u>Armaturengeräuschpegel von Armaturen und Geräten der Wasserinstallation</u>	
<u>Prüfung nach DIN 52 218</u>	
Einzelprüfung	300,--
Typenprüfung an 3 gleichen Prüfstücken	600,--
Dynamische Steifigkeit von Dämmstoffen Prüfung nach DIN 52 214 und Bewertung nach DIN 18 164 bzw. DIN 18 165	225,--
Miete für die Inanspruchnahme der jeweiligen bauakustischen Prüfstände für Prüfzeiten über 10 Arbeitstage, sofern die Zeitüberschreitung nicht von der BAM zu vertreten ist.	Tag/30,--

Organische StoffeMineralöle und deren Erzeugnisse

Farbe, DIN 51 578 (ASTM-Farbzahl)	21,--
Dichte (15° bis 25°C), DIN 51 757	
Spindel	23,--
Pyknometer	46,--
Kinemat. Viskosität, DIN 51 562, 51 563 zw. + 15° und 100°C	51,--
Asche, DIN 51 575	
Oxidasche	40,--
Sulfatasche, direkt	57,--
Wassergehalt, DIN 51 582	34,--
Wassergehalt, DIN 51 777, direktes Verfahren	87,--
Wassergehalt, nicht absetzbar, DIN 51 786	40,--
Siedeverlauf, DIN 51 751	45,--
Schwefelgehalt, DIN 51 768	51,--
Neutralisationszahl, DIN 51 558	29,--
Verseifungszahl, DIN 51 559	40,--
Koksrückstand n. Conradson, DIN 51 551	34,--
Abdampfrückstand	
DIN 51 776 (Luft-Aufblaseverf.)	40,--
DIN 51 795	57,--
Schmierölgehalt in Zweitaktermischungen, DIN 51 784	40,--
Sediment-Gehalt, DIN 51 789	46,--
Feste Fremdstoffe, DIN 51 592	52,--
Asphaltene, DIN 51 595	91,--
Penetration, DIN 51 579, 51 580	51,--
Tropfpunkt, DIN 51 801	46,--
Erstarrungspunkt, DIN 51 556	34,--

Feste Brennstoffe

Die Kosten beziehen sich auf Material im analysenfeinen Zustand.

Wasser, DIN 51 718	
Trockenschrankverf., zwei Stufen	40,--
Trockenschrankverf., eine Stufe	29,--
Destillationsverf. mit Xylol	34,--
Asche, DIN 51 719	29,--
Flüchtige Bestandteile, DIN 51 720	40,--
Schwefel (Gesamtschwefel), DIN 51 724	
Verbrennungsverfahren	57,--
Aufschlußverfahren	57,--

Elastomere

Die Gebühren beziehen sich auf Prüfungen an vorbereiteten Proben.

Zugfestigkeit und Bruchdehnung, DIN 53 504	23,--
Shore-Härte, DIN 53 505	11,--
Lagerung oberhalb RT bis 150°C (z. B. DIN 53 508) je Woche	30,--
Stoßelastizität, DIN 53 512	11,--
Abrieb, DIN 53 516	29,--
Gewichts- und Volumenänderung (Quellverhalten), DIN 53 521	23,--
Dichte, DIN 53 550	17,--
Druckverformungsrest, DIN 53 517	46,--
Verhalten gegenüber Ozon, DIN 53 509	147,--
Mikrohärte nach BS 903, Part A 20	53,--

Kunststoffe

Schmelzindex	114,--
Formbeständigkeit in der Wärme, ISO R 75	107,--
Schlagbiegeversuch, DIN 53 453	33,--
Kerbschlagzähigkeit, DIN 53 453	39,--
Verschleiß, DIN 51 963	661,--
Wärmeausdehnungskoeffizient an Platten	487,--
Einwirkung glimmender Tabakwaren, DIN 51 961	66,--

Anstriche

12-wöchige Wechselbeanspruchung, bis 2 Proben	341,--
Jede weitere, unter den gleichen Bedingungen wie zuvor und im selben Antrag geprüfte Probe	61,--
Freibewitterungsproben bis zur Gesamtfläche von etwa 0,08 m ² (bis 3 Proben), je 1/4 Jahr ⁺)	23,--
Auslaufzeit, DIN 53 211	29,--
Gitterschnittprüfung, DIN 53 151	17,--
Eindruckversuch nach Buchholz, DIN 53 153	23,--
Schwingungsversuch mit Pendelgerät nach König, DIN 53 157	17,--
Kugelstrahlversuch, DIN 53 154, je 1000 Kugeln	6,--
Dornbiegeversuch, DIN 53 152	34,--
Schlagprüfung, DIN 51 155	34,--
Zerstörungsfreie Schichtdickenmessung (10 Messungen mit direktanzeigenden Geräten)	17,--

Textilien

Dicke, DIN 53 855	23,--
Flächengewicht, DIN 53 854 (Gewebe)	23,--
DIN 53 884 (Gewirke)	23,--
Spinnstoffnachweis, einfache Spinnstoffe je Gewebe bzw. Gewirke	33,--
Zugfestigkeit	
an Garnen, DIN 53 834 (30 Vers.)	31,--
an Geweben, DIN 53 857, je Richtung (5 Vers.)	38,--
Naßzuschlag	11,--

Textile Bodenbeläge

Trommelversuch	
Nadelfilze	212,--
alle anderen Teppichböden	195,--

⁺) In Klimaten abweichend von der BAM zuzüglich anteilige Reisekosten

Tretradversuch		
Nadelfilze		141,--
alle anderen Teppichböden		195,--
Rollstuhlversuch		98,--
Dicke, DIN 53 855 Bl. 3		23,--
Flächengewicht, DIN 53 854		23,--
Zusammendrückbarkeit u. Wiedererholung, DIN 54 316		104,--
Alkalilöslichkeit, DIN 54 281		52,--
Harnstoff/Bisulfit-Löslichkeit, DIN 54 279		72,--
pH-Wert a) DIN 54 276		33,--
b) DIN 54 275		46,--
Spinnstofftrennung, 2 Bestandteile		
	DIN 54 204	52,--
	DIN 54 205	52,--
	DIN 54 210	52,--
	DIN 54 211	52,--
	DIN 54 221	52,--
	DIN 54 208	58,--
Wasserechtheit, DIN 54 005		19,--
Wasserechtheit, DIN 54 006		30,--
Reibecktheit, DIN 54 021		19,--
Schweißechtheit, DIN 54 020		46,--
Waschechtheit, DIN 54 010, 54 011, 54 014	je	38,--
Lichtecktheit, DIN 54 003		
DIN 54 004	siehe Pos 3 - 10, Seite 129 unter Beständigkeits- untersuchungen an org. Stoffen	

Waschmittel, Reinigungsmittel u. dergl.

