

# AMTS-UND MITTEILUNGSBLATT DER BUNDESANSTALT FÜR MATERIALPRÜFUNG

Inhaltsverzeichnis	Seite
Zusammenhang zwischen Gefügemerkmalen und Werkstoffkennwerten <i>D. Aurich, M. Pfender u. K. Wobst</i>	50
Ermittlung der chemischen Stabilität explosionsfähiger fester oder flüssiger Stoffe <i>Th.M. Groothuizen u. T. van de Putte</i>	67
Die Durchführung der nach dem Sprengstoffgesetz vorgeschriebenen Erprobung von neuen Sprengstoffen, Zündmitteln und Sprengzubehör <i>J. Reichelt</i>	70
<b>Amtliche Bekanntmachungen</b>	
Bekanntmachung der Zulassung von pyrotechnischen Gegenständen gemäß § 4 des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe	75
Bekanntmachung der neuen Zulassungszeichen für vor dem Inkrafttreten des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe zugelassene pyrotechnische Gegenstände	80
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) vom 25. August 1969, Auszug	III
Sprengseismik auf See; Detonation von 5 kg seismischen Sprengstoffs in 1 m Wassertiefe	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  
1.12  
Physikalische Meßver-  
fahren in der Metallkunde  
1.13  
Elektronenmikroskopie  
und Feinstrukturunter-  
suchungen  
1.14  
Metallurgie; Metallkeramik

1.21  
Festigkeit bei statischer Be-  
anspruchung; Umformung  
1.22  
Festigkeit bei periodischer  
Beanspruchung  
1.23  
Antriebs Elemente und  
Getriebe  
1.24  
Behälteruntersuchungen

2.11  
Chemische und physi-  
kalisches Untersuchungen  
2.12  
Festigkeitsunter-  
suchungen  
2.13  
Technologie der Bau-  
stoffe  
2.14  
Sonderprobleme und  
Güteschutz

2.21  
Baukonstruktionen des  
Massivbaues  
2.22  
Baukonstruktionen aus  
Metall  
2.23  
Baukonstruktionen aus  
Holz, Kunststoffen und  
Sonderbaustoffen  
2.24  
Grundlagen und Sonder-  
probleme

3.11  
Kautschuk und  
Kautschukerzeugnisse  
3.12  
Kunststoffkunde  
3.13  
Kunststoff erzeugnisse  
3.14  
Anstrich-, Belag- und  
Klebstoffe

3.21  
Physik und Technologie  
von Textilien  
3.22  
Textilchemie  
3.23  
Waschmittel, Wäscherei-  
technik, Chemischreinigung  
3.24  
Leder, Kunstleder, Rauch-  
waren

Fachgruppe 1.3  
Korrosion und  
Metallschutz

Fachgruppe 1.4  
Anorganisch-chemi-  
sche 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  
1.32  
Technologie und Morpho-  
logie der Überzugssysteme

1.41  
Analyse von Eisen und  
Stahl  
1.42  
Analyse von Nichteisen-  
metallen

2.31  
Grundbau und Bodenme-  
chanik  
2.32  
Bau-, Grundbaudynamik

2.41  
Brandschutz, Feuerschutz  
2.42  
Wärmeschutz, klimabe-  
dingter Feuchtigkeitsschutz

3.31  
Zellstoff- und Papier-  
chemie  
3.32  
Physik und Technologie  
von Papier und Papp

3.41  
Analyse organischer Stoffe  
3.42  
Feinstrukturunter-  
suchungen; Massen-  
spektrometrie

1.33  
Korrosion technischer  
Anlagen und Geräte  
1.34  
Klimatische Bean-  
spruchung metallischer  
Werkstoffe und Schutz-  
systeme

1.43  
Analyse nichtmetallischer  
anorganischer Stoffe  
1.44  
Physiko-chemische  
Analyseverfahren, Spektro-  
chemie

2.33  
Bitumen-Straßen und  
Abdichtungen  
2.34  
Grundlagen und  
Sonderprobleme des  
Tiefbaues

2.43  
Schallschutz, Erschütte-  
rungsschutz  
2.44  
Technologie des Bauten-  
schutzes

3.33  
Druck- und Kopier-  
technik, Schreibmittel  
3.34  
Verpackung

3.43  
Physikalische Unter-  
suchungen  
3.44  
Beständigkeitsunter-  
suchungen

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 Verbrennungs-  
reaktion

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 Selbst-  
entzündungsvorgänge; Re-  
aktionen mit Sauerstoff  
4.12  
Staubbrände und Staub-  
explosionen  
4.13  
Kalorimetrie; spezielle  
exotherme Reaktionen  
4.14  
Grundlagen der Ex-  
plosionsdynamik disperser  
Systeme

4.21  
Chemische Eigenschaften;  
Gasanalyse  
4.22  
Sicherheitstechnische Kenn-  
zahlen; Zündvorgänge  
4.23  
Gasschutz; Überwachung  
von Arbeitsvorgängen  
4.24  
Sicherheitstechnische  
Beurteilung von Anlagen  
und Verfahren

5.11  
Mikrobiologie  
und Zoologie  
5.12  
Materialschutz  
gegen Organismen  
5.13  
Holzschutz- und  
Holzchemie  
5.14  
Holz- und Holzwerk-  
stoff-Technologie

5.21  
Rheometrie  
5.22  
Rheologisches Verhalten  
von Werkstoffen  
5.23  
Schmierstoffe;  
Tribochemie  
5.24  
Tribometrie und  
Tribophysik

6.11  
Mechanische Meß- und  
Regeltechnik  
6.12  
Elektrische Meß- und  
Regeltechnik  
6.13  
Modelltechnik und  
Gestalteinfluß  
6.14  
Materialprüfmaschinen  
und elektrische Meß-  
geräte

6.21  
Mechanische und thermi-  
sche Prüfverfahren  
6.22  
Elektrische und magne-  
tische Prüfverfahren  
6.23  
Strahlenverfahren und  
Strahlenschutz  
6.24  
Verfahren zur zerstörungs-  
freien Untersuchung von  
Werkstoffeigenschaften

Fachgruppe 4.3  
Explosionsfähige feste  
und flüssige Stoffe

Fachgruppe 4.4  
Gasgeräte und  
Acetylenanlagen

Fachgruppe 5.3  
Oberflächen-  
phänomene

Fachgruppe 5.4  
Farbmetrik

Fachgruppe 6.3  
Kerntechnik in der  
Materialprüfung und  
Strahlenschutz

Fachgruppe 6.4  
Fügetechnik

4.31  
Systematik und Prüf-  
methodik

4.41  
Explosive Reaktionen  
der Acetylene

5.31  
Oberflächen-  
Morphologie

5.41  
Farbmessung

6.31  
Physikalische und meß-  
technische Grundlagen;  
Strahlenschutz

6.41  
Schmelzschweißen

4.32  
Explosive Stoffe

4.42  
Speicherung der Ace-  
tylene; 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 che-  
mischer Beständigkeit

4.43  
Sicherheitseinrichtungen  
für technische Gase

5.33  
Grenzflächen-Kinetik

5.43  
Farbtechnik

6.33  
Anwendung von  
Radionukliden

6.43  
Löten, Kleben und Kunst-  
stoffschweißen

4.34  
Pyrotechnische Sätze  
und Gegenstände

4.44  
Apparaturen für technische  
Gase

5.34  
Adsorption und Kata-  
lyse; Elektrochemische  
Meßverfahren

5.44  
Farbwiedergabe

6.34  
Prüfung radioaktiver  
Stoffe

6.44  
Kraft- und Formschlußver-  
bindungen; Fügegerechte  
Gestaltung

Inhaltsverzeichnis	Seite
<b>Zusammenhang zwischen Gefügemerkmalen und Werkstoffkennwerten</b>	50
<i>D. Aurich, M. Pfender u. K. Wobst</i>	
<b>Ermittlung der chemischen Stabilität explosionsfähiger fester oder flüssiger Stoffe</b>	67
<i>Th.M. Groothuizen u. T. van de Putte</i>	
<b>Die Durchführung der nach dem Sprengstoffgesetz vorgeschriebenen Erprobung von neuen Sprengstoffen, Zündmitteln und Sprengzubehör</b>	70
<i>J. Reichelt</i>	
<b>Amtliche Bekanntmachungen</b>	
Bekanntmachung der Zulassung von pyrotechnischen Gegenständen gemäß § 4 des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe	75
Bekanntmachung der neuen Zulassungszeichen für vor dem Inkrafttreten des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe zugelassene pyrotechnische Gegenstände	80
Auf dem Umschlag:	
<b>Organisationsplan der Bundesanstalt für Materialprüfung</b>	II
<b>Erlaß des Bundesministers für Wirtschaft über die Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM) vom 1. September 1964</b>	III
<b>Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe und Gegenstände (Sprengstoffgesetz) vom 25. August 1969, Auszug</b>	III
<b>Sprengseismik auf See; Detonation von 5 kg seismischen Sprengstoffs in 1 m Wassertiefe</b>	IV

<b>Herausgabe und Druck</b>	Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM)
<b>Redaktion</b>	Dr. A. Kallmann, M. Mennigen und Dr. H. Treumann
<b>Anschrift</b>	1 Berlin 45 (Dahlem), Unter den Eichen 87
<b>Fernsprecher</b>	(0311) 8104-1
<b>Fernschreiber</b>	018 - 32 61
<b>Erscheinungsweise</b>	Viermal jährlich
<b>Bezugspreis</b>	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.

# Zusammenhang zwischen Gefügemerkmalen und Werkstoffkennwerten

Von ORR Dr.-Ing. D. Aurich, Prof. Dr.-Ing. M. Pfender\*) und ORR Dr.-Ing. K. Wobst mit Beiträgen von RR Dr.-Ing. H. Czichos, RR Dr.-Ing. K.-H. Habig, Dir. u. Prof. Dr.-Ing. K. Haedecke, ORR Dr.-Ing. W. Maennig, Dipl.-Phys. H. Sander und Dr. rer. nat. Chr. Zaminer, Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM), Berlin

DK 53921 : 62022.004.1

Amt. und Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM) 2 (1972) Nr. 2 S. 50/66

Manuskript-Eing. 14. Juli 1972

## Inhaltsangabe:

1. Werkstoffkennwerte können außer vom Gefüge auch von der chemischen Zusammensetzung, von der Struktur und der Textur abhängen. Neben den Begriffen „Gefüge“ und „Kennwert“ werden auch die Begriffe „Phase“, „Struktur“ und „Textur“ entsprechend dem gegenwärtigen Stand des Wissens definiert, um den Einfluß des Gefüges auf die Werkstoffkennwerte zuverlässig von anderen Einflüssen trennen zu können. Bei der Erörterung des Zusammenhanges zwischen Werkstoffkennwerten und Gefügemerkmalen hat man zu beachten, daß Kennwerte nicht ohne Beanspruchungen gemessen werden können und die Beanspruchungen selbst wiederum das Gefüge beeinflussen können. Einige Beispiele werden zur Verdeutlichung aufgeführt.
2. Eigenschaften und deren Kennwerte können wenig oder stark vom Gefüge abhängen. An Hand weiterer Beispiele wird gezeigt, daß die Kennwerte der wenig vom Gefüge abhängigen Eigenschaften der Mischungsregel folgen. Die starke Abhängigkeit zahlreicher mechanischer, aber auch einiger magnetischer sowie elektrischer Eigenschaften und des Korrosions- und Verschleißverhaltens vom Gefüge wird eingehender erörtert und durch Bilder und grafische Darstellungen belegt.
3. Die Konsequenzen dieser Zusammenhänge für Werkstoffhersteller und -verarbeiter ergeben sich in vielen Fällen von selbst und werden auch heute in der Praxis schon vielfach beachtet. Die praktische Bedeutung und Nutzung dieser Erkenntnisse wird daher für eine Reihe von teilweise weniger bekannten Problemen erläutert.
4. Das enge Zusammenwirken von werkstoffkundlichen, konstruktiv gestaltenden und versuchstechnischen Überlegungen ist heute auch für die betriebliche Praxis unerlässlich, damit das breite Spektrum der zur Verfügung stehenden Werkstoffe optimal, d. h. auch kostengünstig genutzt werden kann. Es wird gezeigt, wie werkstoffgerechtes Konstruieren und Fertigen bei zwar hochwertigen, aber in ihrer Leistungsfähigkeit doch begrenzten Werkstoffen möglich ist, was dabei zu beachten ist und welche Fehler vermieden werden können.

*Werkstoffkunde – Metallkunde – Konstruktionslehre – Fertigungstechnik – Werkstoffkennwerte – Gefüge – mechanische, magnetische, elektrische, elektrochemische, tribologische Kennwerte – Mischungsregel – Korngröße – Ausscheidungen – Gitterfehler*

Bei der Fülle der in den letzten 20 Jahren im besonderen von der Festkörperphysik gewonnenen neuen Ergebnisse ist der Wunsch immer deutlicher geworden, diese grundsätzlichen Erkenntnisse dem Metallurgen, dem Werkstofftechnologen und dem Konstrukteur so zugänglich zu machen, daß sie in der Wirtschaft und zum Nutzen aller systematisch anwendbar werden. Für diese große Aufgabe sind einige Voraussetzungen als zuverlässige Basis einer solchen Gemeinschaftsarbeit zu erkennen und zu erfüllen.

Mit Sicherheit braucht man dafür:

1. Eine allen einschlägigen Bereichen gemäße und gemeinsame Sprache mit zuverlässig definierten Begriffen und entsprechenden und einheitlichen Bezeichnungen und Zeichen, damit Festkörperphysiker, Metallurgen, Konstrukteure und Fertigungstechniker sich rasch und irrtumsfrei verstehen können.
2. Eine wenigstens grundsätzliche Ausbildung von Metallurgen, Konstrukteuren und Fertigungstechnikern in der Festkörperphysik, damit sie deren systematische Möglichkeiten über die bisherige konventionelle Werkstoffkunde hinaus in der Praxis grundsätzlich und kombinatorisch nutzen können, und
3. eine auch in der Erziehung begründete Gewöhnung der Festkörperphysiker an das tendenzielle Ingenieurdenken, an den Umgang mit dem realen Werkstoff mit seiner makroskopischen Inhomogenität und seinen Fehlern und die damit auch verbundene Erkenntnis des trotz aller verbleibenden Unsicherheiten kalkulierten, weil unvermeidbaren Risikos.

Wer solche Voraussetzungen für gemeinsame Anstrengungen nennt und Nutzen daraus erwartet, wird zunächst sich selbst daran zu halten haben. Er wird dabei zugleich entdecken, daß auch die Definitionen der Begriffe mit der Erweiterung des Wissens sich wandeln. In der Regel leiten wenige eine solche Entwicklung ein; sie bemühen sich dabei um eindeutige Begriffe und kennzeichnende Ausdrücke für erweiterte, sinnvoll gegliederte und neue Sachverhalte. Trotzdem bleiben die Gefahren der Mißverständnisse, die langsame Verbreitung der Gedanken und die Sorge ihres Versinkens in der täglichen Flut der Informationen. Und vielleicht tragen Überlegungen dieses Augenblicks dazu bei, Gesichertes und Wichtiges auch in der Metallkunde einer Normung zuzuführen, die mit ihrer strengen Systematik objektive Eindeutigkeit sichern hilft, Anregungen für weiterführende individuelle Spekulationen offenhält und eine verlässliche Basis für das Zusammenwirken der in der Sache aufeinander angewiesenen Wissensdisziplinen bildet.

## 1. Definitionen und Begriffe

### 1.1 Gefügemerkmale

Bereits die wichtigsten Begriffe, die zum vorgestellten Thema gehören, weisen auf diese Zusammenhänge hin: es sind dies Gefüge, Struktur, Textur und Kennwerte für Eigenschaften.

#### 1.11 Gefüge

Früher sagte man zur Definition des Gefüges sinngemäß (1) „Gefüge ist die zusammenfassende Bezeichnung für Größe,

\*) vorgetragen auf der Hauptversammlung der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde am 4. Juni 1971 in Lausanne

Form und Anordnung der Kristallite eines homogenen Systems oder der verschiedenen Phasen eines heterogenen Systems". In dem Maße aber, wie Annahmen der Theoretiker durch bestätigende Experimente gesicherte Erkenntnisse wurden und auch bildhafte Einblicke bis in Ordnungssysteme der Atome möglich waren, mußte auch die Definition des Gefüges neu überdacht werden.

Die zunächst vorgeschlagene Formulierung: „Das Gefüge bilden alle Gitterbaufehler, die nicht im thermodynamischen Gleichgewicht sind" (2) ist heute weithin gültig und dem Verständnis des Ganzen förderlich. Eine konkretere und zugleich genauere Aussage könnte sein (3): „Das Gefüge ist gekennzeichnet durch Art, Größe, Form, Dichte und Verteilung der nicht im thermodynamischen Gleichgewicht befindlichen Gitterfehler".

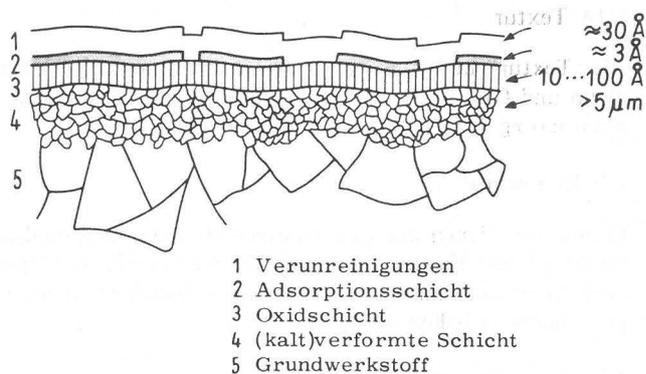
Art der Gitterfehler	Quantitative Beschreibung
<b>Punktfehler:</b>	
Lehrstellen	Dichte
Fremdatome, zwischen-gitteratome, Frenkeldefekte	Räumliche Verteilung
<b>Linienfehler:</b>	
Versetzungen	Art, Burgersvektor Dichte, Verteilung
<b>Flächenfehler:</b>	
Stapelfehler	Dichte, Verteilung
Zellwände, Subkorngrenzen, Zwillingsgrenzen, Korn-grenzen, Antiphasengrenzen, Phasengrenzen, Bloch-wände	Verteilung der Durchmesser oder der Abstände; Medianwerte, Verteilungsbreiten, spez. Grenzfläche, Skelettbildungsgrad
<b>Volumenfehler:</b>	
Eigendehnungen	Dichte, Verteilung
Verlagerungskaskaden	geometrische Form, mittlere
Hohlräume, Risse	Abmessungen

#### Bild 1

##### Art und quantitative Beschreibung von Gitterfehlern

Diese Definition mag noch ungewohnt sein, entspricht aber der modernen und erweiterten Vorstellung vom Gefüge in hohem Maße und grenzt zuverlässig gegen die Begriffe „Phase" und „Struktur" ab. Sie erleichtert ein notwendiges Umdenken z. B. in einer in *Bild 1* dargestellten Systematik der Art der Gitterfehler und ihrer quantitativen Beschreibung. Die Gliederung nach Punkt-, Linien-, Flächen- und Volumenfehlern ermöglicht die logische Ordnung der Arten der Gitterfehler, wie deren zahlenmäßige Darstellung, macht auf wahrscheinliche Zusammenhänge aufmerksam und weist damit auch auf zweckmäßige und mögliche Tendenzen hin, Werkstoffeigenschaften zu verbessern, zu steuern und bewußt zu nutzen.