Gesamtalkali nach DGF G III, 15		26,--
Perborat, DIN 53 915 Bl. 3		33,--
Silikat, DIN 53 915 Bl. 2 (Entwurf)		46,--
Phosphat, DIN 53 915 Bl. 2 (Entwurf)		46,--

Leder und Kunstleder

pH-Wert und Differenzzahl, DIN 53 312	70,--
Extrahierbare Anteile, DIN 53 306	77,--
Chromoxidgehalt, DIN 53 309 (photometrische Bestimmung)	83,--
Wassergehalt, DIN 53 304	51,--
Zugversuch, DIN 53 354	115,--
Weiterreißversuch, DIN 53 356	110,--
Dauerknickversuch, DIN 53 359 (100 000 Knickungen)	64,--
Flächengewicht, DIN 53 352	37,--
Dicke, DIN 53 353	31,--

Zellstoff, Papier und Pappe

Aschegehalt	33,--
pH-Wert, DIN 53 124	60,--
Harz- und Fettgehalt von Zellstoff	87,--
Flächengewicht, DIN 53 104 (Entwurf)	33,--
Reißlänge, DIN 53 112	46,--
Rupffestigkeit mit Probedruckgerät	114,--
mit Dennison-Wachsstiften	73,--
Berstwiderstand, DIN 53 141 Bl. 1	46,--
Naßberstwiderstand, DIN 53 141 Bl. 2	60,--
Durchstoßwiderstand, DIN 53 142	46,--

Schreibmittel

Pastentinte, DIN 16 554 Bl. 1	33,--
Bl. 2 (Tageslicht)	465,--
Bl. 2 (Xenonlicht)	505,--
ohne Wiederholung: Tageslicht	235,--
ohne Wiederholung: Xenonlicht	249,--
Kohlepapier RAL 476 A	187,--
Farbband, DIN 2103	254,--

Lichtechtheit siehe Pos 3 - 10, Seite 129
unter Beständigkeits-
untersuchungen an org.
Stoffen

Analyse organischer Stoffe

Asche (Oxidasche)	34,--
Sulfatasche	46,--
Extrahieren mit Apparaten wie Soxhlet und Perforator	46,--
Gaschromatographische Untersuchung Übersichtsfraktogramm	106,--
quantitative Untersuchung je Komponente (nicht Spuren)	19,--
Infrarotspektrometrische Untersuchung Übersichtsspektrum	46,--
Absorptionsmessung im Ultraviolett/Sichtbaren Übersichtsspektrum	34,--

Anstrichmittel, Glaserkitte

Trennung von Pigment und Bindemittel quantitativ	57,--
Gehaltsbestimmung an Verdünnungsmitteln durch Verdunsten	23,--
Unverseifbares im Bindemittel	69,--

Kautschuk und Gummi

Acetonextrakt	46,--
Aceton/Chloroform-Extrakt	69,--
Rußgehalt, pyrolytisch	92,--

Strukturuntersuchungen an organischen Stoffen

Probenvorbereitung zur Anfertigung von dünnen und ultradünnen Schnitten	12,--
Anfertigung von Dünnschnitten und Präparaten für Untersuchungen mit dem Lichtmikroskop	19,--
Makroaufnahmen Format 24 mm x 36 mm je Stück	12,--
Mikroaufnahmen mit dem Lichtmikroskop Format 24 mm x 36 mm je Stück	12,--
Vergrößerungen	
Format 9 cm x 12 cm je Stück	2,--
Format 12 cm x 18 cm je Stück	3,--
Format 18 cm x 24 cm je Stück	5,--

Aufnahme von Kernresonanzspektren für eine Analyse	149,--
Aufnahme von Massenspektren für eine Analyse	149,--
<u>Beständigkeitsuntersuchungen an organischen Stoffen</u>	
Lichteinheit, DIN 54 003 für 1 Probe bis höchstens 200 mm x 60 mm	
Typ I - III	42,--
Typ IV - VI	55,--
Typ VII - VIII	62,--
Lichteinheit, DIN 54 004 für 1 Probe bis höchstens 180 mm - 38 mm	
Typ I - III	60,--
Typ IV	73,--
Typ V	80,--
Typ VI	115,--
Typ VII	150,--

Chemische Sicherheitstechnik

Bauartprüfung von Druckminderern für Gasflaschen (ein- und zweistufige Geräte) nach DIN 8546

Kostenberechnung für die Prüfung von 3 Geräten	
Dichtheitsprüfung	60,--
Prüfung auf Begrenzung des Hinterdrucks	60,--
Ermittlung des Durchflusses	60,--
Prüfung des Sicherheitsventils	179,--
Prüfung der Manometer	149,--
Zeichnungsprüfung, Prüfung auf Übereinstimmung mit Vorschriften und DIN-Normen	220,--
Prüfung auf Ausbrennsicherheit (nur Sauerstoff-Druckminderer)	233,--

Bauartprüfung von trockenen Gebrauchsstellen-
Vorlagen
(Kostenberechnung für die Prüfung von 5 Geräten)

Gasrücktrittsprüfung (vor und nach Flammenrückschlag)	533,--
Ermittlung des Durchflusses	178,--
Prüfung der Nachströmsperre: Ansprechdruck Nachbrennversuche	107,-- 157,--
Dichtheitsprüfung	71,--
Prüfung auf Sicherheit gegen Flammendurchschlag	473,--
Fertigkeitsprüfung des zugehörigen Gasreinigers (1 Gerät)	36,--
Prüfung des Druckentlastungsventils (falls vorhanden)	41,--
Zeichnungsprüfung, Prüfung auf Übereinstellung mit Verordnungen und DIN-Normen	510,--

Nachprüfung zugelassener trockener Gebrauch-
stellen-Vorlagen (Kosten für die Prüfung eines Ge-
rätes; bei mehreren Geräten erniedrigen sich die
Kosten)

	1 Gerät	jedes weitere Gerät
	DM	DM
Gasrücktrittsprüfung (vor und nach Flammenrückschlag)	126,--	89,--
Ermittlung des Gasdurchflusses	42,--	30,--
Prüfung der Nachströmsperre (nur Ansprechdruck)	22,--	15,--
Dichtheitsprüfung	22,--	15,--
Prüfung auf Sicherheit gegen Flammendurchschlag	114,--	77,--
Zeichnungsprüfung (stichprobenartig)	38,--	8,--

Bauartprüfung von Gasflaschenventilen nach DIN
477 (Kosten für die Prüfung von 10 Mustern, bei
Sauerstoff und Acetylen 13 Muster)

Prüfung auf Dichtheit im Sitz; Feststellung der Öffnungs- und Schließmomente	294,--
Prüfung auf Dichtheit gegen Atmosphäre	110,--

Prüfung auf Dichtheit im Sitz und gegen Atmosphäre während und nach der Dauerprüfung (1000 mal öffnen und schließen)	294,--
Festigkeitsprüfung	110,--
Prüfung der Stopfbuchsenverschraubung auf Sicherheit gegen Lösen	37,--
Zeichnungsprüfung, Prüfung auf Übereinstimmung mit Verordnungen und DIN-Normen	220,--
Prüfung auf Ausbrennsicherheit (nur Sauerstoffventile)	260,--
Prüfung auf Dichtheit im Sitz nach einem Flammenrückschlag (nur Acetylenventile)	260,--
Prüfung des Sicherheitsventils (nur Propanventile)	306,--
Acetylen- und Sauerstoffventile	1 325,--
Propanventil mit Sicherheitsventil sonstige Ventile (außer für aggressive Gase)	1 371,--
	1 065,--

Holzschutz

Pilzwidrige Wirksamkeit von Holzschutzmitteln Bestimmung von Grenzwerten nach DIN 52 176 Bl. 1	1 180,--
Bestimmung von Grenzwerten nach Auswaschbeanspruchung nach DIN 52 176, Bl. 1 und 2	1 690,--
Bekämpfungswirkung gegen Hausbock-Larven nach Normvorschrift	660,--
Prüfung der bläuewidrigen Wirksamkeit	610,--
Ermittlung der Eindringtiefe von Schutzmitteln in Holz im Anstrichverfahren nach DIN 52 618	190,--

Untersuchung von Proben mit dem Raster-Elektronenmikroskop

Kosten für die 1. Stunde der Benutzung des REM	104,--
Jede weitere Stunde der Benutzung des REM	82,--
Schirmbildfotografien, auf Negativfilm pro Stück	3,10
Schirmbildfotografien, auf Polaroidfilm (gemäß § 4 der Kostenordnung) pro Stück	1,75
Vergrößerung von Negativen gemäß 1.3 in Standardgröße 10 x 10 cm pro Stück	1,60

Farbforschung

Farbmeßzahlen	36,--
Sonderzuschlag für Messung bei nicht genormter Lichtart	12,--
Glanzmessung je Meßpunkt	12,--
Remissionsgrad, Transmissionsgrad	12,--
Spektrale Remissions- oder Transmissionskurve ausschl. farbmétrische Auswertung	70,--
Auswertung der spektralen Remissions- oder Transmissionskurve	36,--
Sonderzuschlag für Auswertung nach nicht genorm- ten Lichtarten	36,--
Umrechnung von Farbmeßzahlen auf ein anderes System	23,--
Zahlenmäßige Auswertung einer Farbabweichung	36,--
Prüfung von Aufsichtfarben nach DIN 6171	60,--

Kostengruppen für die Untersuchung von Materialprüfmaschinen

Maschinenart		Zahl der Meßbereiche						
		Höchstlast	1	2	3	4	5	6
Zug- und Druck- Prüfmaschinen	stehend	bis 60 Mp	190,--	250,--	290,--	325,--	350,--	375,--
		über 60 - 100 Mp	250,--	290,--	325,--	350,--	375,--	400,--
		über 100 - 600 Mp	290,--	325,--	350,--	375,--	400,--	425,--
	liegend	bis 60 Mp	250,--	290,--	325,--	350,--	375,--	400,--
		über 60 - 100 Mp	290,--	325,--	350,--	375,--	400,--	425,--
		über 100 - 600 Mp	325,--	350,--	375,--	400,--	425,--	450,--
Verdreh- Prüfmaschinen	bis 5 Kpm	190,--	250,--	290,--	325,--	350,--	375,--	
	über 5 - 30 Kpm	250,--	290,--	325,--	350,--	375,--	400,--	
	über 30 - 150 Kpm	290,--	325,--	350,--	375,--	400,--	425,--	
Härte- Prüfmaschinen	mit 1 - 4 Prüfkraftstufen						140,--	
	mit 5 - 14 Prüfkraftstufen						180,--	
	mit mehr als 14 Prüfkraftstufen						230,--	
Pendel- Schlagwerke	mit 1 Schlagstufe						180,--	
	mit 2 Schlagstufen						210,--	
	mit 3 Schlagstufen						240,--	

Rundschweißnahtprüfungen

NW	Anzahl der Nähte	1 Naht	2 Nähte	3 Nähte	4 Nähte
50 -	200	175,--	120,--	100,--	85,--
250 -	400	195,--	140,--	120,--	110,--
500 -	700	230,--	180,--	160,--	145,--
800 -	1 200	285,--	230,--	210,--	195,--
1 400 -	1 600	335,--	280,--	260,--	250,--
	2000	385,--	330,--	310,--	295,--

Gebühren für komplette Prüfkolonne

Tageweise (8 Stunden) Bereitstellung der Prüfkolonne, bestehend aus Prüfsachverständigen, Werkstoffprüfer, Röntgenwagen mit Dunkelkammer, Röntgengerät oder Gammagerät incl. Präparat, der notwendigen Anzahl von Filmen, deren Beurteilung und Ausstellung eines Prüfberichtes.

Tageseinsatz (8 h) DM 860,--
 je weitere Stunde (max. 4 h) DM 78,--

Ultraschallprüfungen für Stumpfschweißnähte

geprüfte Nahtlänge pro Prüfeinsatz	Preise pro Meter Naht in DM
m	Prüfklasse A
5 - 10	15,--
10 - 50	12,--
50 - 100	10,--
100	8,--

Bei nahtformbedingten Echoanzeigen erhöht sich der Preis um den Faktor

- 1,25 $\hat{=}$ störende Formechos von der Deckraupe
- 1,5 $\hat{=}$ störende Formechos, bedingt durch stark zerklüftete Decklage
- 2,0 $\hat{=}$ störende Formechos im Wurzelbereich oder von nicht zugänglicher Seite des Bleches, Rohres etc.

Für die Prüfung von Rundnähten $D < 250 \text{ mm } \phi$ nach Prüfklasse A beträgt der Zuschlagsfaktor 2,5.

Photographische Arbeiten

<u>Aufnahmen</u>			Reihen-	Einzel-
			Aufnahmen	Aufnahmen
			DM	DM
Größe	24 mm x 36 mm	je	3,25	6,50
"	6 cm x 6 cm	je	4,--	8,--
"	6,5 cm x 9 cm	und		
"	9 cm x 12 cm	je	7,50	12,--
"	13 cm x 18 cm	je	10,--	20,--

Reproduktionen

Größe	24 mm x 36 mm		2,--
"	6,5 cm x 9 cm		6,50
"	9 cm x 12 cm		10,--

Abzüge

Größe	bis 8,5 cm x 10 cm		0,65
"	9 cm x 12 cm		1,--
"	13 cm x 18 cm		2,--

Vergrößerungen

Größe	bis 8,5 cm x 10 cm		0,95
"	9 cm x 12 cm		1,60
"	10 cm x 15 cm		2,40
"	13 cm x 18 cm		3,20
"	18 cm x 24 cm		6,--

Vergrößerungen auf Dokumentenpapier (Photokopien)

			DM
Größe	bis	DIN A 5	1,20
"		DIN A 4	1,80
"		DIN A 3	2,60

Diapositive (schwarz/weiß)

Größe	5 cm x 5 cm (Strich)	5,--
"	" (Halbton)	6,--
"	8,5 cm x 10 cm (Strich)	6,--
	(Halbton)	7,50

Zeichenarbeiten

je nach Schwierigkeitsgrad (a, b, c)

Größe	a DM	b DM	c DM
DIN A 6	4,--	5,--	7,--
DIN A 5	7,--	9,--	10,--
DIN A 4	10,--	15,--	18,--
DIN A 3	15,--	18,--	20,--
DIN A 2	20,--	28,--	35,--
DIN A 1	35,--	53,--	70,--

Reprographische-Arbeiten

Elektrostatic-Kopie

Größe	DIN A 4	je	DM
			1,--

Lichtpausen

Größe	DIN A 4	- ,65
"	DIN A 3	- ,95
"	DIN A 2	1,45
"	DIN A 1	1,80
"	DIN A 0	2,75

Transparentpausen

Größe	DIN A 4	1,80
"	DIN A 3	2,40
"	DIN A 2	3,60
"	DIN A 1	4,80
"	DIN A 0	7,20

Der pyrotechnische Gegenstand

Nico-Sonnenrad

mit dem der Firma

Nico-Pyrotechnik
Hanns-Jürgen Diederichs KG
2077 Trittau
Bei der Feuerwerkerei

vom Ministerium für Arbeit, Soziales und Ver-
triebene des Landes Schleswig-Holstein erteilten
Zulassungszeichen

BAM 1486 II

im Werk

2077 Trittau
Bei der Feuerwerkerei

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-
zeichen

BAM - P II - 0724

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Sonne mit einem Nagel durch die Nabe leicht
drehbar ca. 2 m über dem Erdboden an einem
Pfahl befestigen. Zündschnur am äußersten
Ende entzünden und sich rasch entfernen.
Nur im Freien verwenden!