Nach dieser Auffassung gehört auch die Oberfläche als Phasengrenzsystem zum Gefügebegriff. Im allgemeinen ist nach *Bild 2* der Oberflächenbereich eines Metalles über dessen ungestörtem Grundwerkstoff bestimmt durch eine von der Art der Bearbeitung herrührende verformte und dann meist feinkörnig erscheinende Schicht. Diese ist von einer Oxydschicht bedeckt, die ihrerseits in der Regel mit einer



nach Czichos

#### Bild 2

##### Schematische Darstellung des Aufbaus von (bearbeitungs- oder reibverformten) Metalloberflächen

Sorptionsschicht überzogen und häufig noch von Verunreinigungen bedeckt ist. In einzelnen wird ein solches Phasengrenzen-System, das viele Werkstoffkennwerte mitbestimmt, noch von der Topographie, also z. B. auch von Riefen, Poren und Rissen abhängig und damit in vielerlei Weise beeinflussbar sein.

#### 1.12 Phase

Den Begriff „Phase" definierte Gibbs (4) wie folgt: „Eine Phase ist die Gesamtheit derjenigen Bezirke, die die gleiche Beschaffenheit haben, unabhängig davon, ob diese Bezirke gleicher Beschaffenheit räumlich untereinander zusammenhängen oder voneinander getrennt sind."

Nach Vogel (5) stellen sich die Zusammensetzung und die Volumenanteile der Phasen so ein, daß die freie Energie des Gesamtsystems möglichst klein wird.

Die von Hornbogen (2) vorgeschlagene neue Definition der Phase stimmt mit diesen beiden Auffassungen grundsätzlich überein, wenn er auf den kristallinen Zustand bezogen folgendes sagt: „Phasen sind die homogenen Kristalle mit der dem Minimum der freien Energie entsprechenden Konzentration von Atomen und thermischen und strukturellen Gitterbaufehlern." Diese Definition kann sich ihrem Wesen nach nur auf den Zustand des Gleichgewichts beziehen.

Die Metallkunde hat aber immer mit Zuständen des Ungleichgewichtes zu tun, und die anwendende Technik lebt geradezu davon. Man spricht daher beispielsweise von „metastabilen Phasen" und weist damit darauf hin, daß es sich – auch in sonst fehlerfreien Einkristallen – um Phasen handelt, die nicht im thermodynamischen Gleichgewicht sind. Zudem bleibt die Frage, wie man einen übersättigten Mischkristall thermodynamisch einordnen soll, in dem der Phase im Hornbogen'schen Sinne durch die übersättigt gelösten Atome, die nicht im thermodynamischen Gleichgewicht befindliche Gitterfehler erzeugen, ein Gefüge überlagert ist. Diese Frage löst die Anregung aus, daß die Fachleute den Begriff der Phase auch unter diesem Aspekt definieren mögen.

#### 1.13 Gitterstruktur

Unter „Gitterstruktur" versteht man nach allgemeiner Auffassung die „Periodizität der Anordnung der Gitterbausteine".

### 1.14 Textur

Als „Textur“ bezeichnet man, den Vorschlägen von Wassermann und Grewen (6) folgend, nun allgemein die Vorzugsorientierung der Kristallite.

### 1.2 Kennwerte

Kennwerte dienen der quantitativen Beschreibung qualitativ definierter Eigenschaften, die ihrerseits einen isotropen oder einen dann auch von der Textur abhängigen, anisotropen Charakter haben können.

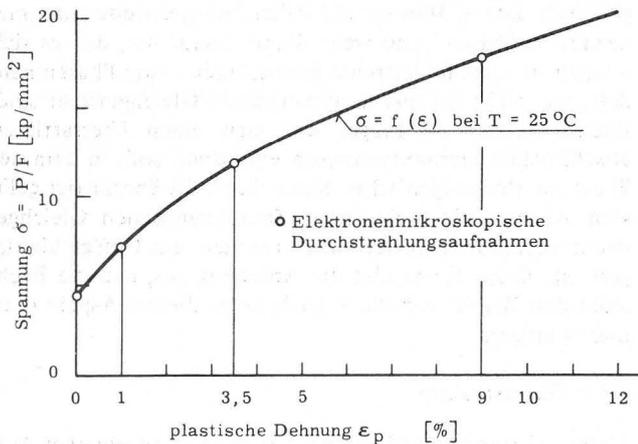
### 1.21 Ermittlung von Kennwerten

Für die Ermittlung von Kennwerten gilt, daß sie nur am beanspruchten Stoff gemessen werden können und daß die dabei wirksamen Parameter ebenfalls Beanspruchungen sind. Auch deswegen unterscheidet man unter zwei Arten von Beanspruchungen, nämlich:

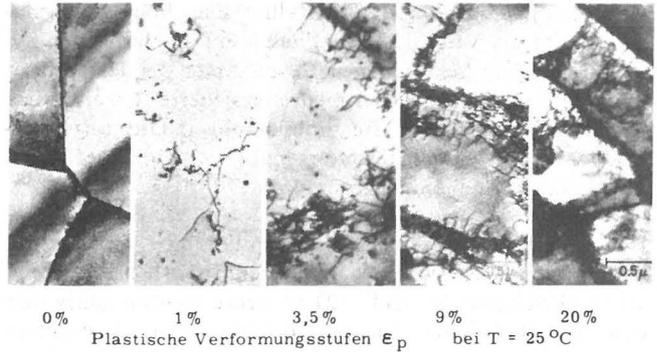
1. Beanspruchungen, die das Gefüge nicht bleibend verändern. Solche sind z. B. ideal elastische Beanspruchungen, anelastische Beanspruchungen, Elektronentransport bei kleiner Leistungsdichte. Zu jedem Zeitpunkt der Messung bzw. nach Beendigung der Messung liegt das gleiche und definierbare Gefüge vor, und Messungen können am selben und gleichbleibenden Objekt beliebig oft wiederholt werden. Die Ermittlung solcher Kennwerte in Abhängigkeit vom Gefüge ist daher nicht weiter problematisch.
2. Beanspruchungen, die das Gefüge bleibend verändern. Solche sind z. B. erzwungene bleibende Verformungen, Stofftransport auslösende Erwärmungen, chemische, elektrochemische und tribologische (reibende) Beanspruchungen. Unter diesen Umständen bleibt die eindeutige Ermittlung des Einflusses der Gefügemerkmale auf Werkstoffkennwerte fast immer problematisch.

### 1.22 Beispiele

Die folgende Bilderreihe (7) möge in Beispielen diese abstrahierende Aussage anschaulich machen: *Bild 3* zeigt, wie die Fließspannung als Kennwert des plastischen Formänderungswiderstandes von Reineisen mit der plastischen Dehnung  $\epsilon$  zwar verzögert, aber auf das Mehrfache der anfänglichen Fließgrenze anwächst. Wie sich mit diesem Verfestigungsvorgang bei den besonders vermerkten Verformungs-



**Bild 3** nach Keh und Weissmann  
Spannungs-Dehnungs-Funktion  $\sigma = f(\epsilon)$  von Reineisen bei  $T = 25^\circ\text{C}$

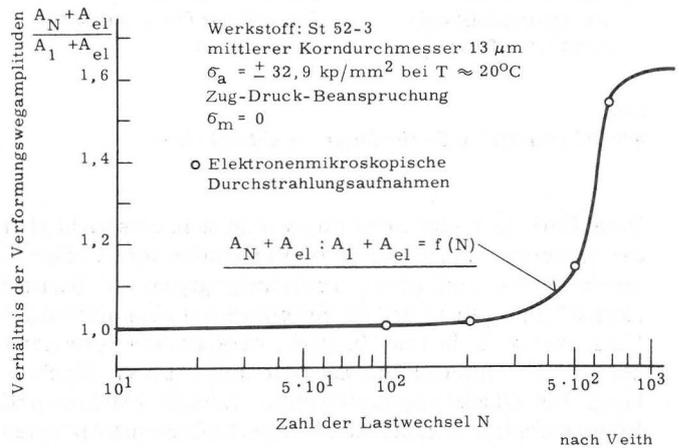


nach Keh und Weissmann

**Bild 4**  
Gefügeänderungen von plastisch verformtem Reineisen; elektronenmikroskopische Durchstrahlungsaufnahmen

stufen das mit elektronenmikroskopischen Durchstrahlungsaufnahmen abgebildete Gefüge ändert, zeigt *Bild 4*. Nach dieser Teilbildfolge nimmt zunächst mit wachsender Dehnung die Versetzungsdichte zu, und die bei 3,5 % Dehnung einsetzende Zellbildung wird bei 9 % und 20 % plastischer einsinniger Verformung immer ausgeprägter.

Ähnliche Erscheinungen konnten bei Zug-Druck-Schwingversuchen (8) beobachtet werden, die mit einem Stahl St 52-3 bei konstanter Spannungsamplitude von  $\sigma_a = \pm 32,9 \text{ kp/mm}^2$  die mit der Lastwechselzahl  $N$  sich ändernde Dehnungs- bzw. genauer Verformungswegamplitude verfolgten und die in *Bild 5* dargestellte Abhängigkeit des Verformungswegamplituden-Verhältnisses  $A_N + A_{elast} / A_1 + A_{elast}$  zeigten. Bis zu etwa 100 Lastwechseln ändert sich die Dehnungsamplitude nicht meßbar; danach steigt die Dehnungsamplitude trotz gleichbleibender Spannungsamplitude zunächst langsam und dann zunehmend beschleunigt bis zum etwa 1,6fachen des Vergleichswertes an.

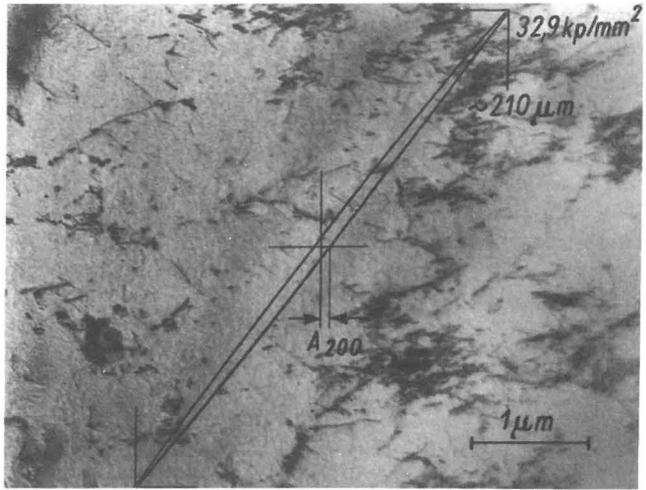


nach Veith

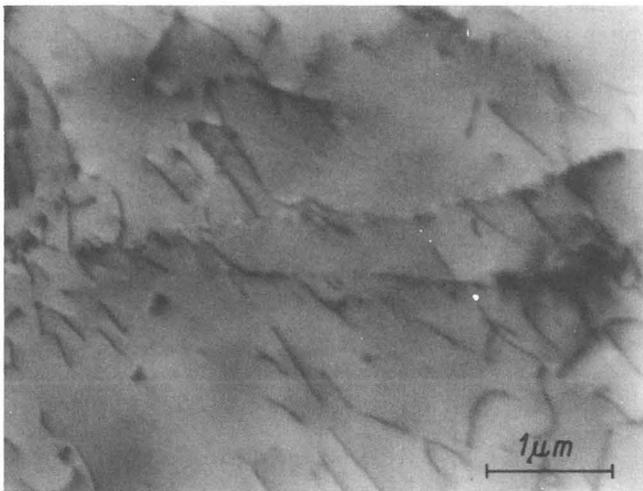
**Bild 5**  
Abhängigkeit der auf den 1. Lastwechsel bezogenen Verformungswegamplitude von der Lastwechselzahl

Daß dieser Wert dem zeitlichen und örtlichen Integral über gleichzeitig wirkende Verfestigungs- und Entfestigungsvorgänge entsprechen kann, zeigen elektronenmikroskopische Durchstrahlungsaufnahmen, die jeweils nach den besonders gekennzeichneten Lastwechselzahlen gemacht worden sind. Das in *Bild 6* wiedergegebene Ausgangsgefüge enthält eine dem normalisierten Zustande entsprechende geringe Ver-

setzungsdichte. Die vier folgenden *Bilder 7, 8, 9 und 10* sind mit ihren Versetzungsverteilungen und den eingezeichneten Spannungs-Dehnungs-Hystereseschleifen kennzeichnend für die jeweilige Beanspruchungshäufigkeit. Es ist jedoch zu beachten, daß bei einer bestimmten Lastwechselzahl  $N$  die in einem Korn in zeitlicher Folge ablaufenden Vorgänge in den verschiedenen Körnern unterschiedliche Stadien erreicht haben. Während z. B. in dem einen Korn die plastische Verformung gerade beginnt und die Versetzungsdichte vergleichsweise gering ist, haben sich in einem anderen Korn bereits Zellen gebildet. In *Bild 7* sind in einigen Körnern nach 100 Lastwechseln kleine schwarze Punkte zu erkennen, die bei kaum veränderter Versetzungsdichte und bei noch kleiner mechanischer Hysterese als Folge von Versetzungsbewegungen auf sich bildende Versetzungsringe hinweisen. Bei 200 Lastwechseln sind in *Bild 8* teppichartige oder streifenförmige Versetzungsanhäufungen entstanden, die sich mit zunehmender Lastwechselzahl nach und nach in allen Körnern bilden und eine Verbreiterung der Hystereseschleife bewirken. *Bild 9* läßt diesen Vorgang im Anfangsstadium mit einer bleibenden Wechseldehnung von

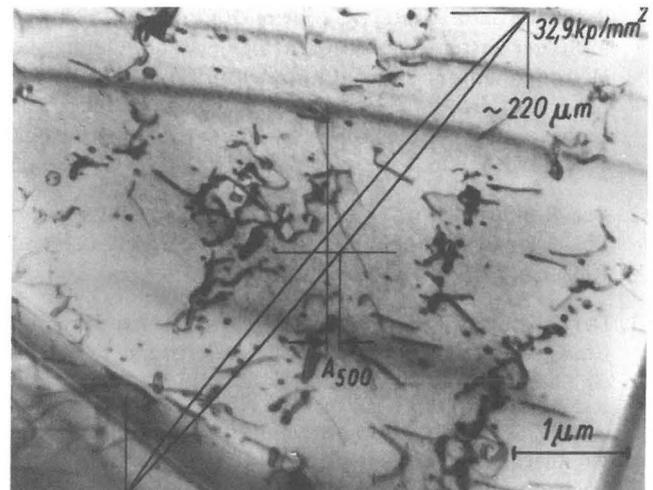


St 53-3 norm.,  $\bar{D}_K = 13 \mu\text{m}$ ,  $N=200\text{LW}$ ,  $\sigma_a = \pm 32,9 \text{ kp/mm}^2$   
*Bild 8* nach Veith  
 Mechanische Hystereseschleife und Gefüge des St 52-3 nach 200 Lastwechseln mit  $\sigma_a = \pm 32,9 \text{ kp/mm}^2$ ; elektronenmikroskopische Durchstrahlungsaufnahme



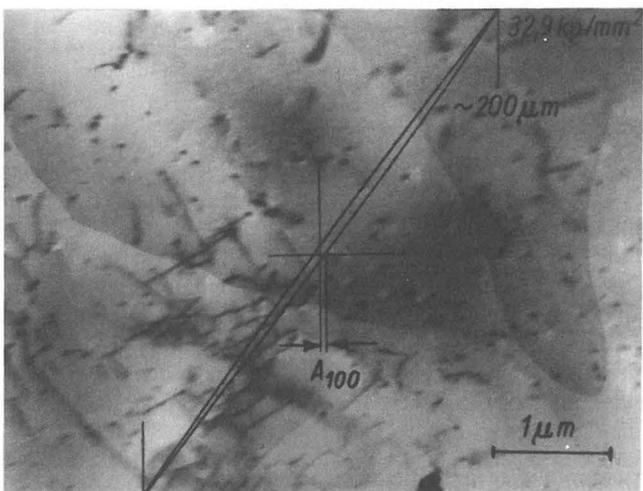
St 52-3 normalisiert  
 Korndurchmesser  $13 \mu\text{m}$   
 nach Veith

*Bild 6*  
 Gefüge des St 52-3 im normalen Ausgangszustand; elektronenmikroskopische Durchstrahlungsaufnahme



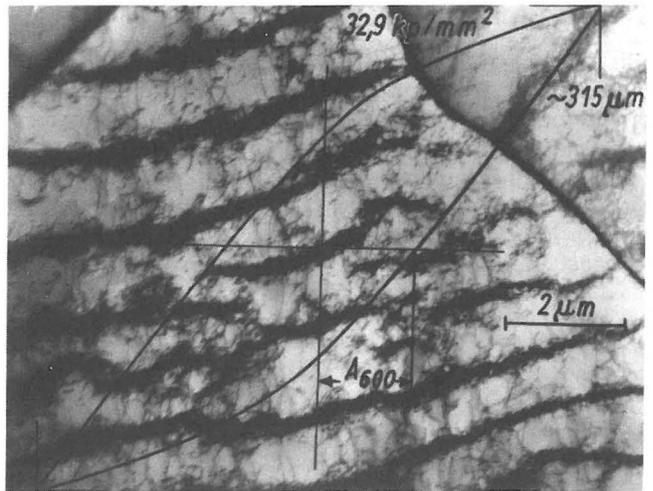
St 52-3 norm.,  $\bar{D}_K = 13 \mu\text{m}$ ,  $N=500\text{LW}$ ,  $\sigma_a = \pm 32,9 \text{ kp/mm}^2$   
 nach Veith

*Bild 9*  
 Mechanische Hystereseschleife und Gefüge des St 52-3 nach 500 Lastwechseln mit  $\sigma_a = \pm 32,9 \text{ kp/mm}^2$ ; elektronenmikroskopische Durchstrahlungsaufnahme



St 52-3 norm.,  $\bar{D}_K = 13 \mu\text{m}$ ,  $N=100\text{LW}$ ,  $\sigma_a = \pm 32,9 \text{ kp/mm}^2$   
 nach Veith

*Bild 7*  
 Mechanische Hystereseschleife und Gefüge des St 52-3 nach 100 Lastwechseln mit  $\sigma_a = \pm 32,9 \text{ kp/mm}^2$ ; elektronenmikroskopische Durchstrahlungsaufnahme



St 52-3 norm.,  $\bar{D}_K = 13 \mu\text{m}$ ,  $N=600\text{LW}$ ,  $\sigma_a = \pm 32,9 \text{ kp/mm}^2$   
 nach Veith

*Bild 10*  
 Mechanische Hystereseschleife und Gefüge des St 52-3 nach 600 Lastwechseln mit  $\sigma_a = \pm 32,9 \text{ kp/mm}^2$ ; elektronenmikroskopische Durchstrahlungsaufnahme

etwa 0,03 % erkennen. Nach 600 Lastwechseln sind, wie *Bild 10* zeigt, in fast allen Körnern zellenartige Gefüge entstanden, und die Hystereseschleife ist mit nun etwa 0,67 % bleibender Wechseldehnung sehr breit geworden.