Berlin-Dahlem, den 23. Nov. 1970

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag
Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Feuerrad mit dreimaliger Verwandlung

mit dem der Firma

Dynamit Nobel AG
Werk Depyfag
7121 Cleebronn

vom Innenministerium Baden-Württemberg
erteilten Zulassungszeichen

BAM 1552 II

im Werk

7121 Cleebronn

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-
zeichen

BAM - P II - 0725

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Sonne mit einem Nagel durch die Nabe leicht
drehbar ca. 2 m über dem Erdboden an einem
Pfahl befestigen, Schutzkappe abziehen, Zünd-
schwamm am äußersten Ende entzünden und
sich rasch entfernen.

Nur im Freien verwenden!

Berlin-Dahlem, den 23. Nov. 1970

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag
Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Handleuchtkugel

mit dem der Firma

Geja-Feuerwerk
1 Berlin 45
Landweg 21

vom Senator für Arbeit, Gesundheit und Soziales
des Landes Berlin erteilten Zulassungszeichen

BAM 1401 II

im Werk

1 Berlin 45
Landweg 21

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-
zeichen

BAM - P II - 0726

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Gegenstand so mit der Mündung senkrecht nach
oben am gepreßten Griff halten, daß die Füllung
ungehindert nach oben ausgeworfen werden kann.
Seitlich an der Zündschnur entzünden.

Nur im Freien verwenden!
Nicht auf Personen richten!

Berlin-Dahlem, den 23. Nov. 1970

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag
Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Feuerrad mit Farbenspiel

mit dem der Firma

Pyrotechnische Fabrik
Oskar Lünig
7 Stuttgart 81
Im Beigart 1

vom Innenministerium Baden-Württemberg
erteilten Zulassungszeichen

CTR/MPA 112 II

im Werk

7 Stuttgart 81
Im Beigart 1

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-
zeichen

BAM - P II - 0727

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Sonne mit einem Nagel durch die Nabe leicht
drehbar ca. 2 m über dem Erdboden an einem
Pfahl befestigen. Schutzkappe abziehen, Zünd-
schnur am äußersten Ende entzünden und sich
rasch entfernen.

Nur im Freien verwenden!

Berlin-Dahlem, den 23. Nov. 1970

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag
Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Nico-Sonnenrad

mit dem der Firma

Nico-Pyrotechnik
Hanns-Jürgen Diederichs KG
2077 Tritttau
Bei der Feuerwerkerei

vom Ministerium für Arbeit, Soziales und Ver-
triebene des Landes Schleswig-Holstein
erteilten Zulassungszeichen

BAM 1771 II

von der Firma

Sociedade Portuguesa de Pirotecnia LDA.
Rua dos Fanqueiros
Lisboa - 2
Portugal

in

Rua dos Fanqueiros
Lisboa - 2
Portugal

hergestellt, erhält das Zulassungszeichen

BAM - P II - 0728

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Sonne mit einem Nagel durch die Nabe leicht
drehbar ca. 2 m über dem Erdboden an einem
Pfahl befestigen. Zündschnur am äußersten
Ende entzünden und sich rasch entfernen.

Nur im Freien verwenden!

Berlin-Dahlem, den 23. Nov. 1970

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag
Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Bukett-Fontäne

mit dem der Firma

Dynamit Nobel AG
Werk Depyfag
7121 Cleebronn

vom Innenministerium Baden-Württemberg
erteilten Zulassungszeichen

BAM 2157 II

im Werk

7121 Cleebronn

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-
zeichen

BAM - P II - 0729

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Gegenstand mit dem Zünder waagrecht vom
Körper weg fest in der Hand halten und am
Anzündkopf entzünden.

Nur im Freien verwenden!

Berlin-Dahlem, den 23. Nov. 1970

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Nico-Silbersonne, groß

mit dem der Firma

Nico-Pyrotechnik
Hanns-Jürgen Diederichs KG
2077 Tritttau
Bei der Feuerwerkerei

vom Ministerium für Arbeit, Soziales und Ver-
triebene des Landes Schleswig-Holstein
erteilten Zulassungszeichen

BAM 1769 II

von der Firma

Sociedade Portuguesa de Pirotecnia LDA.
Rua dos Fanqueiros
Lisboa - 2
Portugal

in

Rua dos Fanqueiros
Lisboa - 2
Portugal

hergestellt, erhält das Zulassungszeichen

BAM - P II - 0730

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Sonne mit einem Nagel durch die Nabe leicht
drehbar ca. 2 m über dem Erdboden an einem
Pfahl befestigen. Zündschnur am äußersten
Ende entzünden und sich rasch entfernen.

Nur im Freien verwenden!

Berlin-Dahlem, den 23. Nov. 1970

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag
Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Nico-Perlfontäne

mit dem der Firma

Nico-Pyrotechnik
Hanns-Jürgen Diederichs KG
2077 Tritttau
Bei der Feuerwerkerei

vom Ministerium für Arbeit, Soziales und
Vertriebene des Landes Schleswig-Holstein
erteilten Zulassungszeichen

BAM 1488 II

im Werk

2077 Tritttau
Bei der Feuerwerkerei

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-
zeichen

BAM - P II - 0732

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Gegenstand mit dem Zünder waagrecht vom
Körper weg fest in der Hand halten. Papier-
abklebung der Stirnseite entzünden.

Nur im Freien verwenden!

Nicht auf Personen richten!

Berlin-Dahlem, den 23. Nov. 1970

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Nico-Diamantfontäne

mit dem der Firma

Nico-Pyrotechnik
Hanns-Jürgen Diederichs KG
2077 Trittau
Bei der Feuerwerkerei

vom Ministerium für Arbeit, Soziales und
Vertriebene des Landes Schleswig-Holstein
erteilten Zulassungszeichen

BAM 1489 II

im Werk

2077 Trittau
Bei der Feuerwerkerei

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-
zeichen

BAM - P II - 0735

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Gegenstand mit dem Zünder waagrecht vom
Körper weg fest in der Hand halten. Papierab-
klebung der Stirnseite entzünden.

Nur im Freien verwenden!
Nicht auf Personen richten!

Berlin-Dahlem, den 23. Nov. 1970

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag
Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Nico-Kornblumenfontäne

mit dem der Firma

Nico-Pyrotechnik
Hanns-Jürgen Diederichs KG
2077 Trittau
Bei der Feuerwerkerei

vom Ministerium für Arbeit, Soziales und
Vertriebene des Landes Schleswig-Holstein
erteilten Zulassungszeichen

BAM 1490 II

im Werk

2077 Trittau
Bei der Feuerwerkerei

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-
zeichen

BAM - P II - 0737

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Gegenstand mit dem Zünder waagrecht vom
Körper weg fest in der Hand halten. Papier-
abklebung der Stirnseite entzünden.

Nur im Freien verwenden!
Nicht auf Personen richten!

Berlin-Dahlem, den 23. Nov. 1970

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag
Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Nico-Silbersonne, groß

mit dem der Firma

Nico-Pyrotechnik
Hanns-Jürgen Diederichs KG
2077 Trittau
Bei der Feuerwerkerei

vom Ministerium für Arbeit, Soziales und
Vertriebene des Landes Schleswig-Holstein
erteilten Zulassungszeichen

BAM 1522 II

im Werk

2077 Trittau
Bei der Feuerwerkerei

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-
zeichen

BAM - P II - 0740

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Sonne mit einem Nagel durch die Nabe leicht
drehbar ca. 2 m über dem Erdboden an einem
Pfahl befestigen. Zündschnur am äußersten
Ende entzünden und sich rasch entfernen.