Ob im Verlauf der Wechselbeanspruchung die Gleitvorgänge zur Rißbildung führen, entscheidet schließlich über Haltbarkeit oder Bruch. Man sieht aber auch aus den Bildern, daß Werkstoffkennwerte ohne Bezug auf das Gefüge nur begrenzte Aussagefähigkeit haben, wenn die Beanspruchung das Gefüge ändert.

### 1.23 Kennwertgliederung

Darum werden bei der Ermittlung von Kennwerten unter Beanspruchungen, die das Gefüge bleibend verändern, typische Fälle unterschieden. Eine zweckmäßige Gliederung dafür kann sein:

1. Der Kennwert ist ein Grenzwert. Beim Erreichen des Grenzwertes tritt gerade noch keine bleibende Gefügeänderung ein.

Beispiele dafür sind:  $\tau_{krit}$  beim Einkristall, Spannung nach der ersten feststellbaren bleibenden Dehnung bei Mikrodehnungsmessungen an Vielkristall-Proben. Derartige Kennwerte sind auf ein definierbares Ausgangsgefüge bezogen, und mögliche Abhängigkeiten sind hinreichend zuverlässig darstellbar.

2. Der Kennwert wird bei einer sprunghaft eintretenden Folge der Beanspruchung gemessen. Beispiele dafür sind: Reißfähigkeit  $K_{Ic}$  und Reißspannung  $\sigma_R$ .

3. Der Kennwert wird in Abhängigkeit von den durch die Beanspruchung bewirkten Gefügeänderungen z. B. über eine homologe Ersatzgröße wie die Dehnung gemessen.

Man denkt der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung eine große Aufgabe zu, analoge Gefügeparameter zerstörungsfrei zu messen und so eine direkte Zuordnung von Gefügeparametern und Werkstoffkennwerten auch in den Fällen möglich zu machen, in denen die Beanspruchung das Gefüge ändert. Aktive und passive akustische sowie elektrische und magnetische Verfahren scheinen Möglichkeiten dafür zu bieten.

Bis zur Verwirklichung dieser Möglichkeiten wird man in diesen Fällen Werkstoffkennwerte und Gefügeparameter in unterbrochenen oder abgebrochenen Versuchen mit dann möglicher Gefügeuntersuchung zuordnen, auch wenn für die weiteren Beanspruchungsstufen zusätzliche Proben gebraucht und die Streuungen der Ergebnisse trotz gleicher Proben und Prüfbedingungen größer werden. Dabei unterscheidet man mit Vorteil zwischen Beanspruchungen, die das Probenvolumen makroskopisch ganz oder nur teilweise erfassen.

Die Beanspruchung erfaßt das ganze Stoffvolumen in gleicher Weise. Beispiele dafür sind: Zugversuch  $\sigma = \sigma(\epsilon)$  oder Kriechversuch  $\epsilon = \epsilon(t)$  sofern eine Lüdersdehnung nicht auftritt.

Die Beanspruchung erfaßt vorwiegend Grenzbereiche. Beispiele dafür sind: Korrosionsuntersuchungen mit Grenzflächensystemen fest/gasförmig oder fest/flüssig; sowie tribologische Untersuchungen mit Grenzflächensystemen fest/fest oder fest/flüssig/fest.

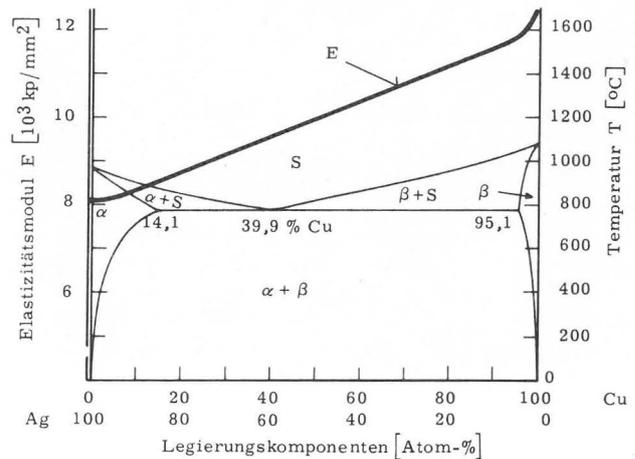
## 2. Zusammenhang zwischen Gefügemerkmalen und Werkstoffkennwerten

Es gibt praktisch keine vom Gefüge unabhängige Eigenschaft; aber der Grad dieser Abhängigkeit kann sehr unterschiedlich sein. Man unterscheidet daher sinnvoll unter Gruppen geringer oder ausgeprägter Abhängigkeit.

### 2.1 Eigenschaften, die bei gleichbleibender Struktur und konstantem Verhältnis der Phasenanteile *nicht oder nur wenig* vom Gefüge abhängen

Hierzu gehören die Kennwerte der Stoffsteife, also Elastizitätsmodul, Schubmodul und Querkontraktionszahl sowie der Kompressibilitätsmodul, dann die Dichte, Wärmekapazität, Wärmeausdehnung und Sättigungsmagnetisierung.

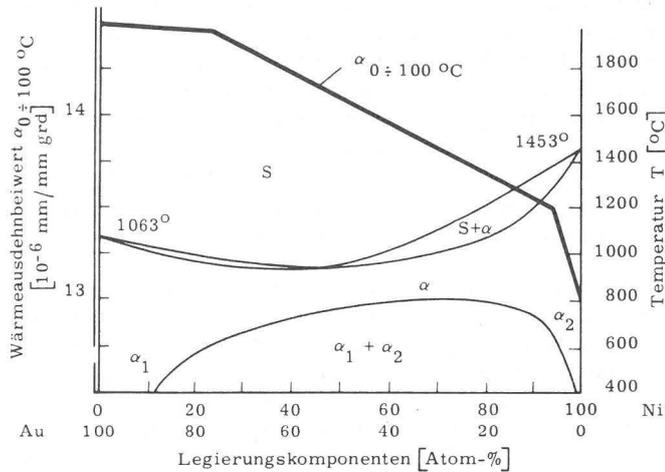
Diese Eigenschaften folgen bei Änderung der Phasenanteile von Gemengen, z. B. durch Annäherung oder Entfernung vom thermodynamischen Gleichgewicht oder durch Änderung der chemischen Zusammensetzung, in guter Näherung der Mischungsregel. Abweichungen von der Mischungsregel können bei anisotropen Eigenschaften aber infolge von Texturen und deren Änderung auftreten. *Bild 11* zeigt dies an



*Bild 11*  
Elastizitätsmodul im System Silber-Kupfer  
Gültigkeit der Mischungsregel für den heterogenen Bereich

der Abhängigkeit des bei Raumtemperatur gemessenen Elastizitätsmoduls vom Kupfergehalt im System Kupfer-Silber (9, 10). Im heterogenen  $\alpha$ - $\beta$ -Gebiet nimmt der Volumenanteil des kupferreichen  $\beta$ -Mischkristalls mit wachsendem Kupfergehalt zu, und der Elastizitätsmodul steigt, dem Hebelgesetz der Phasen entsprechend, linear mit dem  $\beta$ -Anteil an. Die Knickpunkte fallen nicht mit den Phasengrenzen bei Raumtemperatur zusammen, sondern liegen bei dieser Temperatur bereits im heterogenen Bereich. Dies wiederum zeigt, daß die Legierungen im untersuchten Zustand nicht im Gleichgewicht waren.

In *Bild 12* ist die Abhängigkeit des Wärmeausdehnungsbeiwertes von der Nickel-Konzentration im System Gold-Nickel dargestellt (10, 11). Diese Funktion folgt im heterogenen Gebiet der Mischkristalle  $\alpha_1 + \alpha_2$  bei einem linear mit dem Nickelanteil fallenden Wärmeausdehnungsbeiwert der Mischungsregel.



**Bild 12**  
Wärmeausdehnbeiwert im System Gold-Nickel  
Gültigkeit der Mischungsregel für den heterogenen Bereich

## 2.2 Eigenschaften, die mehr oder weniger stark vom Gefüge abhängen

Hierzu gehören u. a. Streck- und Dehngrenzen, Fließspannung, Verfestigung, Reißspannung, Reißzähigkeit und Versprödungsübergangstemperatur, Korrosions- und Verschleißverhalten, elektrische Leitfähigkeit, Permeabilität und Koerzitivkraft. Auch diese Eigenschaften folgen in bestimmten Fällen der Mischungsregel.

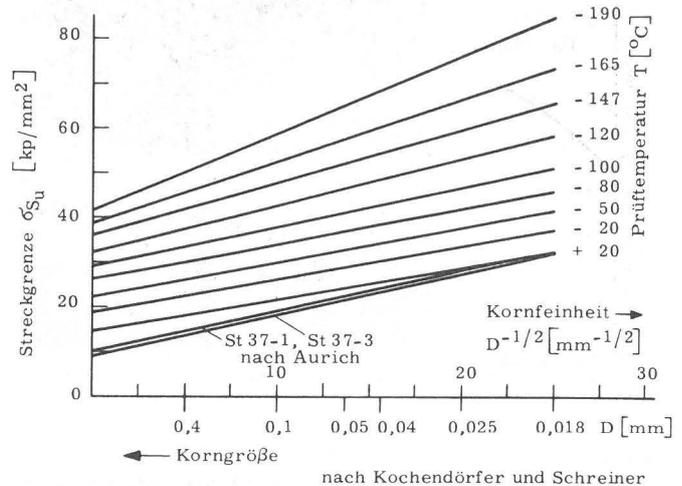
Die Eigenschaften der Stoffe hängen zwar im allgemeinen von deren chemischer Zusammensetzung und Struktur ab, jedoch kann bei dieser Gruppe von Eigenschaften und Kennwerten der Einfluß des Gefüges so dominierend sein, daß jener Einfluß völlig überdeckt wird.

## 2.3 Beispiele für den Zusammenhang zwischen Gefügemerkmalen und Werkstoffkennwerten

Dem Thema des Vortrages entsprechend seien nun einige Beispiele aus der 2. Gruppe für den mehr oder weniger ausgeprägten Zusammenhang zwischen Gefügemerkmalen und Werkstoffkennwerten erläutert. Dafür konnte bei einer solchen Darstellung aus der Vielzahl der bis jetzt entdeckten Beziehungen nur ein repräsentativer Teil ausgewählt werden. Wenn dabei die mechanischen Eigenschaften ausführlicher behandelt werden als die übrigen Eigenschaften, dann ist dies sicherlich darin begründet, daß die Metalle sich durch ihre mechanischen Eigenschaften auszeichnen und daß die meisten Anstrengungen auf deren weitere Verbesserung gerichtet wurden. Viele dieser Beziehungen wurden empirisch gefunden, ohne daß bisher die Ursachen dieser Zusammenhänge befriedigend geklärt sind. Trotzdem kann das Wissen um Tendenzen bei praktischen Entscheidungen manche Hilfe bieten und grundsätzliche Irrtümer oder unorientiertes Probieren vermeiden helfen.

### 2.31 Abhängigkeit der Streckgrenze und der Fließspannung von der Korngröße

Bild 13 zeigt für unterschiedliche Prüftemperaturen die Abhängigkeit der Streckgrenze einiger St 37-Stähle vom Kehrwert der Wurzel des mittleren Korndurchmessers (12, 13). Diese Beziehung ist mit  $\sigma_S = \sigma_1 + K_S/\sqrt{D}$  formal darstellbar und nach Hall-Petch benannt. Außer bei ferritisch-perli-



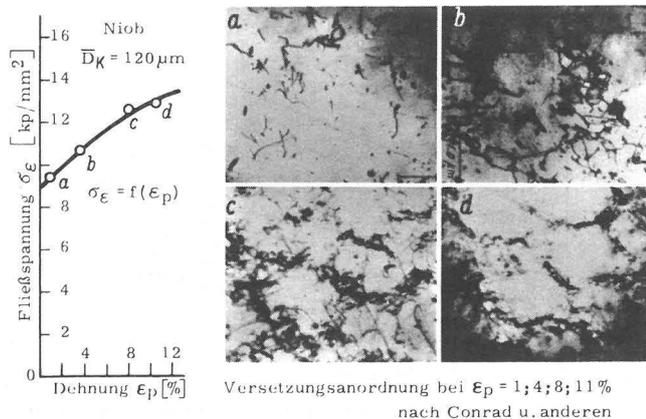
**Bild 13**  
Abhängigkeit der Streckgrenze von Stahl von der Korngröße bei verschiedenen Temperaturen

tischen Stählen findet man diesen Anstieg der Streckgrenze mit der Kornfeinheit u. a. auch bei Kupferlegierungen. Jenseits der Lüders-Dehnung und bei Metallen, die sich auch bei kleinen Dehnungen homogen verformen, also keine Lüders-Dehnung und keine ausgeprägte Streckgrenze haben, gilt die analoge Beziehung  $\sigma_e = \sigma_{ie} + K_e/\sqrt{D}$ . Der Index soll andeuten, daß sich der Gültigkeitsbereich dieser Formel auf einen großen Bereich der Dehnung mit jeweils konstanter Dehnung bezieht. Darin ist  $\sigma_1$  die für die Bewegung der Versetzungen erforderliche Mindestspannung. Sie wird auch als Reibungsspannung bezeichnet, nimmt mit wachsender Verformung, d. h. mit wachsender Versetzungsdichte zu und wird bei den einzelnen Metallen und Legierungen von der Temperatur sehr unterschiedlich beeinflusst. Die Diskussionen über diese Temperaturabhängigkeit sind noch im Gange.  $K_S$  und  $K_e$  sind Konstanten für die ausgeprägte Streckgrenze und für die nicht ausgeprägte Fließgrenze bzw. Fließspannung mit Werten von etwa 1,5 bis 5 bzw. 0,5 bis 1,5  $\text{kp}/\text{mm}^{3/2}$ . Ein großer Wert für K weist auf eine starke Abhängigkeit der Streckgrenze bzw. der Fließspannung von der Korngröße hin.

Zur Deutung des K-Wertes gibt es z. Z. etwa 12 Theorien, von denen keine völlig gesichert erscheint. Übereinstimmend nimmt man aber an, daß die Korngrößenabhängigkeit der Streckgrenze und der Fließspannung mit der Behinderung des Gleitens durch die Korngrenzen zu erklären ist. Manche Diskrepanzen in den Versuchsergebnissen mögen noch darin begründet sein, daß unterschiedliche Glühbehandlungen zur Darstellung unterschiedlicher Korngrößen auch die Dichte und die Verteilung der Versetzungen ändern. Auch andere Exponenten der Korngröße D, z. B.  $-1/3$  oder  $-1$  sind möglich.

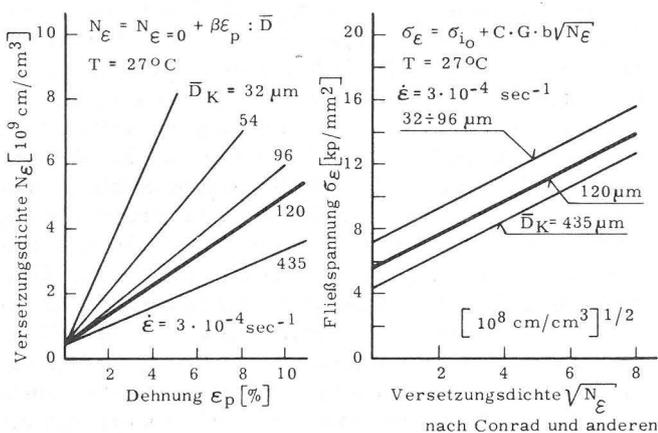
### 2.32 Abhängigkeit der Fließspannung von der Versetzungsdichte

Von großer Bedeutung ist bei vielkristallinen Werkstoffen einerseits der Zusammenhang zwischen der Fließspannung  $\sigma_e$  und der Versetzungsdichte  $N_e$  und andererseits der zwischen  $N_e$  und der plastischen Dehnung  $\epsilon$  bei gegebener Korngröße. Beispiele aus Untersuchungen an Niob mögen in den beiden nächsten Bildern 14 und 15 den entsprechenden Sachverhalt verdeutlichen (14). Bild 14 zeigt für Niob-Pro-

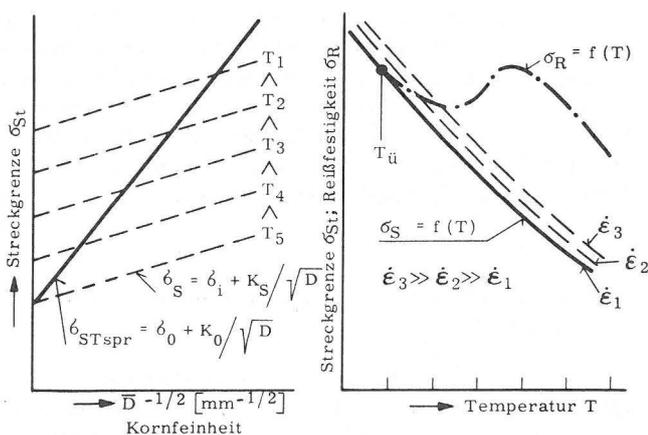


**Bild 14**  
Versetzungsanordnung in Abhängigkeit von der plastischen Dehnung  $\epsilon_p$  von Niob

ben mit einer Korngröße von  $120 \mu\text{m}$  die Spannungs-Dehnungs-Kurve und die zu den markierten Verformungsstufen gehörenden elektronenmikroskopischen Durchstrahlungsaufnahmen. Diese Darstellungen lassen erkennen, daß mit wachsender plastischer Dehnung die Versetzungen zunehmen und nach zunächst regelloser Verteilung sich dann in sogenannten Zellwänden anordnen.



**Bild 15**  
Versetzungsdichte-plastische Dehnung und Fließspannung - Versetzungsdichte in Niobfolien von  $125 \mu\text{m}$  Dicke



**Bild 16**  
Streckgrenze bei der Übergangstemperatur als Funktion der Korngröße; Streckgrenze und Reißfestigkeit als Funktion der Temperatur

Der linken Darstellung in Bild 15 ist zu entnehmen, daß für nicht sehr große Verformungen bei allen untersuchten Korngrößen  $D$  die Versetzungsdichte  $N_\epsilon$  linear mit der plastischen Dehnung  $\epsilon_p$  zunimmt. In der Gleichung  $N_\epsilon = N_{\epsilon 0} + \beta \cdot \epsilon/D$  mit  $N_{\epsilon 0}$  als Versetzungsdichte des unverformten Werkstoffs, und mit  $\beta$  als einer Konstante ist dieser Vorgang ziemlich zuverlässig erfaßt und zugleich berücksichtigt, daß bei konstantem  $\epsilon$  die Versetzungsdichte  $N_\epsilon$  umgekehrt proportional zur Korngröße  $D$  steigt.