Nur im Freien verwenden!

Berlin-Dahlem, den 23. Nov. 1970

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag
Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Nico-Triangelsonne

mit dem der Firma

Nico-Pyrotechnik
Hanns-Jürgen Diederichs KG
2077 Trittau
Bei der Feuerwerkerei

vom Ministerium für Arbeit, Soziales und
Vertriebene des Landes Schleswig-Holstein
erteilten Zulassungszeichen

BAM 1696 II

im Werk

2077 Trittau
Bei der Feuerwerkerei

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-
zeichen

BAM - P II - 0744

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Sonne mit einem Nagel durch die Nabe leicht
drehbar ca. 2 m über dem Erdboden an einem
Pfahl befestigen. Zündschnur am äußersten
Ende entzünden und sich rasch entfernen.

Nur im Freien verwenden!

Berlin-Dahlem, den 23. Nov. 1970

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag
Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Handleuchtkugeln

mit dem der Firma

Pyrotechnische Fabriken
Hans Moog - H. Nicolaus
56 Wuppertal-Ronsdorf
Am Flügel 1

vom Arbeits- und Sozialministerium des Landes
Nordrhein-Westfalen erteilten Zulassungszeichen

BAM 1453 II

im Werk

56 Wuppertal-Ronsdorf
Am Flügel 1

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-
zeichen

BAM - P II - 0749

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Gegenstand so mit der Mündung senkrecht nach
oben am gepreßten Griff halten, daß die Füllung
ungehindert nach oben ausgeworfen werden kann.
Seitlich an der Zündschnur entzünden.

Nur im Freien verwenden!
Nicht auf Personen richten!

Berlin-Dahlem, den 23. Nov. 1970

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag
Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Mini-Vesuv

mit dem der Firma

Pyrotechnische Fabrik
F. Feistel KG
6719 Göllheim

vom Sozialministerium Rheinland-Pfalz erteilten
Zulassungszeichen

BAM 2109 I

von der Firma

Brock's Firework Ltd.
Hemel Hempstead
Herts.
England

in

Hemel Hempstead
Herts.
England

hergestellt, erhält das Zulassungszeichen

BAM - P I - 0001

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Gegenstand mit dem Zünder nach oben auf eine
feuerfeste Unterlage stellen, seitwärts stehend
am Zündpapier entzünden und sich rasch ent-
fernen.

Nur im Freien verwenden!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag
Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Tischfeuerwerk

mit dem der Firma

Pyrofag
Alexander Virmond
6531 Damscheid

vom Hessischen Ministerium für Arbeit, Volks-
wohlfahrt und Gesundheitswesen erteilten Zu-
lassungszeichen

CTR/MPA 189 I

im Werk

6531 Damscheid

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-
zeichen

BAM - P I - 0003

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Tischfeuerwerk auf einen feuerfesten Unter-
satz (z. B. Teller) stellen und seitlich stehend
an der Zündschnur entzünden.
Nicht unter Beleuchtungskörpern abschießen!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag
Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Tischfeuerwerk

mit dem der Firma

Pyrotechnische Fabriken
Hans Moog - H. Nicolaus
56 Wuppertal-Ronsdorf
Am Flügel 1

vom Arbeits- und Sozialministerium des Landes
Nordrhein-Westfalen erteilten Zulassungszeichen

CTR/MPA 605 I

im Werk

56 Wuppertal-Ronsdorf
Am Flügel 1

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-
zeichen

BAM - P I - 0005

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Tischfeuerwerk auf einen feuerfesten Unter-
satz (z. B. Teller) stellen und seitlich stehend
an der Zündschnur entzünden.
Nicht unter Beleuchtungskörpern abschießen!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag
Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Tischfeuerwerk

mit dem der Firma

Geja-Feuerwerk
1 Berlin 45
Landweg 21

vom Senator für Arbeit, Gesundheit und Soziales
des Landes Berlin erteilten Zulassungszeichen

BAM 1427 I

im Werk

1 Berlin 45
Landweg 21

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-
zeichen

BAM - P I - 0007

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Tischfeuerwerk auf einen feuerfesten Untersatz
(z. B. Teller) stellen und seitlich stehend an
der Zündschnur entzünden.
Nicht unter Beleuchtungskörpern abschießen!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Tischfeuerwerk

mit dem der Firma

Pyrotechnische Fabrik
Oskar Lünig
7 Stuttgart 81
Im Beigart 1

vom Innenministerium Baden-Württemberg
erteilten Zulassungszeichen

BAM 893 I

im Werk

7 Stuttgart 81
Im Beigart 1

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-
zeichen

BAM - P I - 0012

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Tischfeuerwerk auf einen feuerfesten Untersatz
(z. B. Teller) stellen und seitlich stehend an der
Zündschnur entzünden.
Nicht unter Beleuchtungskörpern abschießen!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Tischfeuerwerk

mit dem der Firma

Pyrotechnische Fabriken
Hans Moog - H. Nicolaus
56 Wuppertal-Ronsdorf
Am Flügel 1

vom Arbeits- und Sozialministerium des Landes
Nordrhein-Westfalen erteilten Zulassungszeichen

CTR/MPA 606 I

im Werk

56 Wuppertal-Ronsdorf
Am Flügel 1

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-
zeichen

BAM - P I - 0014

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Tischfeuerwerk auf einen feuerfesten Unter-
satz (z. B. Teller) stellen und seitlich stehend
an der Zündschnur entzünden.
Nicht unter Beleuchtungskörpern abschießen!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Tischfeuerwerk

mit dem der Firma

C. Schauer Nachfolger
1 Berlin 61
Hagelbergerstr. 53/54

vom Senator für Arbeit, Gesundheit und Soziales
des Landes Berlin erteilten Zulassungszeichen

BAM 1981 I

von der Firma

VEB Pyrotechnik Silberhütte
Werk Berlin-Buchholz
X 1113 Berlin
Schönerlinder Str. 5

in

X 1113 Berlin
Schönerlinder Str. 5

hergestellt, erhält das Zulassungszeichen

BAM - P I - 0015

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Tischfeuerwerk auf einen feuerfesten Untersatz
(z. B. Teller) stellen und seitlich stehend an der
Zündschnur entzünden.
Nicht unter Beleuchtungskörpern abschießen!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Tischfeuerwerk

mit dem der Firma

Dynamit Nobel AG
Werk Depyfag
7121 Cleebronn

vom Innenministerium Baden-Württemberg
erteilten Zulassungszeichen

BAM 2173 I

im Werk

7121 Cleebronn

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-
zeichen

BAM - P I - 0017

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Tischfeuerwerk auf einen feuerfesten Unter-
satz (z. B. Teller) stellen und seitlich stehend
an der Zündschnur entzünden.

Nicht unter Beleuchtungskörpern abschießen!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Tischfeuerwerk

mit dem der Firma

Pyrotechnische Fabriken
Hans Moog - H. Nicolaus
56 Wuppertal-Ronsdorf
Am Flügel 1

vom Arbeits- und Sozialministerium des Landes
Nordrhein-Westfalen erteilten Zulassungszeichen

CTR/MPA 607 I

im Werk

56 Wuppertal-Ronsdorf
Am Flügel 1

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-
zeichen

BAM - P I - 0019

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Tischfeuerwerk auf einen feuerfesten Unter-
satz (z. B. Teller) stellen und seitlich stehend
an der Zündschnur entzünden.