Die rechte Darstellung in Bild 15 zeigt schließlich, daß ein linearer Zusammenhang zwischen der Fließspannung  $\sigma_\epsilon$  und dem Wurzelwert der Versetzungsdichte  $N_\epsilon$  besteht. In der diesen Zusammenhang beschreibenden Gleichung  $\sigma_\epsilon = \sigma_{i0} + AGb\sqrt{N_\epsilon}$  bedeuten  $\sigma_{i0}$  die Reibungsspannung der Versetzungen in einem Einkristall,  $A$  eine numerische Konstante (mit Werten von 0,1 bis 1,5),  $G$  den Schubmodul und  $b$  den Burgersvektor.

### 2.33 Die Cottrell-Beziehung für den zäh-spröden Übergang

In der linken schematischen Darstellung des Bildes 16 zeigen die gestrichelten Linien, wie die Streckgrenze  $\sigma_S$  eines Baustahles mit dem Wurzelkehrwert des Korndurchmessers zunimmt und daß der Startwert um so höher liegt, je tiefer die Beanspruchungstemperatur  $T$  ist. Außerdem führten Versuche über die Beziehung zwischen der Reißspannung bei der Sprödbruchtemperatur und der Korngröße zu einer Gleichung von der Form (15):

$$\sigma_{STspr} = \sigma_{RTspr} = \sigma_0 + K_0/\sqrt{D}$$

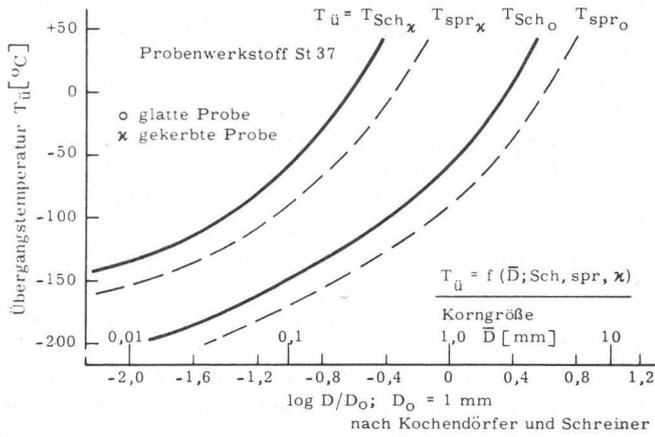
In ihr sind  $\sigma_0$  und  $K_0$  Konstanten für einen Anfangswert des Formänderungswiderstandes und vermutlich für einen Wert der effektiven Oberflächenenergie  $\gamma'$ .

Auf Grund theoretischer Überlegungen fand Cottrell für  $T = T_{spr}$  die Beziehung (16)

$$\sigma_{STspr} = \sigma_{RTspr} = 8 G \gamma' / K_{STspr} \cdot D^{1/2}$$

Darin sind  $\sigma_{STspr}$  bzw.  $\sigma_{RTspr}$  die Streckgrenze bzw. die Reißspannung bei der Sprödbruchtemperatur  $T_{spr}$ ,  $G$  der Schubmodul,  $\gamma'$  die effektive Oberflächenenergie,  $K_{STspr}$  die Konstante der Hall-Petch-Beziehung bei der Sprödbruchtemperatur und  $D$  die Korngröße. Die bisher möglichen Vergleiche mit Versuchsergebnissen haben jedoch diese Theorie von Cottrell nicht bestätigt.

Dafür zeigt die rechte Darstellung in Bild 16, wie die Streckgrenze beispielsweise eines unlegierten Baustahles mit sinkender Temperatur stetig ansteigt, während die zunächst hochliegende Reißspannung bei wachsender Kälte nach einem Maximum abfällt und sich dann mit schwächerem Anstieg der Streckgrenze nähert. In diesem zäh-spröden Übergangsbereich ist der Abfall der Reißspannung verbunden mit einem Wechsel des mikroskopischen Bruchmechanismus vom Scherbruch zum Spaltbruch. Bei der Sprödbruchtemperatur  $T_{spr}$  erreicht die Streckgrenze die Reißspannung und löst damit den Sprödbbruch beim Auftreten des ersten Lüdersbandes aus. Daher wirken sich alle Einflüsse, die die Streckgrenze und/oder die Reißspannung verändern, auch auf die Übergangs- und Sprödbruchtemperatur aus. Solche Einflüsse sind z. B. Verformungsgeschwindigkeit, Verformungsbehinderung, chemische Zusammensetzung, Werkstoffzustand und Vorgeschichte vor allem der kubisch-raumzentrierten und hexagonalen Systeme; kubisch-flächenzentrierte Metalle, wie z. B. Kupfer, Silber, Aluminium, haben diesen zäh-spröden Übergang nicht.



**Bild 17**  
Einfluß des Korndurchmessers  $D$  auf die Scher- und die Spröbruchtemperatur

Wie diese Spröbruchtemperatur bei glatten und gekerbten Proben aus St 37 von der Korngröße  $D$  oder von  $\log D/D_0$  abhängt, zeigt Bild 17 (12). Dabei liegen die Übergangstemperaturen der empfindlicheren Kerprouben um so weiter über den Werten der glatten Proben, je größer das Korn der Proben ist. Auch die Scherbruchtemperatur, bei der die Bruch einschnürung rasch zurückgeht, ist bei beiden Probenarten im Vergleich zur Spröbruchtemperatur zu höheren Werten verschoben.

### 2.34 Schwingfestigkeit in Abhängigkeit von der Korngröße

In Bild 18 zeigen die mit Stahl Ck 10 bei verschiedenen Korngrößen ermittelten Wöhlerkurven (17), daß die Zeit- und noch mehr die Dauerschwingfestigkeit glatter Proben mit der Kornfeinheit zunehmen. Dabei wird die Dauerfestigkeit der grobkörnigen Proben erst bei höherer Lastwechselzahl erreicht. In Bild 19 sind die bestimmten Bruchlastwechselzahlen entsprechenden Wechselfestigkeiten über dem Wurzelkehrwert des Korndurchmessers  $\bar{D}$  aufgetragen. Die für  $N = 10^5$ ,  $10^6$  und  $10^7$  bzw.  $10^8$  gemessenen Wechselfestigkeiten führen wieder zu einer Gleichung, die mit

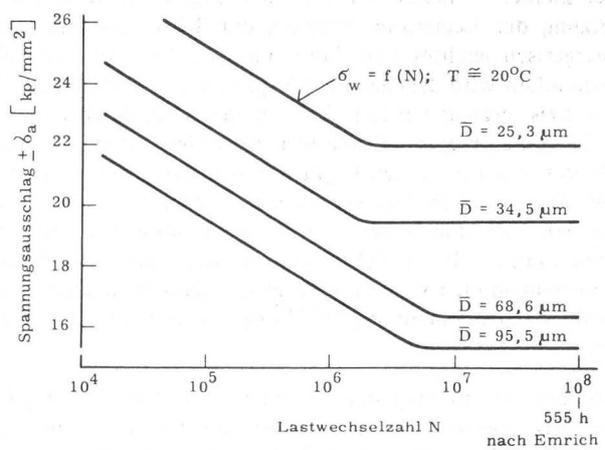
$$\sigma_{wN} = \sigma_{wN_0} + K_{wN} \sqrt{\bar{D}}$$

die Form der Hall-Petch-Beziehung hat.

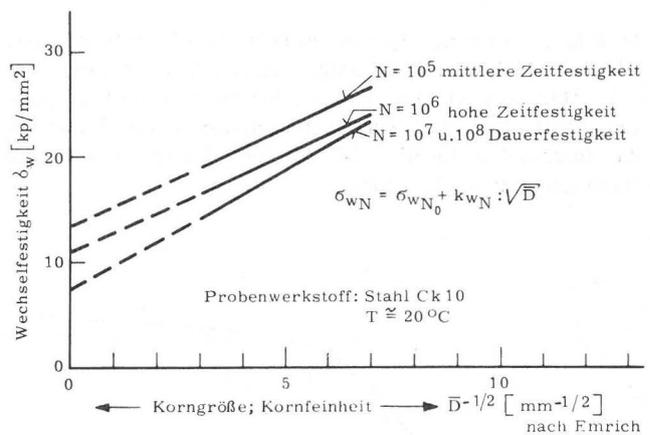
Dabei ist wohl wegen der sehr viel häufigeren Lastzyklen und der damit verbundenen größeren Zerrüttungswahrscheinlichkeit in Schwachstellenbereichen der Einfluß der Korngröße im Bereich der Dauerfestigkeit noch ausgeprägter als für den Bereich der Zeitfestigkeit. Man wird daher der Änderung der Versetzungsdichte und der Versetzungsanordnung in Abhängigkeit von der Lastwechselzahl, der Spannungsamplitude und der Beanspruchungstemperatur in Zukunft noch mehr Aufmerksamkeit widmen müssen.

### 2.35 Änderung der kritischen Schubspannung durch Teilchenhärtung

Der Formänderungswiderstand von Metallen wird durch Dispersionen erhöht. Diese stellen für die Gleitversetzungen Hindernisse dar, für deren Überwindung eine erhöhte Schubspannung erforderlich ist. Dabei werden diese Hindernisse von den Versetzungen entweder scherend geschnitten oder umgangen. Wirksam wird jeweils der Mechanismus, der die geringere Schubspannungserhöhung erfordert.

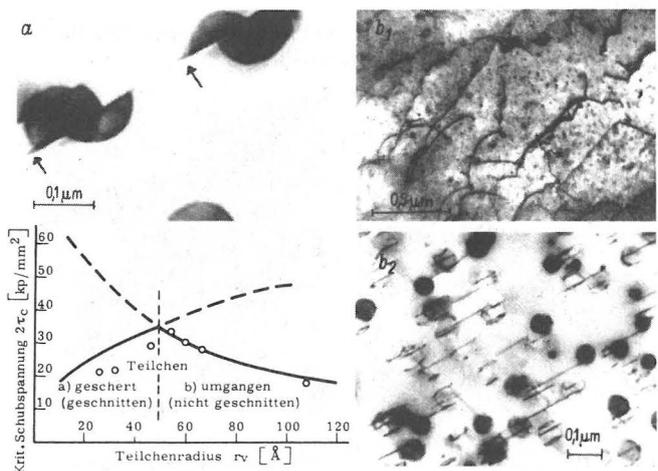


**Bild 18**  
Einfluß der Korngröße eines Stahls Ck 10 auf dessen Wechselfestigkeit



**Bild 19**  
Einfluß der Korngröße eines Stahls Ck 10 auf dessen Wechselfestigkeit bei verschiedenen Lastwechselzahlen

Beide Fälle sind in Bild 20 dargestellt, in dem die Änderung der kritischen Schubspannung mit zunehmendem Teilchenradius (18) und elektronenmikroskopische Durchstrahlungsaufnahmen von geschnittenen (a) (19) und von umgangebenen Hindernissen mit Versetzungsschleifen (b<sub>1</sub>) (20) und Versetzungsringen (b<sub>2</sub>) (18) zu sehen sind.



**Bild 20**  
Einfluß des Teilchenradius auf die kritische Schubspannung beim Scheren und beim Umgehen von Teilchen

Bei kleinen Teilchenradien ist bei konstanter Zusammensetzung der Legierung demnach der Schneidmechanismus energetisch leichter und damit möglich; bei größeren Teilchenradien wird dagegen der Umgehungsmechanismus wirksam bzw. erzwungen (21, 22). Die in der Abhängigkeitsdarstellung ausgezogene Kurve bringt dies im Rahmen der auf theoretischen Ansätzen begründeten beiden Kurven für den jeweils möglichen Mechanismus zum Ausdruck; und zwar für den Fall, daß neben dem Teilchenradius auch das Gesamtvolumen der Teilchen wächst. Bei einem konstanten Teilchenvolumen strebt die durch den Schneidmechanismus bedingte Schubspannungserhöhung einem konstanten Wert zu.

Auf eine Darstellung der für die Beschreibung der beiden Verfestigungsmechanismen von verschiedenen Autoren entwickelten Gleichungen (23 bis 26) soll an dieser Stelle verzichtet werden, zumal die Ansätze vor allem für den Schneidmechanismus nicht ganz einheitlich sind.

### 2.36 Änderung der Verfestigung durch Teilchenhärtung

In Bild 21 sind die Spannungs-Dehnungs-Funktionen von Al 99,5, AlMg5 und AlCuMg 1 vergleichsweise dargestellt (27). Man erkennt, daß Kaltaushärtung zwar die Dehngrenzen, nicht aber den Verfestigungsmodul ändert. Dabei hat die untersuchte AlCuMg 1-Probe im kaltausgehärteten Zustand schneidbare Teilchen.

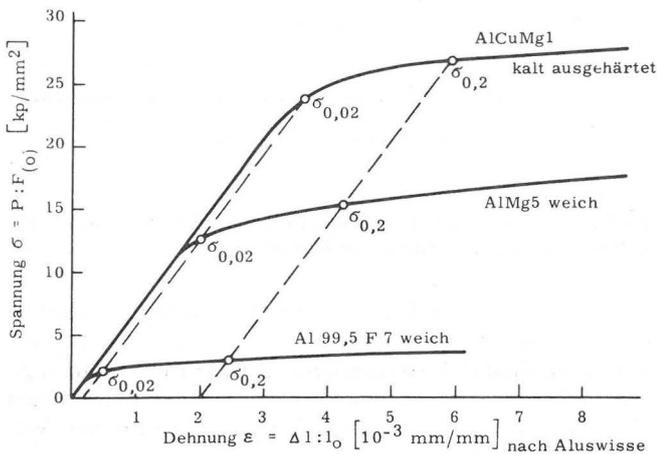


Bild 21 Spannungs-Dehnungs-Verhalten von kaltausgehärtetem AlCuMg 1 im Vergleich zu weichem Al 99,5 und AlMg 5

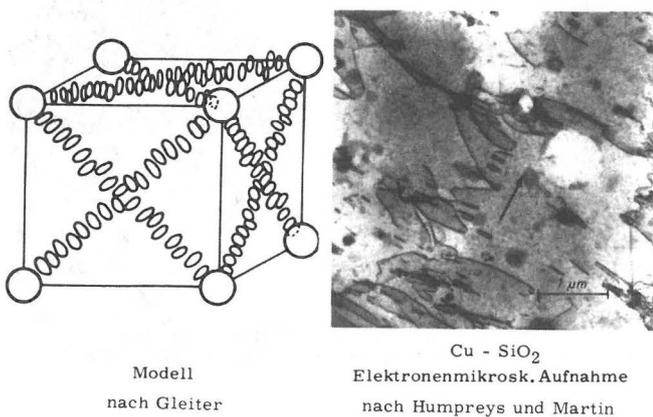


Bild 22 Prismatische Ringe, entstanden durch prismatisches Quergleiten

Im Gegensatz dazu werden die nicht schneid- oder scherbaren Teilchen durch doppeltes Quergleiten überwunden bzw. umgangen. Die das Teilchen passierenden Versetzungen hinterlassen hinter den Teilchen prismatische Ringe, die sich auf ein räumliches Netzwerk von Zylindern verteilen. Das diesem Vorgang entsprechende Modell (28) ist in Bild 22 zusammen mit einer elektronenmikroskopischen Aufnahme (29) wiedergegeben. Diese zeigt eine Reihe kleiner Ringe hinter den durch Quergleiten umgangenen Teilchen. Ein solches durch die plastische Mikroverformung entstehendes Netzwerk von Versetzungsringen führt zu einer viel stärkeren Verfestigung, als sie bei der plastischen Verformung des gleichen Werkstoffes mit schneidbaren Teilchen zu beobachten ist. Sehr deutlich kommt dies in Bild 23 zum Ausdruck, in dem die von der Dehnung abhängige Spannung als Formänderungswiderstand einer Al-3,7 % Cu-Legierung einmal mit schneidbaren und einmal mit nicht schneidbaren Teilchen vergleichend gegenüber gestellt ist (30).

### 2.37 Abhängigkeit der Brucheinschnürung vom Volumenanteil von dispersen Phasen

Sehr reine Metalle schnüren sich beim Zerreißversuch bis zu fast 100 % ein (31). Bei technischen Werkstoffen sind die im Bruchquerschnitt umfassend gemessenen Einschnürwerte aber sehr viel geringer. In Wirklichkeit erfolgen noch vielfache Teileinschnürungen im Innern des Probenvolumens. Vor allem entstehen während der plastischen Verformung dafür kennzeichnende Hohlräume in der Umgebung von dispergierten Teilchen. Bild 24 zeigt im linken Teilbild (32) eine polierte Schnittfläche durch den eingeschnürten Teil einer Zugprobe mit solchen zahlreichen nebeneinander liegenden Hohlräumen. Die Bildung eines die Querschnittfläche einschnürenden kleinen Hohlräumchen ist im rechten Teilbild zu sehen (33). Die Grundwerkstoff-Brücken zwischen diesen Hohlräumen scheren bis zum Bruch einzeln und praktisch vollständig ab. Das bedeutet, daß der Gesamtwert der Brucheinschnürung beim reinen Scherbruch immer an die 100 % heranreicht, daß aber je nach dem Gehalt an dispergierten Teilchen die Einschnürung mehr oder weniger überwiegend im Probeninnern stattfindet.