Nicht unter Beleuchtungskörpern abschießen!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Tischfeuerwerk

mit dem der Firma

Hermann J. von Lienen
2 Hamburg 1
Lilienstr. 36

vom Senator für Inneres der Freien und Hanse-
stadt Hamburg erteilten Zulassungszeichen

BAM 2111 I

von der Firma

VEB Pyrotechnik Silberhütte
Werk Berlin-Buchholz
X 1113 Berlin
Schönerlinder Str. 5

in

X 1113 Berlin
Schönerlinder Str. 5

hergestellt, erhält das Zulassungszeichen

BAM - P I - 0021

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Tischfeuerwerk auf einen feuerfesten Untersatz
(z. B. Teller) stellen und seitlich stehend an der
Zündschnur entzünden.

Nicht unter Beleuchtungskörpern abschießen!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Tischfeuerwerk

mit dem der Firma

Dynamit Nobel AG
Werk Depyfag
7121 Cleebronn

vom Innenministerium Baden-Württemberg
erteilten Zulassungszeichen

BAM 2172 I

im Werk

7121 Cleebronn

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-
zeichen

BAM - P I - 0023

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Tischfeuerwerk auf einen feuerfesten Untersatz
(z. B. Teller) stellen und seitlich stehend an der
Zündschnur entzünden.

Nicht unter Beleuchtungskörpern abschießen!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand
Tischfeuerwerk
mit dem der Firma
Pyro-Chemie
Hermann Weber u. Co. GmbH
Pyrotechnische Fabrik
5208 Eitorf/Sieg
vom Arbeits- und Sozialministerium des Landes
Nordrhein-Westfalen erteilten Zulassungszeichen
CTR/MPA 202 I
im Werk
5208 Eitorf/Sieg
dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-
zeichen
BAM - P I - 0024

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Tischfeuerwerk auf einen feuerfesten Unter-
satz (z. B. Teller) stellen und seitlich stehend
an der Zündschnur entzünden.
Nicht unter Beleuchtungskörpern abschießen!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag
Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand
Tischfeuerwerk
mit dem der Firma
Pyrotechnische Fabriken
Hans Moog - H. Nicolaus
56 Wuppertal-Ronsdorf
Am Flügel 1
vom Arbeits- und Sozialministerium des Landes
Nordrhein-Westfalen erteilten Zulassungszeichen
CTR/MPA 608 I
im Werk
56 Wuppertal-Ronsdorf
Am Flügel 1
dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-
zeichen
BAM - P I - 0028

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Tischfeuerwerk auf einen feuerfesten Untersatz
(z. B. Teller) stellen und seitlich stehend an der
Zündschnur entzünden.
Nicht unter Beleuchtungskörpern abschießen!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag
Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand
Tischfeuerwerk
mit dem der Firma
Dynamit Nobel AG
Werk Depyfag
7121 Cleebronn
vom Innenministerium Baden-Württemberg
erteilten Zulassungszeichen
BAM 2171 I
im Werk
7121 Cleebronn
dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-
zeichen
BAM - P I - 0026

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Tischfeuerwerk auf einen feuerfesten Untersatz
(z. B. Teller) stellen und seitlich stehend an
der Zündschnur entzünden.
Nicht unter Beleuchtungskörpern abschießen!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag
Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand
Tischfeuerwerk
mit den der Firma
Dynamit Nobel AG
Werk Depyfag
7121 Cleebronn
vom Innenministerium Baden-Württemberg
erteilten Zulassungszeichen
BAM 2167 I
BAM 2168 I
im Werk
7121 Cleebronn
dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-
zeichen
BAM - P I - 0030

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Tischfeuerwerk auf einen feuerfesten Untersatz
(z. B. Teller) stellen und seitlich stehend an der
Zündschnur entzünden.
Nicht unter Beleuchtungskörpern abschießen!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag
Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand
Tischfeuerwerk
mit dem der Firma
Oscar Fischer KG
Pyrotechnische Fabrik
745 Hechingen
Lindichstr. 1
vom Innenministerium Baden-Württemberg
erteilten Zulassungszeichen
BAM 1942 I

von der Firma
Etablissement Ruggieri SA.
Paris 21
Rue Ballu
Frankreich

in
Paris 21
Rue Ballu
Frankreich

hergestellt, erhält das Zulassungszeichen

BAM - P I - 0032

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Tischfeuerwerk auf einen feuerfesten Untersatz
(z. B. Teller) stellen und seitlich stehend an der
Zündschnur entzünden.

Nicht unter Beleuchtungskörpern abschießen!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag
Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand
Tischfeuerwerk
mit dem der Firma
Nico-Pyrotechnik
Hanns-Jürgen Diederichs KG
2077 Tritttau
Bei der Feuerwerkerei

vom Ministerium für Arbeit, Soziales und Ver-
triebene des Landes Schleswig-Holstein
erteilten Zulassungszeichen

BAM 2021 I

im Werk

2077 Tritttau
Bei der Feuerwerkerei

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-
zeichen

BAM - P I - 0034

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Tischfeuerwerk auf einen feuerfesten Untersatz
(z. B. Teller) stellen und seitlich stehend an der
Zündschnur entzünden.

Nicht unter Beleuchtungskörpern abschießen!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag
Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand
Tischfeuerwerk

mit dem der Firma

Pyrotechnische Fabrik
Oskar Lünig
7 Stuttgart 81
Im Beigart 1

vom Innenministerium Baden-Württemberg
erteilten Zulassungszeichen

CTR/MPA 552 I

im Werk

7 Stuttgart 81
Im Beigart 1

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-
zeichen

BAM - P I - 0036

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Tischfeuerwerk auf einen feuerfesten Untersatz
(z. B. Teller) stellen und seitlich stehend an
der Zündschnur entzünden.

Nicht unter Beleuchtungskörpern abschießen!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag
Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand
Tischfeuerwerk

mit dem der Firma

Dynamit Nobel AG
Werk Depyfag
7121 Cleebronn

vom Innenministerium Baden-Württemberg
erteilten Zulassungszeichen

BAM 1054 I

im Werk

7121 Cleebronn

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-
zeichen

BAM - P I - 0037

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Tischfeuerwerk auf einen feuerfesten Untersatz
(z. B. Teller) stellen und seitlich stehend an der
Zündschnur entzünden.

Nicht unter Beleuchtungskörpern abschießen!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag
Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Tischfeuerwerk

mit dem der Firma

Pyrotechnische Fabriken
Hans Moog - H. Nicolaus
56 Wuppertal-Ronsdorf
Am Flügel 1

vom Arbeits- und Sozialministerium des Landes
Nordrhein-Westfalen erteilten Zulassungszeichen

CTR/MPA 612 I

im Werk

56 Wuppertal-Ronsdorf
Am Flügel 1

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-
zeichen

BAM - P I - 0039

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Tischfeuerwerk auf einen feuerfesten Untersatz
(z. B. Teller) stellen und seitlich stehend an der
Zündschnur entzünden.

Nicht unter Beleuchtungskörpern abschießen!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag
Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Tischfeuerwerk

mit dem der Firma

Nico-Pyrotechnik
Hanns-Jürgen Diederichs KG
2077 Trittau
Bei der Feuerwerkerei

vom Ministerium für Arbeit, Soziales und
Vertriebene des Landes Schleswig-Holstein
erteilten Zulassungszeichen

BAM 2192 I

im Werk

2077 Trittau
Bei der Feuerwerkerei

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-
zeichen

BAM - P I - 0040

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Tischfeuerwerk auf einen feuerfesten Untersatz
(z. B. Teller) stellen und seitlich stehend an der
Zündschnur entzünden.

Nicht unter Beleuchtungskörpern abschießen!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag
Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Tischfeuerwerk

mit dem der Firma

Pyro-Chemie
Hermann Weber u. Co. GmbH
Pyrotechnische Fabrik
5208 Eitorf/Sieg

vom Arbeits- und Sozialministerium des Landes
Nordrhein-Westfalen erteilten Zulassungszeichen

CTR/MPA 203 I

im Werk

5208 Eitorf/Sieg

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-
zeichen

BAM - P I - 0042

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Tischfeuerwerk auf einen feuerfesten Untersatz
(z. B. Teller) stellen und seitlich stehend an der
Zündschnur entzünden.

Nicht unter Beleuchtungskörpern abschießen!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag
Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Tischfeuerwerk

mit dem der Firma

Dynamit Nobel AG
Werk Depyfag
7121 Cleeborn

vom Innenministerium Baden-Württemberg
erteilten Zulassungszeichen

BAM 1213 I

im Werk

7121 Cleeborn

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-
zeichen

BAM - P I - 0043

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:

Tischfeuerwerk auf einen feuerfesten Untersatz
(z. B. Teller) stellen und seitlich stehend an der
Zündschnur entzünden.

Nicht unter Beleuchtungskörpern abschießen!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der
Bundesanstalt für Materialprüfung
Im Auftrag
Dr. - Ing. J. Z e h r

Erlaß des Bundesministers für Wirtschaft über die Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM) vom 1. September 1964

§ 1

Zweck

Die Bundesanstalt für Materialprüfung soll die Entwicklung der deutschen Wirtschaft fördern, indem sie Bundesaufgaben nach den §§ 2 bis 6 und Aufgaben im Lande Berlin nach § 7 erfüllt.

§ 2

Aufgabe

(1) Die Bundesanstalt hat die Aufgabe, Werkstoff- und Materialforschung entsprechend ihrer Zweckbestimmung zu betreiben und die Materialprüfung sowie die chemische Sicherheitstechnik stetig weiterzuentwickeln.

(2) Ihre Forschung ist nicht an die Person gebunden. Jedes Ergebnis ihrer Arbeit soll auf der Erkenntnis aller von ihr gepflegten, fachlich beteiligten Wissensgebiete beruhen.

(3) Die Ergebnisse ihrer und fremder wissenschaftlicher Arbeiten hat die Bundesanstalt zu sammeln, zu ordnen und der Allgemeinheit zugänglich und nutzbar zu machen.

§ 3

Arbeitsprogramme

Die Bundesanstalt hat Arbeitsprogramme aufzustellen. In diesen ist festzulegen, welche Bereiche von allgemeiner wirtschaftlicher Bedeutung und vorrangig sind, darunter besonders solche, die der technischen Entwicklung und Leistungssteigerung in der Wirtschaft dienen, oder welche die Schaffung und Erhaltung volkswirtschaftlicher Werte erwarten lassen.

§ 4

Aufgaben innerhalb der Verwaltung

(1) Die Bundesanstalt berät die Bundesministerien.

(2) Sie führt die Aufgaben durch, die ihr vom Bundesminister für Wirtschaft oder im Einvernehmen mit ihm von anderen Bundesministern übertragen werden.

(3) Ersuchen von Verwaltungsbehörden und von Gerichten soll sie in den Grenzen ihrer Aufgaben entsprechen.

§ 5

Aufträge

Die Bundesanstalt übernimmt Aufträge aus der Wirtschaft oder von Einrichtungen der Verbraucher und der Verbraucherberatung, soweit sie die Voraussetzungen der §§ 2 und 3 erfüllen. Sie kann Aufträge ablehnen, deren Ausführung nach ihrer Auffassung keine wissenschaftlich wertvollen Erkenntnisse erwarten läßt oder deren Ergebnisse weder volkswirtschaftlich noch für die Schaden- und Unfallverhütung von Belang sind.

§ 6

Zusammenarbeit

(1) Zur Erfüllung ihrer Aufgaben hält die Bundesanstalt Verbindung zum Bundesminister für Wirtschaft und wirkt mit in den technischen Ausschüssen der Bundesministerien, dem Deutschen Normenausschuß (DNA), der internationalen Normenorganisation (ISO) und anderen nationalen, internationalen oder supranationalen Stellen, die für die gesamtwirtschaftliche Entwicklung von Bedeutung sind.

(2) Sie hält ferner Verbindung zu den wissenschaftlichen Hochschulen und Instituten, den staatlichen Materialprüfämtern und den Verbänden für Materialprüfung.

§ 7

Aufgaben im Land Berlin

Für das Gebiet des Landes Berlin hat die Bundesanstalt die Aufgaben eines staatlichen Materialprüfungsamtes.

§ 8

Gebühren

Die Bundesanstalt erhebt für die Bearbeitung von Aufträgen Gebühren nach einer Gebührenordnung, welche der Zustimmung des Bundesministers für Wirtschaft bedarf.

§ 9

Leitung und Vertretung

(1) Die Bundesanstalt wird vom Präsidenten und im Falle seiner Verhinderung von dem Vizepräsidenten geleitet. Der Präsident bestimmt die Arbeitsprogramme.

(2) Der Präsident — und im Falle seiner Verhinderung der Vizepräsident — vertritt die Bundesrepublik Deutschland gerichtlich und außergerichtlich in allen Angelegenheiten, welche die Bundesanstalt betreffen.

§ 10

Berichterstattung

Der Präsident berichtet jährlich dem Bundesminister für Wirtschaft. Hierbei hat er die jeweiligen Schwerpunkte der Arbeit der Bundesanstalt herauszustellen und deren Bedeutung für den wissenschaftlichen und technischen Fortschritt, für die Leistungssteigerung der deutschen Wirtschaft und für die Schaffung und Erhaltung volkswirtschaftlicher Werte zu würdigen. Wesentliche Veränderungen der Aufgaben, die an die Bundesanstalt herangetragen werden, sind nach Tendenz und Gewicht aufzuzeigen.

§ 11

Kuratorium

(1) Die Leitung der Bundesanstalt wird in wichtigen Fragen, die die Bundesanstalt betreffen, von einem Kuratorium beraten, besonders bei der Aufstellung der Arbeitsprogramme und der Auswertung der Jahresberichte des Präsidenten.

(2) Das Kuratorium besteht aus ehrenamtlichen Mitgliedern, deren Anzahl bis zu 24 betragen kann und dem Vorsitz. Der Bundesminister für Wirtschaft beruft die Mitglieder und bestellt einen seiner Beamten zum Vorsitz. Die Mitgliedschaft endet nach fünf Jahren. Eine Wiederberufung ist zulässig.

(3) An den Sitzungen des Kuratoriums nehmen der Präsident, der Vizepräsident und die Abteilungsleiter der Bundesanstalt und Beauftragte des Bundesministers für Wirtschaft teil. Andere Bundesminister können im Einvernehmen mit dem Bundesminister für Wirtschaft Beauftragte entsenden.

(4) Die Geschäftsordnung des Kuratoriums wird vom Bundesminister für Wirtschaft erlassen.