Die Abhängigkeit der logarithmischen Makrobruchverformung vom Volumenanteil  $V_f$  der 2. Phase zeigt Bild 25 für Kupfer mit verschiedenen Teilchenarten und Teilchengrößen mit Abmessungen von 1 bis 200  $\mu\text{m}$  (34, 35). Dafür folgt mit der Konstanten  $\lambda$  die logarithmische Bruchverformung der empirischen Beziehung (36)

$$\ln(F_B/F_0) = \lambda (1 - V_f)/V_f$$

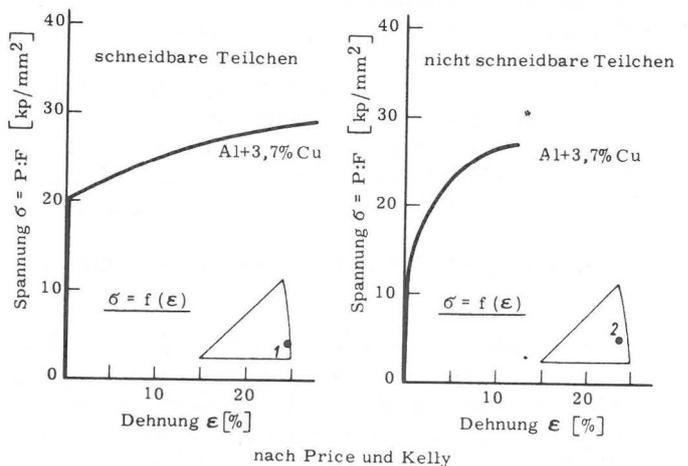
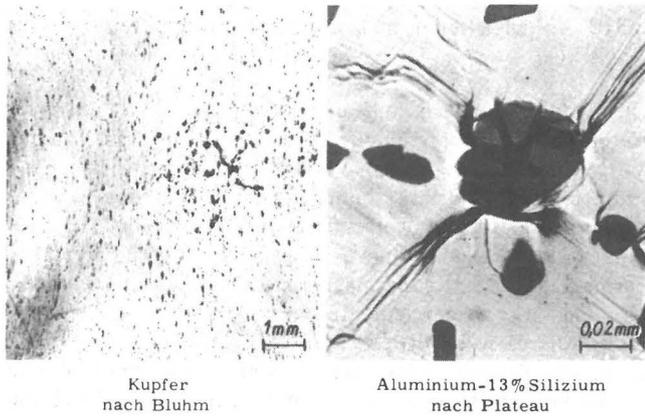


Bild 23 Spannungs-Dehnungs-Funktionen von Al-Cu-Einkristallen



**Bild 24**  
Entstehung von Mikrohöhräumen an Teilchen einer 2. Phase im Bereich des Bruchquerschnittes

### 2.38 Abhängigkeit tribologischer Kennwerte von Gefügemerkmalen

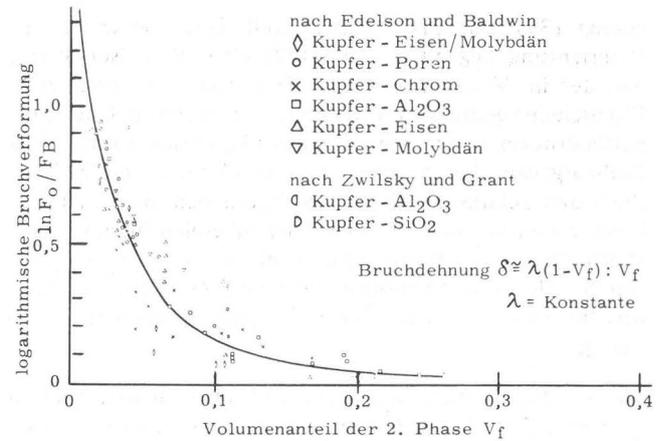
Reibungs- und Verschleißkoeffizienten beziehen sich als tribologische Kennwerte unter den durch Belastung und Bewegung bestimmten Beanspruchungen stets auf ein komplexes System, das grundsätzlich aus Grundkörper, Gegenkörper, Zwischenstoff und Umgebungsmedium besteht. Daher stellen die tribologischen Kennwerte makroskopische Mittelwerte von solchen komplexen Zuständen und Vorgängen in örtlich und zeitlich stochastisch verteilten Mikrokontakten dar.

Die für tribologische Systeme wichtigen Parameter sind nach bisherigen Erkenntnissen (37):

- die Mikromorphologie der Grenzflächen mit ihrer Auswirkung auf die jeweils wirksame wahre Kontaktfläche,
- physi- oder chemisorbierte Grenzschichten mit ihrem Einfluß auf die jeweils umgesetzte Reibenergie,
- die Gitterstruktur der Kontaktpartner als bestimmender Faktor für das Formänderungsvermögen von Grenzflächenbereichen und
- die Elektronenstruktur der Kontaktbereiche mit ihrem Einfluß auf eine Grenzflächenadhäsion.

Die Coulomb-Amonton'sche Regel mit der Aussage, daß die Gleitreibungskraft für gewisse Stoffe und unter bestimmten Bedingungen der Normal-Druckkraft proportional ist, kann als Beispiel für die Abhängigkeit tribologischer Kennwerte von Gefügemerkmalen gelten. Diese Regel ist begründet in der Annahme, daß die Reibungsvorgänge mit ihrer Wirksumme primär in Grenzflächen-Mikrokontakten erfolgen und daß die Flächensumme der Mikrokontakte etwa proportional mit der Normalkraft zunimmt.

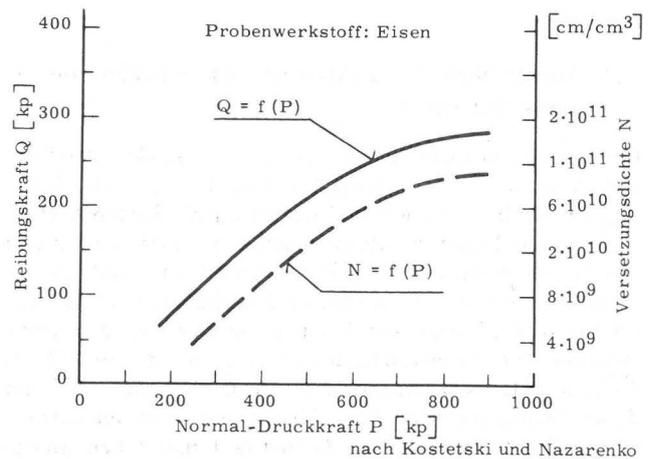
Bei neueren Untersuchungen von Gleitreibung von Reineisen wurde im Jahr 1965 versucht, die Coulomb-Amonton'sche Regel und Abweichungen davon durch einen Zusammenhang zwischen Reibkraft, Normalkraft und Versetzungsdichte in den Reibpartnern zu erklären (38). Die beiden in **Bild 26** dargestellten Abhängigkeiten zeigen, daß im Bereich kleiner Druckkräfte der erwartete Zusammenhang zwischen Reibkraft und Versetzungsdichte näherungsweise linearen Charakter hat. Mit der bei wachsender Verfe-



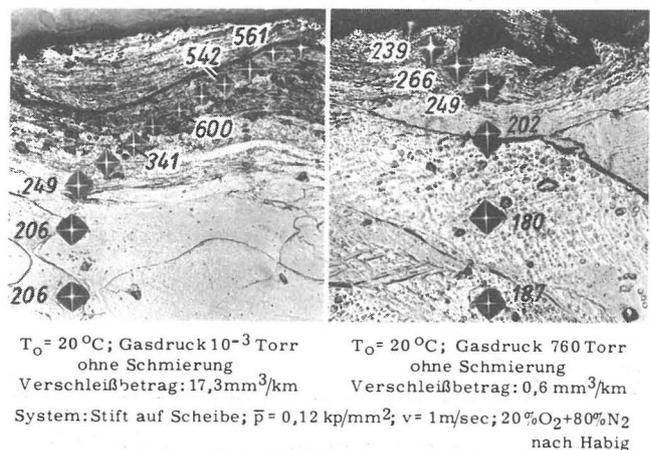
**Bild 25**  
Logarithmische Bruchverformung als Funktion des Volumenanteils der 2. Phase  $V_f$  mit Teilchengrößen der 2. Phase von 1 bis 200  $\mu\text{m}$

stigung des Eisens geringeren weiteren Zunahme der Versetzungsdichte und mit der dadurch verursachten Wachstumsbehinderung der Mikrokontaktbereiche nimmt die Reibkraft  $Q$  nun verständlicherweise mit der Normal-Druckkraft  $P$  zwar noch weiter, aber verzögert zu.

In einem weiteren Beispiel wird in **Bild 27** ein Zusammenhang zwischen dem durch die tribologische Beanspruchung veränderten Gefüge und der Größe des Verschleißbetrages



**Bild 26**  
Reibkraft und Versetzungsdichte bei der Gleitreibung von Eisen



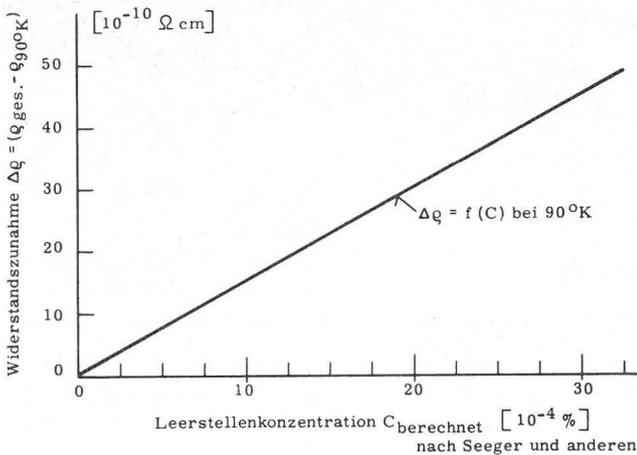
**Bild 27**  
Gefüge und Härteverlauf eines Reineisen-Stiftes nach einer tribologischen Beanspruchung bei  $10^{-3}$  und bei 760 Torr

gezeigt (39). Das *linke Teilbild* stellt einen senkrecht zur Reibrichtung liegenden Querschliff eines Reineisen-Stiftes dar, der im Vakuum von  $10^{-3}$  Torr gegen eine rotierende Eisenscheibe gedrückt wurde. Wegen des geringen Sauerstoffpartialdruckes der trockenen Restluft kann sich während des Reibvorganges keine schützende Oxidschicht bilden. Die Preß- und Schubspannungen überlagern sich mit voller Wirkung in den metallischen Oberflächenbereich hinein, verfestigen ihn, wie der Härteverlauf zeigt, sehr stark, beschleunigen bei der Dauerbeanspruchung den Zerrüttungsvorgang und führen mit  $17,3 \text{ mm}^3/\text{km}$  zu einem hohen Verschleißbetrag.

Werden die Versuche unter sonst gleichen Bedingungen in trockener Luft bei 760 Torr durchgeführt, entsteht durch die Reaktion des Eisens mit dem Sauerstoff der umgebenden Luft auf der Reibfläche eine Oxidschicht, die im oberen Teil des *rechten Teilbildes* sichtbar ist. Die durch die Gleitbewegung und die Wirkung der Normal-Druckkraft erzwungenen Scherbeanspruchungen werden in diesem Falle hauptsächlich von der Oxidschicht übernommen. Die darunter liegenden metallischen Werkstoffbereiche bleiben mechanisch und thermisch weniger beansprucht, die Verfestigung ist nach dem erkennbaren Härteverlauf weit geringer, der Zerrüttungsvorgang wird unter diesen Umständen wesentlich milder, und der Verschleißbetrag mit  $0,6 \text{ mm}^3/\text{km}$  ist nur noch etwa  $1/30$  des im Vakuum gefundenen Verschleiß-Kennwertes. Damit wird andeutungsweise offenbar, wie stark auch tribologische Kennwerte von Gefügemerkmalen abhängen können.

### 2.39 Abhängigkeit des elektrischen Widerstandes von der Leerstellendichte

Der temperaturunabhängige elektrische Restwiderstand der Metalle ist in seiner Abhängigkeit vom Gefüge in der Streuung der freibeweglichen Elektronen durch Gitterbaufehler sowie durch Legierungsatome begründet. Damit stellt dieser elektrische Restwiderstand als Kennwert ein Maß für die Konzentration der Störstellen im Metallgitter dar. Das Beispiel in *Bild 28* zeigt hierfür einen linearen Zusammenhang zwischen der Widerstandszunahme  $\Delta \rho$  von Ag 99,999 bei  $90^\circ\text{K}$  und der Konzentration der Leerstellen, die sich unter dieser Bedingung nach dem Abschrecken von verschiedenen hohen Temperaturen nicht im thermodynamischen Gleichgewicht befinden. Die Werte der Leerstellenkonzentrationen sind dabei nach Angaben von Seeger und Mitarbeitern berechnet worden (40).



**Bild 28**  
Widerstandsänderung von Silber mit dem Grad der Leerstellenübersättigung  $C$  berechnet

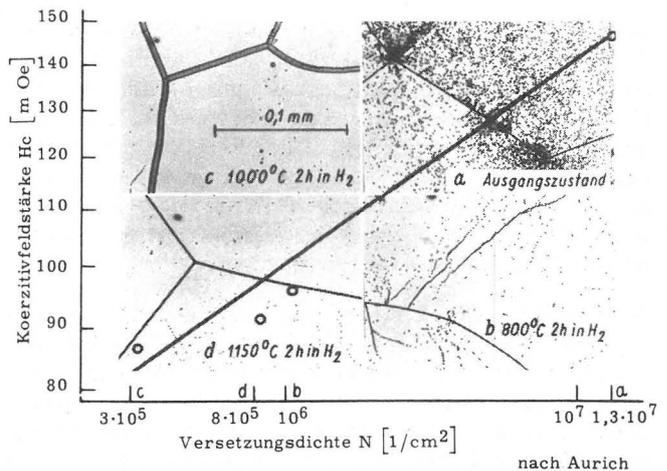
### 2.310 Abhängigkeiten magnetischer Eigenschaften vom Gefüge

Die auffälligste Eigenschaft der Ferromagnetika ist das Auftreten einer Hystereseschleife, die den nichtlinearen, von der Vorgeschichte abhängigen Verlauf der Magnetisierung als Funktion der Feldstärke kennzeichnet. Die technisch wichtigsten Werkstoffkennwerte, die sich in der Magnetisierungskurve widerspiegeln, sind Anfangspermeabilität, Maximalpermeabilität, Sättigungsmagnetisierung, Remanenz, Koerzitivfeldstärke, Energiedichte und Ummagnetisierungsverluste. Alle diese Kennwerte sind gefügeabhängig. So variiert z. B. die Koerzitivfeldstärke als stark gefügeempfindliche Größe im Bereich von 6 Zehnerpotenzen, während sich die Sättigungsmagnetisierung als wesentlich atomare Größe nur um etwa eine Zehnerpotenz verändert.

Die Koerzitivfeldstärke ist neben der Permeabilität diejenige Eigenschaft eines ferromagnetischen Materials, die man von außen am besten und am weitgehendsten beeinflussen kann. Sie kann Werte annehmen, die in dem durch folgende Beispiele abgesteckten Bereich liegen: 600 Oe für den Permanentmagneten eines Lautsprechers (Alnico V), 20000 Oe für einen speziellen Magneten mit hoher Stabilität (Fe-Pt), 0,5 Oe in einem Leistungstransformator (Si-Fe) und 0,004 Oe für einen Impulstransformator (Supermalloy) (41, 42). Diese unterschiedlichen Werte der Koerzitivfeldstärke lassen sich auf Grund der starken Gefügeabhängigkeit ferromagnetischer Parameter durch Gefügeveränderungen erzielen.

Die magnetische Hysterese hat ihren Ursprung darin, daß die Magnetisierungsvorgänge teilweise irreversibel ablaufen. Da die Ummagnetisierung bei kleinen Feldstärken im allgemeinen durch Wandbewegungen erfolgt, bestimmt die Beweglichkeit der Blochwände die Größe der Koerzitivfeldstärke. Die Koerzitivfeldstärke ist um so größer und umgekehrt die Suszeptibilität – sie kennzeichnet die Magnetisierbarkeit bzw. Beweglichkeit der Blochwände – um so kleiner, je schwerer die Blochwände verschiebbar sind, oder ganz allgemein, je schwerer die Ummagnetisierung erfolgt, ganz gleich, welcher Ummagnetisierungsmechanismus, wie Wandverschiebung oder kohärente Rotation, dabei zugrunde liegt. Ursachen für die Behinderung der Blochwandbewegung können sein:

Versetzungen, Anhäufungen von Leerstellen und anderen Punktfehlern, unmagnetische Einschlüsse, Verunreinigungen



**Bild 29**  
Einfluß der Versetzungsdichte auf die Koerzitivfeldstärke polykristalliner Siliziumeisen-Proben

gen z. B. in der Größenordnung 10 ppm, Größe und Orientierung der Kristallite, Ausscheidungen, lokale Abhängigkeit der Legierungszusammensetzung (43, 44).

Als Beispiel sei für polykristalline Eisen-Siliziumproben in Bild 29 zusammen mit kennzeichnenden Gefügebildern die Abhängigkeit der Koerzitivfeldstärke von der Versetzungsdichte gezeigt (45). Dessen Inhalt kann wie folgt gedeutet werden: Auf Grund der magnetomechanischen Wechselwirkung, also der Magnetostraktion, besitzt jede Blochwand ein Eigenspannungsfeld, das mit dem Eigenspannungsfeld der Versetzungen wechselwirkt. Diese Kraftwirkung der Spannungsfelder wirkt stets bewegungshindernd auf die Blochwand.

### 3. Beispiele praktischer Anwendung von Zusammenhängen zwischen Gefügemerkmalen und Werkstoffkennwerten

3.1 Zwei Anwendungsbeispiele für die Nutzung dieses zuletzt beschriebenen Vorganges mit gezielter Veränderung des Gefüges und gewollten magnetischen Kennwerten sind:

3.1.1 Werkstoffe mit kleiner Koerzitivfeldstärke, jedoch trotzdem möglichst großen Ummagnetisierungsverlusten finden Verwendung zur Lagestabilisierung von relativ ortsfesten Satelliten. Bewegt sich der Satellit im Erdmagnetfeld, so ändert sich die Magnetisierung der Stabilisierungsbleche. Dies führt wegen der großen Ummagnetisierungsverluste zu einer Vernichtung der die Funktionen des Satelliten störenden Bewegungsenergie.

3.1.2 Infolge magnetomechanischer Wechselwirkung ist die Dämpfung ferromagnetischer Stoffe z. T. wesentlich größer als bei nichtferromagnetischen Werkstoffen mit vergleichbaren elastischen und plastischen Eigenschaften (46). Diese Tatsache hat bei Werkstoffen für schnellperiodisch laufende Maschinenteile, wie etwa Turbinen- oder Kompressorenschaufeln, eine große technische Bedeutung erlangt. Derartige Werkstoffe müssen zur Vermeidung von Dauerbrüchen und Resonanzkatastrophen bei hoher Festigkeit und guten elastischen Eigenschaften eine hohe innere Dämpfung besitzen, wie sie unter den vorgenannten Bedingungen nur in ferromagnetischen Werkstoffen gegeben ist.

### 3.2 Einfluß der Erschmelzungsart von Stahl auf die Biege-wechselfestigkeit hochfest vergüteter Stahlproben

Wie sehr die Zeit- und Dauerschwingfestigkeit von der Erschmelzungsart des Stahles und damit von der Art, der Größe, der Form, der Dichte und der Lage nichtmetallischer, das Gefüge mitbestimmender Mikro- und Makroeinschlüsse, Gasporon und anderer Fehlstellen abhängig sein kann, zeigen die an glatten und an gekerbten Biege-wechselfestproben ermittelten Wöhlerkurven (47) in Bild 30. Aufschlußreich ist der bei den glatten und weniger reinen Proben große Einfluß der auf die Walz- oder Schmiedeverformungsrichtung bezogenen Beanspruchungsrichtung. Im besonderen beeinträchtigen Zeilenstrukturen flächiger Einschlüsse bei in der Querrichtung beanspruchten Proben hochfest vergüteter Stähle dieser Art die Zeit- und Dauerschwingfestigkeit bei höheren Lastwechselzahlen bis zu möglicherweise katastrophal niedrigen Werten, weil sie die Rißentstehung ähnlich wie geometrische Kerben außerordentlich begünstigen und

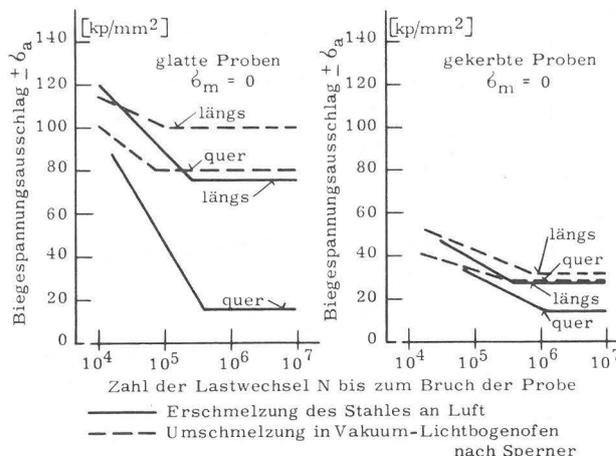


Bild 30

Einfluß der Erschmelzungsart von Stahl auf die Biege-wechselfestigkeit hochfest vergüteter Proben mit  $\sigma_B = 190$  bis  $200 \text{ kp/mm}^2$

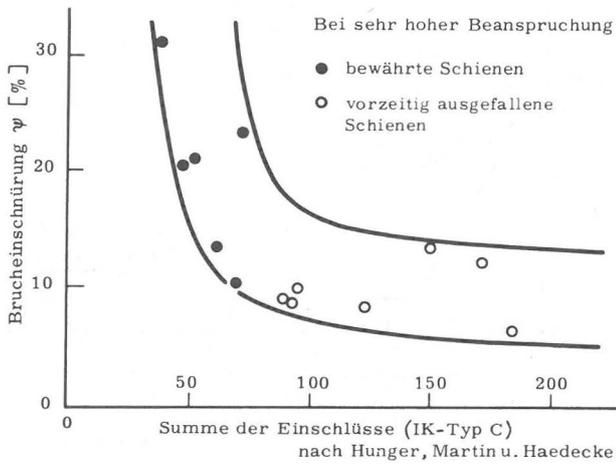
beschleunigen. Andererseits wird aus den an gekerbten Proben ermittelten Zeit- und Dauerschwingfestigkeitswerten offenbar, daß der reinere Stahl zwar vergleichsweise höhere und nur wenig streuende Dauerfestigkeitswerte liefert, daß die Dehnungs- und Spannungskonzentration im Kerbgrundbereich aber gerade die hochfest vergüteten Stähle trifft. Probleme der Art der Darstellung, der Weiterverarbeitung und der Wärmebehandlung von Stählen sind damit ebenso vorgestellt wie die der Funktionsgestalt, der Art, der Höhe und der Verteilung der Beanspruchung der daraus hergestellten Bauteile.

### 3.3 Einfluß des Anteils silikatischer Einschlüsse auf das Betriebsverhalten und auf die Brucheinschnürung von Eisenbahnschienen

Untersuchungen von Schienen des Typs S 64 aus Manganstahl sollten die unterschiedliche Bewährung von Schienen scheinbar gleicher Qualität in schwerem Braunkohlen-Fahrbetrieb erfassen und möglichst auch deren Ursache aufklären (48). Die vorzeitig ausgefallenen Schienen erbrachten bis zum Auftreten erheblicher Schäden in Form von schwarzen Flecken, Ausbrüchen und Girlandenbildung nur 1/5 der Transportleistung der besseren Schienengruppe.

Eine vergleichende metallographische Untersuchung ergab folgendes:

- Die Bewährungsunterschiede traten allein oder vorwiegend bei den besonders hochbeanspruchten Kurvenaußenschienen auf,
- bei beiden Schienengruppen waren die Einschlüsse relativ gering,
- die im Betrieb bewährten Schienen waren nicht nur vergleichsweise reiner, sondern deren Einschlüsse waren auch überwiegend kurz und feinfädig oder kurz und gedungen, also für die oft wiederholte Preßsicherung beim behinderten Überrollen weniger gefährlich,
- im Gegensatz dazu enthielten die vorzeitig ausgefallenen Schienen im Mittel nicht nur etwa die doppelte Zahl von Einschlüssen, sondern sie waren vorzugsweise fadenförmig, langgestreckt und häufig in engen Parallelreihen angeordnet, also von ungünstiger Form und Dichteverteilung.

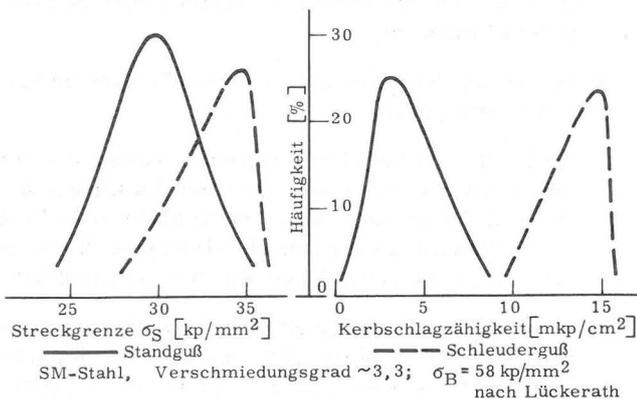


**Bild 31**  
Einfluß des Anteils silikatischer Einschlüsse auf die Bruch einschnürung und auf das Betriebsverhalten von Eisenbahnschienen

Ergänzende Zerreißversuche mit senkrecht zur Schienenlaufläche entnommenen Proben zeigten nach Bild 31 außerdem eine ausgeprägte Abhängigkeit der Bruch einschnürung  $\psi$  von der Anteilssumme der silikatischen Einschlüsse. Mit der eindeutigen Gruppierung der bewährten und der vorzeitig ausgefallenen Schienen ist ein zusätzlicher, aber nach allem bisher Gesagten verständlicher, etwa umgekehrter proportionaler Zusammenhang zwischen einem Gefügemerkmal und einem technologischen Werkstoffkennwert festgestellt worden.

### 3.4 Einfluß der Gießbedingungen auf die Häufigkeitsverteilung von Streckgrenzen- und Kerbschlagzähigkeitswerten von Stahl

Bei einem noch mäßigen Verschmiedungsgrad einer etwa 3,3fachen Querschnittsverformung wirken sich nach den Bild 32 für die Streckgrenze und die Kerbschlagzähigkeit wiedergegebenen Häufigkeitskurven die verschiedenen Gieß- und Erstarrungsbedingungen im Standgußblock und im Schleudergußblock bei fast unbeeinflusster Zugfestigkeit sehr unterschiedlich auf die Werte der Streckgrenze und vor allem der Kerbschlagzähigkeit aus (49). Die im Schleudergußblock eher vermeidbaren Mikro- und Makroporen, Risse, Seigerungen und ungünstigen Formen nichtmetallischer Einschlüsse bestimmen dessen bessere Gefügemerkmale. Diese heben die Streckgrenze und im besonderen die Reißspan-

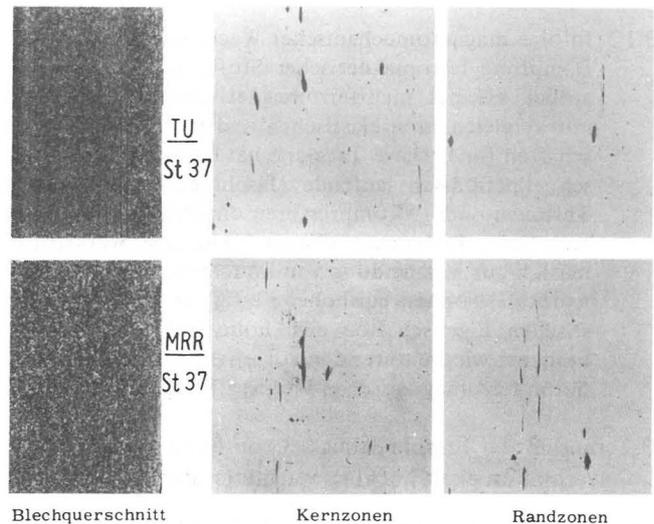


**Bild 32**  
Verteilung der Streckgrenzen- und Kerbschlagzähigkeitswerte von SM-Stahlproben aus Stand- und Schleudergußblöcken

nung an und sichern damit bei zugleich geringerer Streuung der Einzelwerte die hohe Kerbschlagzähigkeit als integralem Werkstoffkennwert für hohen Formänderungswiderstand und zugleich großes Formänderungsvermögen.

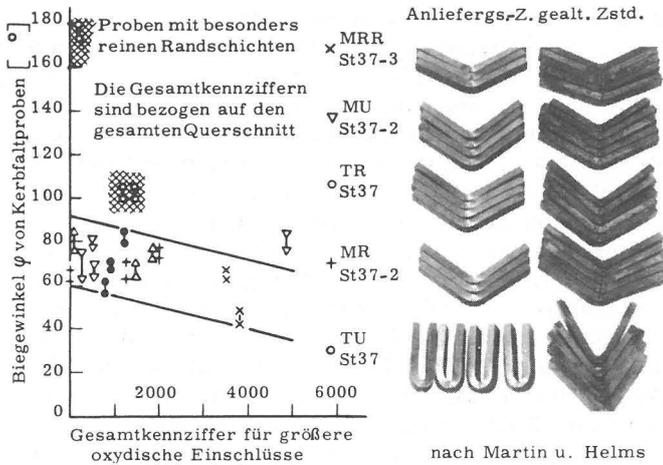
### 3.5 Abhängigkeit der Biegegrenzformänderung unterschiedlicher Stähle von den nichtmetallischen Einschlüssen

Eine vergleichende Untersuchung von Blechen aus dem Bau Stahl St 37 hatte den Einfluß verschiedener Herstellungsverfahren auf deren Verarbeitbarkeit und die Sprödbrechempfindlichkeit aufzuzeigen, um mit dieser Kenntnis über das technologische Verhalten der Bleche werkstoffwirtschaftliche Entscheidungen treffen zu können (50). Zum Vergleich standen gleichartige Bleche aus beruhigtem und unberuhigtem Martin Stahl und beruhigtem und unberuhigtem Thomas Stahl zur Verfügung. Als Kennwert für das Biegegrenzformänderungsvermögen wurde der in Kerbfaltversuchen mit Querproben ermittelte Biege-Anrißwinkel  $\varphi$  gewählt. In Bild 33 ist die Grobgefügeausbildung des TU St 37 der des MRR St 37 mit deren das Verhalten dieser Stähle bestimmenden Gefügemerkmalen gegenübergestellt. Während in den beruhigten Stählen die Einschlüsse und auch der Kohlenstoffgehalt ziemlich gleichmäßig über den ganzen Querschnitt verteilt sind, hat der unberuhigte Thomas Stahl in den Randbereichen der Bleche sogenannte Speckschichten. Im vorliegenden Falle zeigen diese ferritischen Schichten eine außerordentlich geringe Anzahl nichtmetallischer Einschlüsse. Damit weisen gerade die beim Biegen am meisten beanspruchten Randzonen die besten Voraussetzungen für ein großes Formänderungsvermögen auf.



**Bild 33**  
Seigerungen und Verteilung nichtmetallischer Einschlüsse in Blechen TU St 37 und MRR St 37

Die zusammenfassende Darstellung in Bild 34 läßt mit der Abhängigkeit des Biegewinkels  $\varphi$  der Kerbfaltproben von der Gesamtkennziffer für größere oxidische Einschlüsse diese Zusammenhänge und auch die auffallenden Ausnahmen der TU St 37-Proben erkennen. Die zum Vergleich mit abgebildeten geprüften Kerbfaltproben zeigen anschaulich den im Diagramm dargestellten Sachverhalt. Zur Vollständigkeit dieser Aussage gehört aber noch die allgemein wichtige Feststellung, daß andererseits die beruhigten Stähle die günstigste Alterungsbeständigkeit und damit auch die geringste



**Bild 34**  
 Abhängigkeit des Biege winkels von Kerbfaltproben von der Häufigkeit nichtmetallischer Einschlüsse

Spröbruchempfindlichkeit aufweisen. Gerade dies macht diese Stähle anwendungssicher und bestätigt zugleich den Nutzen grundsätzlicher Erkenntnisse auch für den Bereich der Massenstähle.

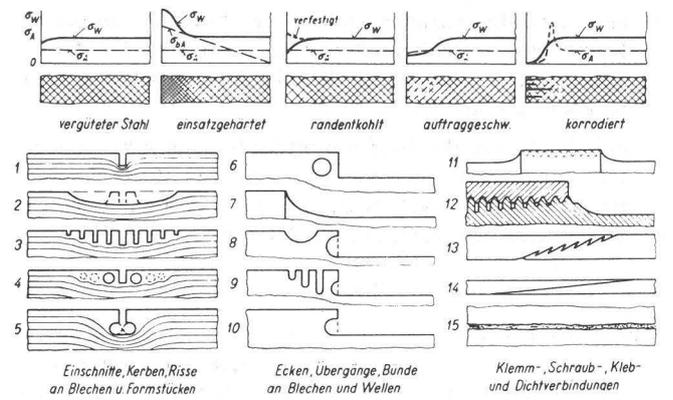
#### 4. Vom Zusammenwirken werkstoffkundlicher, konstruktivgestaltender und versuchstechnischer Überlegungen

Unter allen mechanischen Beanspruchungen deckt keine die Fehler und Mängel von Werkstoffen und Konstruktionen so schonungslos auf wie die oftmals wiederholte Wechselverformung. Roč und Eichinger haben daher die Schwingbeanspruchung sogar für die systematische Suche solcher Schwachstellen in konkreten Bauteilen empfohlen. Gleiches gilt, wie die geschilderten Beispiele zeigen, für Zusammenhänge zwischen Gefügemerkmalen und mechanischen Werkstoffkennwerten und deren Wirkung in Konstruktionen sowie für Überlegungen zur experimentellen Untersuchung solch komplexer Probleme. An Hand der in Bild 35 zusammengefaßten Darstellungen seien dazu noch einige Hinweise gegeben.

##### 4.1 Zum Verhalten bei Schwingbeanspruchung

Die Zeit- und Dauerschwingfestigkeit ist um so höher, je größer die Dehngrenzen und die Zugfestigkeit und die Härte als Kennwerte des mittleren Formänderungswiderstandes bei ein- und bei mehrachsiger Beanspruchung sind. Jedoch ist zu beachten, daß im besonderen Stähle um so empfindlicher gegen Fehlstellen im Werkstoff und Unebenheiten der Oberfläche der Teile oder Proben sind, je härter sie vergütet sind. Bei nicht vermeidbaren metallurgischen, Bearbeitungs- oder Konstruktions- oder auch Korrosionskerben können Stähle größerer Schmeidigkeit mit hohem Verfestigungsvormögen und geringeren elektrochemischen Potentialdifferenzen auf die Dauer sicherer sein als Stähle in sehr hartem Zustand, die ohne Druckvorspannung im besonders gefährdeten Oberflächenbereich schwingend beansprucht werden.

Für einige typische Behandlungszustände sind in der oberen Bildreihe des Bildes 35 Beispiele angedeutet. So hat ein zäh vergüteter Stahl in glatter Probe bei einer bestimmten Schwingamplitude  $\sigma_A$  eine dem Stahl und der Probe entsprechende, im Oberflächenbereich etwas abfallende Zeit- und Dauerfestigkeit  $\sigma_W$ . Ist ein solcher Werkstoff in einem tiefer reichenden Oberflächenbereich z. B. durch Aufkohlen, Nitrieren oder Borieren gehärtet, so wird dort mit dem ho-



$$\sigma, \varphi = f \left[ (W_{ZSV}); (\sigma_{\alpha} \sigma \sigma^*); (\varphi_{\alpha} \varphi \varphi^*); (T_{Cq} \lambda \alpha); (O_{okm}); (M_{CS}); (P_{FGB}) \right]$$

**Bild 35**  
 Werkstoff- und Gestalt-Kriterien für das Festigkeitsverhalten; Merkmalfür methodische Untersuchungen und Parameterwahl

hen Formänderungswiderstand die Zeit- und Dauerfestigkeit entsprechend gesteigert und wegen der allseitig wirkenden Druckvorspannung in diesem so behandelten Bereich zugleich weniger kerb- und korrosionsempfindlich. Umgekehrt wirkt eine Randentkohlung; sie erhöht mit der Minderung des Formänderungswiderstandes die Gefahr des Zerrüttungsbruches. Man kann ihr aber durch Kaltverfestigung dieses dann auch mit einer Druckvorspannung zusätzlich geschützten Oberflächenbereichs entgegenwirken.

Bei auftragsgeschweißten Oberflächenbereichen oder bei Flickschweißungen können die Verhältnisse besonders schwierig werden, wenn das unter allseitiger Behinderung schrumpfende Schweißgut in seinem Gefüge sowohl vorgeschädigt als auch durch allseitige Zugspannungen bereits vorbeansprucht ist. In ähnlichem Maße wirken Korrosionsangriffe, die mit lokaler Zerstörung des Kristallhaufwerks bei zusätzlicher Kerb- und Vorspannbeanspruchung die Zeit- und Dauerfestigkeit ständig beeinträchtigen und oft unaufhaltsam absinken lassen, wenn es nicht gelingt, wenigstens die besonders gefährdeten Bereiche einer Konstruktion vor diesem, durch die mechanische Anstrengung noch geförderten chemischen Angriff zu schützen.

##### 4.2 Die Stetigkeit der Form, des Werkstoffzustandes und der Beanspruchung als zusätzliche Hilfen

Beispiele konstruktiv bedingter Unstetigkeiten der Teileform in der unteren Bildgruppe des Bildes 35 mögen andeuten, daß für ein gutes Festigkeitsverhalten bei elastischer oder erzwungener plastischer Beanspruchung von Konstruktions- oder Bauteilen und praktisch für alle Werkstoffe folgende Regeln gelten:

1. eine stetige Begrenzungsform der Bauteile ohne Steifigkeitssprünge und mit glatter Oberfläche wenigstens an den gefährdeten und das Festigkeitsverhalten der Konstruktion entscheidenden Stellen,
2. eine räumlich und zeitlich ausreichend stetige Verteilung von inneren Verspann- und äußeren Wirkkräften,
3. eine möglichst zweckmäßige Wahl der Werkstoffe und stetige Verteilung der geeigneten Werkstoffzustände mit der Möglichkeit der Kombination einzelner besonders hochgezüchteter Eigenschaften z. B. auch im Verbundwerkstoff und in der Verbundkonstruktion,

4. eine erhöhte Aufmerksamkeit bei hochbeanspruchten Konstruktionen mit großen Abmessungen und Zugtragquerschnitten, deren Aufteilung in Teilquerschnitte nicht möglich ist und
5. eine Milderung der Verformungsbedingungen bei gewollten, unvermeidbaren oder befürchteten Zwangsverformungen durch angehobene Temperaturen und mäßige Beanspruchungs- bzw. Formänderungsgeschwindigkeit.

#### 4.3 Versuchstechnische Überlegungen

Unvermeidlich hängen die Ergebnisse solcher Überlegungen und Untersuchungen ab von der Fragestellung selbst, von der möglichen Abgrenzung der Variablen, von der Einschätzung und Sicherung der Parameter und von deren Messung als doch mitgenommene Veränderliche. Eine solche symbolische Funktion, wie sie z. B. in der unteren Zeile in *Bild 35* dargestellt ist, kann auf solche Zusammenhänge aufmerksam machen. Mit dem Charakter einer Merk- oder gar Leitformel erleichtert sie die Definition eines Problems, dessen Einordnung in größere Zusammenhänge, die kritische und planende Vorbereitung von aufeinander abgestimmten Untersuchungen, die Einteilung in geordnete Zeitabschnitte und auch die Wahl der für das Experiment erforderlichen Stoffe und Geräte zur verlässlichen Kennzeichnung des Festigkeitsverhaltens und des Formänderungsvermögens von Werkstoffen und darauf einwirkender Einflüsse.