§ 12

Inkrafttreten

Dieser Erlaß tritt am 1. September 1964 in Kraft; gleichzeitig treten der Erlaß vom 20. August 1954 (Bundesanzeiger Nr. 165 vom 28. August 1954, BWM BI 1954 S. 367) und die zu seiner Änderung ergangenen Erlasse vom 10. Februar 1956 (Bundesanzeiger Nr. 36 vom 21. Februar 1956, BWM BI 1956 S. 114) und vom 6. November 1962 (Bundesanzeiger Nr. 220 vom 20. November 1962, BWM BI 1962 S. 241) außer Kraft.

Bonn, den 1. September 1964

Z 4 - 44 02 19 -

Der Bundesminister für Wirtschaft

Schmücker

Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe (Sprengstoffgesetz) vom 25. August 1969 (Auszug)

§ 28

Rechtsstellung der Bundesanstalt für Materialprüfung

(1) Die Bundesanstalt für Materialprüfung ist eine bundesunmittelbare, nicht rechtsfähige Anstalt des öffentlichen Rechts im Geschäftsbereich des Bundesministers für Wirtschaft; sie ist eine Bundesoberbehörde.

§ 29

Aufgaben der Bundesanstalt für Materialprüfung

Der Bundesanstalt für Materialprüfung obliegt die Durchführung und Auswertung physikalischer und chemischer Prüfungen von Stoffen und Konstruktionen. Sie ist zuständig

1. für die Entgegennahme der Anzeigen und Stoffproben nach § 1 Abs. 4 Satz 1 und die Anordnungen nach § 1 Abs. 4 Satz 3 und 4,
2. für die Zulassung von explosionsgefährlichen Stoffen und Sprengzubehör nach § 4 Abs. 1 bis 4.

...

Die verfassungsmäßigen Rechte des Bundesrates sind gewahrt. Das vorstehende Gesetz wird hiermit verkündet.

Bonn, den 25. August 1969

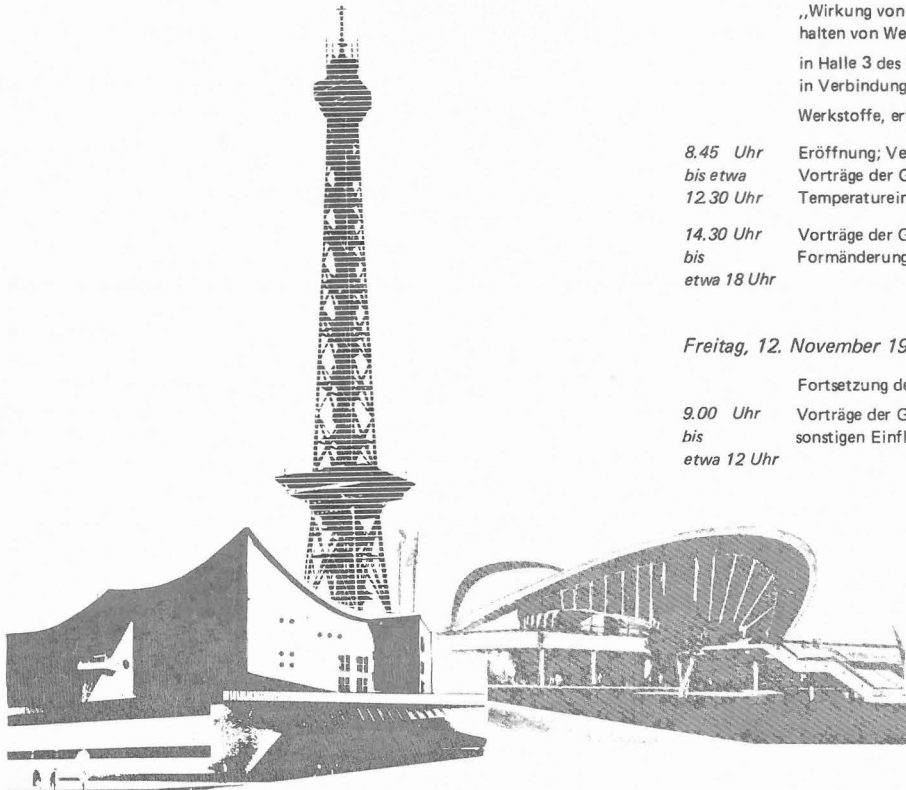
Der Bundespräsident Heinemann

Der Stellvertreter des Bundeskanzlers Brandt

Für den Bundesminister für Wirtschaft
Der Bundesminister des Auswärtigen
Brandt



Jubiläen des Materialprüfwesens in Berlin



100 Jahre Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM)
75 Jahre Deutscher Verband für Materialprüfung (DVM)
25 Jahre Fachnormenausschuß Materialprüfung (FNM)

Montag, 8. November 1971

14.00 Uhr **Tagungs-Vorträge:** Werkstoffe, erforscht – geprüft – verarbeitet
bis auf dem Messegelände unter dem Funkturm, veranstaltet vom
etwa 18 Uhr Berliner Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine (BVT)
zusammen mit der Ausstellungs-Messe-Kongreß-GmbH (AMK)

Dienstag, 9. November 1971

9.00 Uhr Fortsetzung der **Tagungs-Vorträge:**
bis Werkstoffe, erforscht – geprüft – verarbeitet
etwa 18 Uhr auf dem Messegelände unter dem Funkturm

10.00 Uhr **Besichtigung** der BAM; auf Wunsch Besprechungen mit
bis einzelnen Mitarbeitern der BAM (Terminabsprachen
etwa 17 Uhr hierfür sind erwünscht)

ab 13 Uhr Speisemöglichkeit in der Kantine der BAM

ab 20 Uhr **Begrüßungsabend** im Palais am Funkturm

Mittwoch, 10. November 1971

10.00 Uhr **Festakt** in der Philharmonie aus Anlaß der Jubiläen
bis der BAM, des DVM und des FNM mit anschließendem Empfang
etwa 12 Uhr durch den Regierenden Bürgermeister der Stadt Berlin

15.00 Uhr **Berichte** über Aufgaben und Arbeiten der BAM in den
bis Räumen der Bundesanstalt für Materialprüfung
17.30 Uhr

15.30 Uhr Feier der Umbenennung der Adolf-Martens-Straße

Donnerstag, 11. November 1971

DVM-Tag 1971 mit Vorträgen zum Thema

„Wirkung von Zeit und Temperatur auf das Festigkeitsver-
halten von Werkstoffen und Konstruktionen“

in Halle 3 des Berliner Ausstellungsgeländes am Funkturm
in Verbindung mit der **Sonderausstellung**

Werkstoffe, erforscht – geprüft – verarbeitet

8.45 Uhr Eröffnung; Verleihung der Siebel-Gedenkmünze
bis etwa Vorträge der Gruppe I: Wirkungen, ausgehend von
12.30 Uhr Temperatureinflüssen

14.30 Uhr Vorträge der Gruppe II: Wirkungen, ausgehend von
bis Formänderungsgeschwindigkeiten
etwa 18 Uhr

Freitag, 12. November 1971

Fortsetzung des **DVM-Tages 1971**

9.00 Uhr Vorträge der Gruppe III: Wirkungen, ausgehend von
bis sonstigen Einflüssen
etwa 12 Uhr

Die **Teilnahme am DVM-Tag 1971** erfordert den Erwerb einer Teilneh-
merkarte, die auch für den beliebig häufigen Besuch der Industrieausstel-
lung einschließlich der Sonderausstellung gültig ist.

Die **Teilnehmergebühren** für den DVM-Tag 1971 betragen für:

Persönliche Mitglieder des DVM	DM 60,-
Nichtmitglieder	DM 75,-
Studenten	DM 5,-