Im Vordergrund solcher Überlegungen steht die sorgfältige, ausreichende und – wenn irgend möglich – auch umfassende Beschreibung der grundsätzlichen Eigenschaften des Werkstoffs  $W$ , also seiner chemischen Zusammensetzung  $Z$ , seines Gefüges  $S$  und – soweit erfaß- und darstellbar – auch seiner Vorgeschichte  $V$ . Die Fragestellung nach der mechanischen Beanspruchung ist bestimmt durch die festzustellende oder gewollte mechanische Anstrengung  $\sigma$  und durch die damit verbundene bezogene Formänderung  $\varphi$ . Beide sind wiederum beeinflusst durch die räumliche Verteilung  $\alpha$ , die räumliche Wirkung  $\sigma^*$ ,  $\varphi^*$  und den zeitlichen Verlauf  $\dot{\sigma}$ ,  $\dot{\varphi}$  der voneinander abhängigen Spannungen und Formänderungen. Dabei erfordert große Aufmerksamkeit die Temperatur  $T$  der zu untersuchenden Probe. Die willkürlich oder durch Energiebilanzen in ihr bestimmte Temperaturverteilung hängt vorzüglich ab von der Wärmekapazität  $c$ , den zugeführten oder entnommenen Wärmemengen  $q$ , der Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  und dem Wärmeausdehnungswert  $a$  der Probe, auch der mit ihr gekoppelten Teile, für die Art und den Zustand des Stoffes und bei der betreffenden Temperatur. Von ähnlicher Bedeutung für das Festigkeitsverhalten der Probe können sein deren Oberfläche  $O$ , die im Grenzfall im Vakuum  $o$  hergestellt, bearbeitet und geprüft wird, eine Oxydation oder Korrosion  $k$  erleidet oder einem – gleichbleibenden oder veränderlichen – einwirkenden chemischen Einfluß  $m$  ausgesetzt sein kann. Vorzuziehen ist die willentliche Darstellung und Überwachung dieses Mediumparameters  $M$  mit seiner spezifischen chemischen Wirkung  $c$  und der weitreichenden Kenntnis möglichst vieler wichtiger Einflüsse dieser Art  $\Sigma$ . Alle diese Überlegungen und Bedingungen beeinflussen auch die Entscheidung über die Probenart  $P$ , deren Form  $F$ , Größe  $G$  und Bearbeitung bzw. Behandlung  $B$ . Sie sind abhängig von der Problemstellung, dem notwendigen und möglichen Aufwand, von der Leistung der Prüf- und Meßeinrichtungen, der brauchbaren Stoffmenge oder verfügbaren Probenzahl, der möglichen Untersuchungsdauer und nicht selten auch vom psychologischen Überzeugungswert der gesuchten, vermuteten, angestrebten und deutbaren Ergebnisse.

Bei allem sollte man die Kennwerte für den elastischen und die für den überelastischen Beanspruchungsbereich vorzüglich und in gleicher Weise vor Augen haben. In jedem mechanischen Beanspruchungsvorgang sind mindestens partiell und an unzähligen Stellen im Werkstoffvolumen sowohl elastische als auch plastische Formänderungen wirksam. Mit der vollständigen Angabe ihrer Dimensionen wird der Überblick auch für die Wahl der Probe und der Prüf- und Meßeinrichtung erleichtert. Formänderungs- und Trennwiderstand bestimmen *und* begrenzen die Tragfähigkeit vor allem steifer Konstruktionen. Das Formänderungsvermögen braucht man oft genug als sichernde Hilfe. Dem Kundigen ermöglicht sie die Steigerung der Tragfähigkeit der Bauteile bei ruhender, zügiger, oftmals wiederholter, schwingender und auch bei stoßweiser Beanspruchung. In allen Fällen sind der dabei verzehrte Arbeitsverbrauch und die Dämpfung von ebenso großer Bedeutung wie die Kennwerte für den Formänderungswiderstand und für das Formänderungsvermögen. Ihre Relationen und deren Abhängigkeit von den in der Merkformel angedeuteten Einflüssen bestimmen weitgehend auch das zähe oder spröde Verhalten bei erzwungener überelastischer Formänderung oder die Unempfindlichkeit bzw. Zerrüttungsempfindlichkeit bei oftmals wiederholten und gelegentlich auch hohen Beanspruchungen.

Aus all diesen Gründen sind die Problemstellung, die Untersuchungstechnik, die grundsätzliche Auswertung von Experiment und Erfahrung und die praktische Nutzung der so gewonnenen Erkenntnisse auch im Hinblick auf den Zusammenhang zwischen Gefügemerkmalen und Werkstoffkennwerten als *eine* Denk- und Handlungseinheit aufzufassen.

#### 5. Zusammenfassung

Eine zuverlässige Feststellung von Zusammenhängen zwischen Gefügemerkmalen und Werkstoffkennwerten setzt eindeutige Definitionen voraus. Nur eine logisch begründete und konsequent angewandte Trennung der von den Gefügemerkmalen abhängigen Werkstoffkennwerte läßt sichere Unterscheidungen von mehr oder weniger ausgeprägten Einflüssen zu.

Versteht man unter Gefüge konkret die Größe, Form und Anordnung z. B. der Kristallite eines homogenen Systems oder der verschiedenen Phasen eines heterogenen Systems, dann bilden in der abstrahierenden Aussage Hornbogen's Gefüge alle Gitterbaufehler, die nicht im thermodynamischen Gleichgewicht sind. Danach sind ursprüngliche Gefügemerkmale: Korn-, Subkorn- und Zwillingsgrenzen, Phasengrenzen, Zwischengitteratome, substituierte Fremdatome und Ausscheidungen, Versetzungen, Leerstellen und verdünnte Zonen. Für praktisch verwendete Werkstoffe sind als größere Gefügemerkmale noch einzubeziehen Einschlüsse, Mikrorisse, Poren und Lunker und schließlich noch die durch chemische Einwirkungen in den Oberflächenbereichen verursachten Störungen.

Physikalische, mechanische und technologische Kennwerte sind begründet im Kern und Elektronenschalenaufbau, im Atomgewicht und in der chemischen Wertigkeit der den jeweiligen Werkstoff bildenden Elemente. Von Gefügemerkmalen stark abhängige physikalische Werkstoffkennwerte sind z. B. solche optischer, elektronischer, magnetischer und thermischer Art. Von den mechanischen Kennwerten werden durch Gefügemerkmale die elastische Stoffsteife und die Querdehnzahl relativ wenig, aber mit großer Folgewirkung auf die technologischen Werkstoffkennwerte, wie Ela-

stizitäts- und Dehngrenzen, Modul und Grad der Verfestigung, Formänderungs-, Zerrüttungs- und Reißwiderstand und damit auch das Grenzformänderungsvermögen bei einmaliger oder oftmals wiederholter Beanspruchung beeinflusst.

Die bei tribologischen Untersuchungen festgestellten Abhängigkeiten der Adhäsions- und Rollreibungskoeffizienten von der durch die Elektronenstruktur bestimmten Stellung der Metalle im periodischen System und des Gleitreibungskoeffizienten von der Gitterstruktur und Oxidbelegung kann Hinweise für weitere Überlegungen bieten.

Das Zusammenwirken werkstoffkundlicher, konstruktiv gestaltender und versuchstechnischer Überlegungen weitet die praktischen Grenzen, indem Vorteile von sich gegenseitig unterstützenden Einzelmaßnahmen zusammengefaßt, nachteilige Nebenwirkungen einseitig hochgezüchteter Eigenschaften vermieden oder ausgeglichen und in der Summe der Einzelwirkungen das sonst nicht Mögliche auch noch wirtschaftlich darstellbar wird.

## 6. Literatur

- 1) Vogel R.:  
Die heterogenen Gleichgewichte.  
Akad. Verlagsgesellschaft Geest & Portig, Leipzig (1959).
- 2) Hornbogen, E.:  
Über die Begriffe „Gefüge“ und „Phase“.  
Prakt. Metallographie 7 (1970), Nr. 2, S. 51/59.
- 3) Hornbogen, E. u. G. Petzow:  
Metallographie (Übersicht über den Stand des Gebietes).  
Z. Metallkunde 61 (1970), H. 2, S. 81/94.
- 4) Gibbs, J. W.:  
The Scientific Papers of J. Willard Gibbs.  
Dover Publications Inc. (1961) (republication of 1st edn. by Longmans, Green & Co., 1906).
- 5) Vogel, R.:  
Die heterogenen Gleichgewichte.  
Akademische Verlagsgesellschaft mbH, Leipzig (1937).
- 6) Wassermann, G. u. J. Green:  
Texturen metallischer Werkstoffe.  
Springer, Berlin, Göttingen, Heidelberg (1962), 2. Aufl.
- 7) Keh, A. S. u. S. Weissmann:  
Deformation Substructure in Body-Centered Cubic Metals.  
In: Electron Microscopy and Strength of Metals.  
Hrsg.: G. Thomas u. J. Washburn. Interscience Publishers, New York, London (1963).
- 8) Veith, H.:  
Zum Spannungs-Dehnungs-Verhalten von Baustählen bei Wechselbeanspruchung.  
Vom Fachbereich „Werkstoffwissenschaften“ der TU Berlin genehmigte Dissertationsschrift, D 83 (1972).
- 9) Köster, W. u. W. Rauscher:  
Beziehungen zwischen dem Elastizitätsmodul von Zweistofflegierungen.  
Z. Metallkunde 39 (1948), S. 111/20.
- 10) Hansen, M.:  
Constitution of Binary Alloys.  
2. Aufl., McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, Toronto, London (1958).
- 11) Loebich, O.:  
Edelmetalle.  
In Landolt-Börnstein: Zahlenwerte und Funktionen, 6. Aufl., IV. Bd. Technik, 2. Teil, Bandteil b.  
Springer, Berlin, Göttingen, Heidelberg, New York (1964), S. 576/638.
- 12) Kochendörfer, A. u. H. J. Schreiner:  
Versuche über den Einfluß der Korngröße und des Spannungszustandes auf die Übergangstemperaturen von Stahl und Vergleich der Ergebnisse mit denen der Versetzungstheorie des Sprödbrechens.  
Stahl und Eisen 89 (1969), H. 19, S. 1053/61.
- 13) Aurich, D. u. E. Martin:  
Voraussetzungen, Möglichkeiten und Grenzen der Korngrößenermittlung durch Ultraschallschwächungsmessungen.  
Archiv Eisenhüttenwesen 41 (1970), Nr. 3, S. 285/91.
- 14) Conrad, H., S. Feuerstein u. L. Rice:  
Effects of Grain Size on the Dislocation Density and Flow Stress of Niobium.  
Materials Science and Engineering 2 (1967), Nr. 3, S. 157/68.
- 15) Dahl, W., H. Hengstenberg u. H. Behrens:  
Das Sprödbbruchverhalten unlegierter und niedriglegierter Baustähle im Kerbschlagbiege- und Zugversuch in Abhängigkeit von der Korngröße, Temperatur, Vorverfestigung und Alterung.  
Stahl und Eisen 88 (1968), Nr. 11, S. 578/96.
- 16) Cottrell, A. H.:  
Theory of Brittle Fracture in Steel and Similar Metals.  
Trans. AIME (1958), Nr. 4, S. 192/203.
- 17) Emrich, P.:  
Die Ausbildung der Wöhlerkurve eines niedriggekohten Stahles bei Zug-Druck-Wechselbeanspruchung unter Berücksichtigung von Verfestigungs- und Entfestigungsvorgängen.  
Von der Fakultät für Bergbau und Hüttenwesen der TH Aachen genehmigte Dissertationsschrift (1967).
- 18) Singhal, L. K. u. J. W. Martin:  
The Mechanism of Tensile Yield in an Age-Hardened Steel Containing  $\gamma'$  (Ordered  $\text{Ni}_3\text{Ti}$ ) Precipitates.  
Acta Met. 16 (1968), Nr. 7, S. 947/53.
- 19) Gleiter, H.:  
Die Formänderung von Ausscheidungen durch Diffusion im Spannungsfeld von Versetzungen.  
Acta Met. 16 (1968), Nr. 3, S. 455/64.
- 20) Ashby, M. F.:  
Deformation of Internally Oxidized Copper – Based Alloys.  
In: Electron Mikroskopy and Strength of Crystals,  
Hrsg.: G. Thomas u. J. Washburn, S. 891/97. Interscience Publishers, New York, London (1963).
- 21) Orowan E.:  
Symposium on Strength of Metals.  
Inst. Met. (1948), S. 451.
- 22) Ashby, M. F.:  
The Hardening of Metals by Non-Deforming Particles.  
Z. Metallkunde 55 (1964), Nr. 1, S. 5/17.

- 23) Gleiter, H. u. E. Hornbogen:  
Precipitation Hardening by Coherent Particles.  
Materials Science and Engineering 2 (1967/68), S. 285 bis 302.
- 24) Gerold, V.:  
On Calculations of the CRSS of Alloys Containing Coherent Precipitates.  
Acta Met. 16 (1968), Nr. 6, S. 823/27.
- 25) Gleiter, H.:  
On Calculations of the Increase in Critical Resolved Shear Stress of Alloys Due to Particles.  
Acta Met. 16 (1968), Nr. 6, S. 829/30.
- 26) Gleiter, H.:  
Ausscheidungshärtung durch Diffusion im Spannungsfeld einer Versetzung.  
Acta Met. 16 (1968), S. 857/62.
- 27) Altenpohl, D.:  
Aluminium und Aluminiumlegierungen.  
Springer, Berlin, Göttingen, Heidelberg, New York (1965).
- 28) Gleiter, H.:  
Die Verfestigung von Legierungen durch nichtschneidbare Teilchen.  
Z. Metallkunde 58 (1967), H. 4, S. 236/37.
- 29) Humphreys, F. J. u. J. W. Martin:  
In „Precipitation Hardening“.  
Hrsg.: W. Hume-Rothery, Pergamon Press, Oxford, London, Edinburgh, New York, Toronto, Sydney, Paris, Braunschweig (1968).
- 30) Price, R. J. u. A. Kelly:  
The Plastic Deformation of Age-Hardened Aluminium Alloys.  
Acta Met. 10 (1962), 10, S. 980/82.
- 31) Kochendörfer, A.:  
Festigkeit und Bruch von Metallen.  
In „Metallphysik“, S. 221/71, Stahleisen mbH, Düsseldorf (1967).
- 32) Bluhm, J. I. u. R. J. Morrisey:  
Fracture in Tensile Specimen.  
In „Proceedings of the First International Conference on Fracture“, Vol. 3, S. 1739/80. The Japanese Society for Strength and Fracture of Materials (1966).
- 33) Gurland, J. u. J. Plateau:  
Trans. ASM 56 (1963), S. 442.
- 34) Edelson, B. u. W. Baldwin:  
The Mechanism of Ductile Rupture of Metals Containing Inclusions.  
Trans. ASM 55 (1962), S. 230.
- 35) Rosenfield, A. R.:  
Criteria for Ductile Fracture of Two-Phase Alloys.  
Metals Materials 2 (1968), Nr. 4, Review Nr. 121, S. 29 bis 40.
- 36) Tetelman, A. S. u. A. J. McEvily, Jr.:  
Fracture of Structural Materials.  
John Wiley & Sons Inc., New York, London, Sydney (1967).
- 37) Czichos, H.:  
Festkörperreibung – Teilgebiet der Tribologie.  
Umschau (1971), H. 4, S. 116/20.
- 38) Kostetski, B. J. u. P. V. Nazarenko:  
Influence of Changes of Dislocation Structure on the Relation between Friction and Normal Pressure (The Amonton-Coulomb Law).  
Soviet Physics-Doklady 9 (1965), S. 1011.
- 39) Habig, K.-H., K. Kirschke, W. Maennig u. H. Tischer:  
Festkörpergleitreibung und Verschleiß von Eisen, Kobalt, Kupfer, Silber, Magnesium und Aluminium in einem Sauerstoff-Stickstoff-Gemisch zwischen  $760$  und  $2 \cdot 10^{-7}$  Torr.  
BAM-Bericht in Vorbereitung.
- 40) Ramsteiner, F., W. Schüle u. A. Seeger:  
Untersuchung atomarer Fehlstellen in verformtem und abgeschrecktem Silber.  
Phys. Stat. Solidi 2 (1962), II, S. 1005/20.
- 41) Kittel, C.:  
Einführung in die Festkörperphysik.  
R. Oldenbourg Verlag 1968, S. 573.
- 42) Chikazumi, S.:  
Physics of Magnetism.  
Wiley Series (1964), S. 491.
- 43) Lambeck, M.:  
Barkhauseneffekt und Nachwirkung in Ferromagnetika.  
De Gruyter (1971).
- 44) Berkowitz, A. u. E. Kneller:  
Magnetism and Metallurgy.  
Academic Press (1969), Vol. 2, S. 622.
- 45) Aurich, D.:  
Ermittlung der Koerzitivkraft und der dynamischen Hystereseschleife von Transformatorenblechen verschiedener Wärmebehandlung und Vergleich mit der Verteilung der Blochwände und der Versetzungen.  
Studienarbeit, angefertigt an der Fakultät für Bergbau und Hüttenwesen der TU Berlin (1959).
- 46) Kneller, E.:  
Ferromagnetismus.  
Springer (1962), S. 719.
- 47) Sperner, F.:  
cit. in „Stand und Entwicklung der Stähle für große Dampfturbinen- und Induktorwellen“.  
Nickel-Berichte 20 (1962), H. 3, S. 80.
- 48) Hunger, J., E. Martin u. K. H. Haedecke:  
Zusammenhang zwischen dem Gehalt an nichtmetallischen Verunreinigungen und Betriebsverhalten hochbeanspruchter Schienen.  
Braunkohle, Wärme und Energie 20 (1968), H. 9, S. 299/305.
- 49) Lückcrath, W.:  
Schleudern von Stahlhohlblöcken größter Abmessungen.  
Stahl u. Eisen (1950), S. 216.
- 50) Martin, E. u. R. Helms:  
Verarbeitbarkeit und Spröbruchempfindlichkeit; einige vergleichende Untersuchungen an Blechen aus allgemeinem Baustahl St 37 (DIN 17 1000).  
DFBO-Mitt. 18 (1967), S. 237/53.

# Ermittlung der chemischen Stabilität explosionsfähiger fester oder flüssiger Stoffe

Von Th. M. Groothuizen und T. van de Putte, Technologisches Laboratorium RVO — TNO, Rijswijk

DK 614.833 : 662.1/.4 : 541.126.4

Amts- und Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM) 2 (1972) Nr. 2 S. 67/70

Manuskript-Eing. 25. Januar 1972

## Inhaltsangabe

Zwei Prüfmethode für die Ermittlung der chemischen Beständigkeit werden beschrieben. Die eine Methode ist die Lagerung unter adiabatischen, die andere die unter isothermen Bedingungen. Es werden die Versuchsanordnungen und einige damit erhaltene Ergebnisse wiedergegeben.

*Lagerung, adiabatische — Lagerung, isotherme — Stoffe, explosionsfähige — Stabilität, chemische*

## 1. Einführung

Bei exothermen Zersetzungsreaktionen entsteht Wärme. Die Temperatur der Substanz wird ansteigen, wenn diese Wärme die Wärmeverluste an die Umgebung überschreitet. Bei Stoffen, die zu einer explosiven Umsetzung fähig sind, kann die Erwärmung bis zum explosiven Zerfall hochlaufen.

Das technologische Laboratorium TNO muß sich häufig mit der Frage auseinandersetzen, wieviel Zeit in einer bestimmten Situation zwischen einem gegebenen Temperaturniveau und der tatsächlichen Explosion noch zur Verfügung steht, oder mit anderen Worten: wie groß ist die Induktionsperiode (Bild 1).

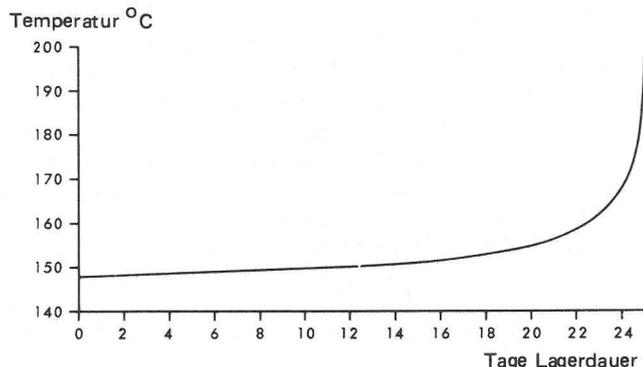


Bild 1  
Adiabatische Selbsterhitzung einer organischen Nitroverbindung

## 2. Weg zur Lösung des Problems

Um die Frage nach der Dauer der Induktionsperiode beantworten zu können, müssen wir zumindest Angaben über den Wärmeverlust als Funktion der Temperatur in der zu untersuchenden Situation besitzen. Gewöhnlich kann man den Wärmeverlust hinreichend genau abschätzen. Zusätzlich muß experimentell die Beziehung zwischen der Wärmeentwicklung der Substanz und deren Temperatur bestimmt werden. Diese Beziehung kann durch die folgende Funktion [1] angenähert werden, wenn man eine temperaturabhängige Reaktionsgeschwindigkeit nach der Arrhenius'schen Gleichung annimmt:

$$q = k' \cdot e^{-E/RT} \cdot (-\Delta H) \cdot f(x) \quad [1]$$

wobei:

$q$  = Geschwindigkeit der Wärmeentwicklung pro Gewichtseinheit

$$k' = \text{Proportionalitätskonstante} = \frac{k_0 \cdot M \cdot C_{A0}^n}{\rho_0}$$

wobei

$k_0$  = Häufigkeitsfaktor

$M$  = Molekulargewicht

$C_{A0}$  = Anfangskonzentration

$n$  = Reaktionsordnung

$\rho_0$  = spezifische Masse

$E$  = Aktivierungsenergie

$R$  = Gaskonstante

$T$  = absolute Temperatur

$(-\Delta H)$  = Reaktionsenthalpie bedeuten.

$f(x)$  = beschreibt den Einfluß der Konzentration.

In Gleichung [1] ist  $k'$  eine Konstante, die unabhängig von der Temperatur und dem Umsetzungsgrad ist. Dagegen ist  $f(x)$  nur von der Konzentration des reaktionsfähigen Stoffes während des Prozesses abhängig. In Versuchen, die unter isothermen Bedingungen ausgeführt werden, wird daher die Wirkung des Umsetzungsgrades auf die Geschwindigkeit der Wärmeentwicklung bestimmt. Die Gl. [1] enthält zwei temperaturabhängige Glieder: die Exponentialfunktion und  $\Delta H$ . Der Einfluß einer Temperaturerhöhung auf  $\Delta H$  ist hier jedoch vergleichsweise gering. Unter der Annahme, daß  $\Delta H = \text{const.}$  ist, läßt sich Gl. [1] in folgender Weise vereinfachen:

$$q = C \cdot e^{-E/RT} \cdot f(x) \quad [2]$$

wobei  $C = k' \cdot (-\Delta H)$  ist.

Bei Versuchen unter adiabatischen Bedingungen kann man nun die Wirkung der Temperatur auf die Geschwindigkeit der Wärmeentwicklung näherungsweise bestimmen. Insbesondere bei adiabatischen Versuchsbedingungen, bei denen  $\Delta T \ll (-\Delta H/C_p)$  (d. h. die maximale Temperaturerhöhung bei 100 %iger Umwandlung) ist, kann  $f(x)$  in erster Näherung vernachlässigt werden. Auf Grund dieser verschiedenen Abhängigkeiten wurden im technologischen Laboratorium zwei Methoden entwickelt. Es sind dies der adiabatische und der isotherme Lagerversuch.

## 3. Der adiabatische Lagerversuch

Bild 2 zeigt die einfache Versuchsanordnung:

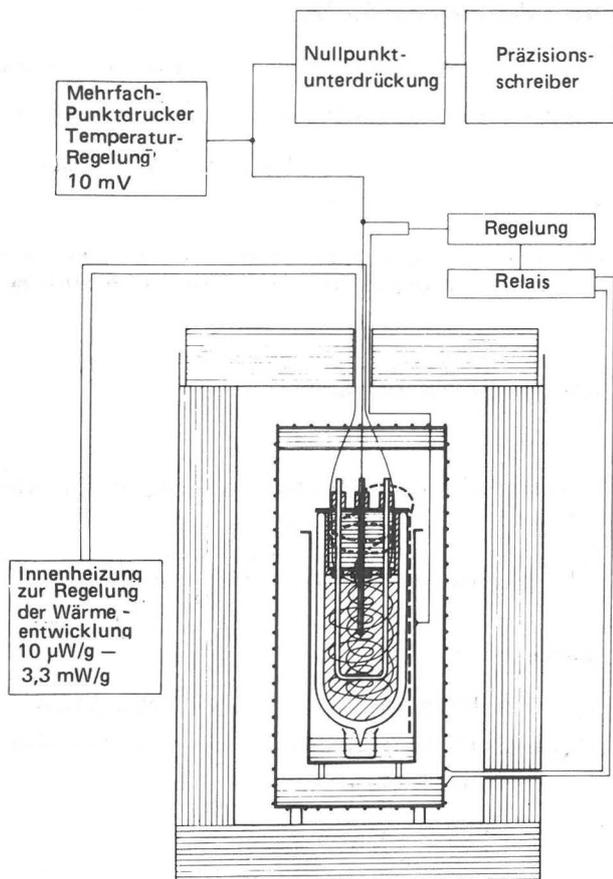


Bild 2  
Gerät für Lagerversuche unter adiabatischen Bedingungen

Eine Substanzprobe von etwa 1000 ml wird in ein Dewargefäß gefüllt, das ca. 1,5 Liter faßt. Das Dewar-Gefäß steht in einem Ofen, der seinerseits von einem Isolier-Mantel umgeben ist. Die Durchschnittstemperatur des Ofens wird so genau wie möglich auf der Temperatur der Probe gehalten. Dies wird folgendermaßen erreicht: Der Temperaturunterschied zwischen Probe und Ofen wird mit Thermoelementen gemessen. Das Signal wird einem Regelverstärker zugeführt. Dieser Verstärker steuert die Temperatur des Ofens mit Hilfe des Speisestromes, indem er einen Serien-Widerstand ein- bzw. ausschaltet. Außerdem wird mit steigender Temperatur automatisch die Speisespannung des Ofens erhöht. Man bewirkt diese Änderung der Speisespannung mit Hilfe eines Synchron-Motors (1/6 U/min), der mit einem Drehtransformator gekoppelt ist und während der Schaltperioden arbeitet. Auf diese Weise werden gleichzeitig die Einschalt- und die Ausschaltzeiten gleich lang.

Am Beginn eines Selbsterhitzungsprozesses, der bis zu einigen Wochen dauern kann, ist die Wärmeentwicklung in der Größenordnung von 10 bis 50 mW/kg. Bei einer Substanz, die eine spezifische Wärme von  $0,4 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$  hat, entspricht eine Wärmeentwicklung von 10 mW/kg einer adiabatischen Temperatursteigerung von  $0,5^\circ\text{C}$  pro Tag.

Wenn man eine Wärmeentwicklung von 10 mW/kg mit ausreichender Genauigkeit messen will, dürfen die Verluste des Systems nicht größer als 2 mW/kg sein. Normale Dewar-Gefäße mit 1,5 Liter Inhalt haben Verluste in der Größenordnung von 20 mW pro  $^\circ\text{C}$  Temperaturdifferenz. Das bedeutet, daß die gesamte Wärme verlorengeht, wenn die Probe bei einer Temperaturdifferenz von  $1^\circ\text{C}$  gegenüber ihrer Um-

gebung 20 mW/kg Wärme erzeugt. Um Wärmeverluste zu vermeiden, die größer als 2 mW/kg sind, dürfen die mittleren Temperaturen innerhalb und außerhalb des Dewar-Gefäßes um nicht mehr als  $0,1^\circ\text{C}$  voneinander abweichen.

Das Dewar-Gefäß wurde mit einer inerten Substanz – z. B. Kochsalz oder Wasser – gefüllt und geprüft, ob sich die Wärmeverluste des Systems vermindern ließen. Es gelang, die Verluste innerhalb eines ausreichenden Temperaturbereiches auf 2 mW/kg zu reduzieren.

Zwei Faktoren können die Induktionsperiode verlängern. Der wichtigere Faktor ist die Wärmekapazität der Innenwände des Dewar-Gefäßes. Dessen Größe wurde dadurch festgestellt, daß man – wie beschrieben – das Dewar-Gefäß mit einer inerten Substanz füllte, die einen Heizwiderstand aus Konstantan-Draht umschloß. Der Widerstand wurde mit gut stabilisiertem Gleichstrom genau bekannter Größe gespeist. Die Heizung konnte in Schritten reguliert werden, und zwar umgerechnet zwischen  $10 \mu\text{W/g}$  und  $3,3 \text{ mW/g}$ .

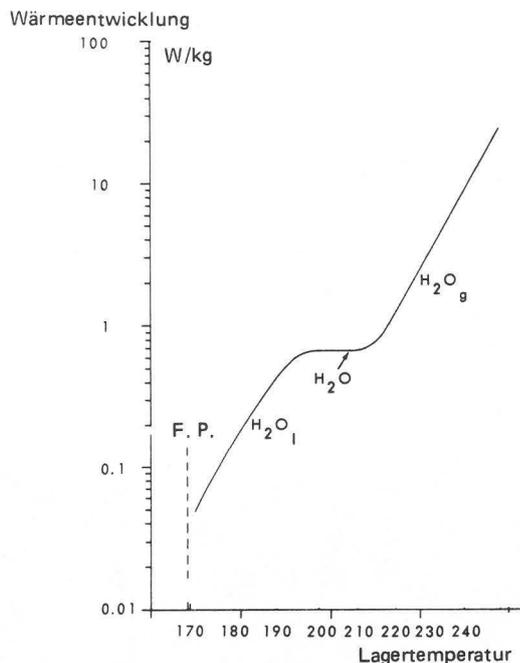
Die Wärmekapazität der Innenwände des Dewar-Gefäßes erwies sich als unabhängig von der Temperatur und der Aufheizgeschwindigkeit. Der Wert lag bei etwa  $125 \text{ cal/}^\circ\text{C}$ . Die Wärmekapazität der Prüfsubstanz hat einen viel größeren Wert: für 1 kg einer Substanz mit einer spezifischen Wärme von  $0,4 \text{ cal/}^\circ\text{C}$  beträgt sie 400 cal. Es ist daher gut möglich, eine Korrektur für die Wärmekapazität der Innenwände einzuführen.

Der zweite Faktor liegt in folgendem Effekt: In einem offenen Gefäß werden flüchtige Bestandteile der Probe verdampfen. Dieser wärmeverbrauchende Verdampfungsvorgang kann weitgehend dadurch eingeschränkt werden, daß man das Dewar-Gefäß mit einem dichtschießenden Deckel versieht. Durch den Deckel ist eine Teflon-Röhre von zwei Metern Länge und einem Innendurchmesser von 1,35 mm eingeführt. Dadurch wird erreicht, daß der Innendruck nicht höher als der Atmosphärendruck ist und die Verdampfungsverluste sehr klein werden. Bei einer Temperatur von  $150^\circ\text{C}$  wurden an Wasser/Phosphorsäure-Mischungen, die Dampfdrücke bis zu  $0,9 \text{ kg/cm}^2$  hatten, Wärmeverluste von weniger als 10 mW/kg gemessen. Diese Versuchsanordnung dürfte die Bedingungen für eine große Zahl von Versuchssubstanzen erfüllen.

Die Versuchsanordnung hat den großen Vorteil, daß man vor dem eigentlichen Versuch die spezifische Wärme des Versuchsmaterials bestimmen kann. Dies wird dadurch erreicht, daß der bereits erwähnte Heizwiderstand in die Substanz gebracht und mit einem Gleichstrom bekannter Größe gespeist wird. Die Temperatur wird als Funktion der Zeit festgehalten. Die beobachteten Werte müssen wegen der Selbsterhitzung und der Wärmekapazität der Innenwände des Dewar-Gefäßes korrigiert werden. In gleicher Weise können auch die Schmelz-, Rekristallisations- und andere Reaktions- oder Umwandlungswärmen bestimmt werden.

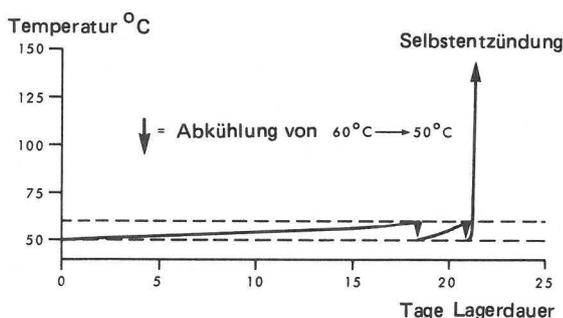
Ein Beispiel für die bei der adiabatischen Lagerung gefundenen Werte ist in Bild 3 gegeben.

In Bild 3 ist der Logarithmus der Wärmeentwicklung von Ammoniumnitrat gegen den Kehrwert der absoluten Temperatur aufgetragen. Im ersten Teil der Kurve wird das Wasser, das sich bei der Zersetzungsreaktion bildet, vom Ammoniumnitrat festgehalten. Im horizontalen Teil der Kurve ist der Siedepunkt der Lösung erreicht, und Wasser verdampft aus der Mischung. Im letzten Teil der Kurve ist der Wasser-



**Bild 3**  
Wärmeentwicklung bei der adiabatischen Lagerung von Ammoniumnitrat

gehalt der Substanz praktisch Null. Das bei der Zersetzung entstehende Wasser entweicht jetzt in Form von Dampf. In den Fällen, bei denen vermutet wird, daß die umgebende Atmosphäre den Selbsterhitzungsvorgang beeinflusst (z. B. bei Gegenwart von Sauerstoff), kann ein teilweise offenes Dewar-Gefäß benutzt werden. Auf diese Weise wurde z. B. die Brandursache eines Feuers in einer Farbenfabrik untersucht. Dort war Kollodium-Wolle (Cellulosenitrate) als Rohmaterial benutzt worden. Es ließ sich beweisen, daß die Gegenwart von Wasser den Zersetzungsprozeß dieser Kollodium-Wolle erheblich beschleunigt hat. Wenn die Versuche in einer Atmosphäre angesetzt wurden, die eine relative Feuchtigkeit von 13 % aufwies, dann brauchte die Substanz 48 Tage, um ihre Temperatur von 50°C auf 60°C zu erhöhen. Bei einer relativen Feuchtigkeit von 20 % waren es 20 Tage, und bei einer relativen Feuchtigkeit von 25 % waren es 18 Tage. **Bild 4** zeigt das Ergebnis dieses letzten Versuches:



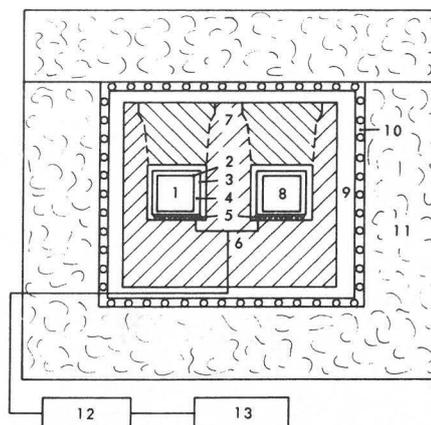
**Bild 4**  
Lagerung von Kollodium-Wolle bei 50°C und 25 % rel. Luftfeuchte

Nachdem eine Temperatur von 60°C erreicht worden war, wurde die Probe abgekühlt, und der Versuch wurde mit der gleichen Probe wiederholt. Es zeigte sich, daß jetzt nur 55 Stunden erforderlich waren, um die Temperatur der Substanz durch Selbsterhitzung von 50°C auf 60°C steigen zu

lassen. Nach erneuter Abkühlung betrug diese Zeitspanne nur noch fünf Stunden. Dann wurde nicht mehr gekühlt, und die Substanz kam in sehr kurzer Zeit zur Selbstentzündung.

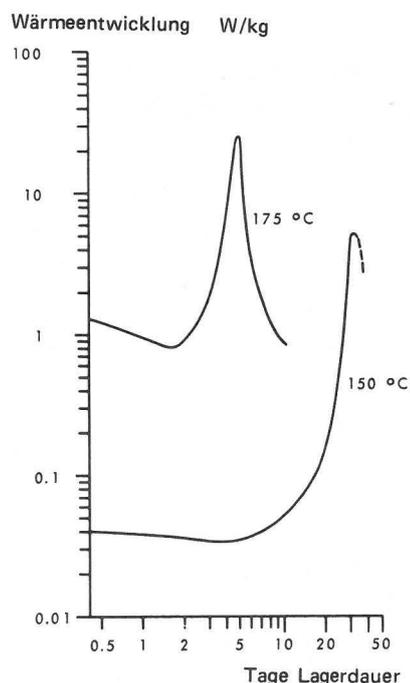
#### 4. Der isotherme Lagerversuch

Der isotherme Lagerversuch wird dazu benutzt, um den Einfluß der abnehmenden Konzentration des reaktionsfähigen Stoffes auf die Geschwindigkeit der Wärmeentwicklung zu studieren. Ein Schema der Versuchsanordnung ist in **Bild 5** gezeigt.



**Bild 5**  
Gerät zur isothermen Messung der Wärmeentwicklung (schematische Darstellung)

- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| 1. Versuchsgefäß (Inhalt 50 ml) | 7. Dünnwandiges Stahlgefäß                          |
| 2. Halter für das Versuchsgefäß | 8. Thermostatenflüssigkeit oder elektrische Heizung |
| 3. Wärmeflußdetektor            | 9. Isolierung aus Glaswolle                         |
| 4. Meßleitungen                 | 10. Inertsubstanz                                   |
| 5. Aluminiumblock               | 11. Teflonkapillare Schicht                         |
| 6. Polyurethan- oder Glaswolle- |   |



**Bild 6**  
Wärmeentwicklung bei der isothermen Lagerung einer organischen Nitroverbindung

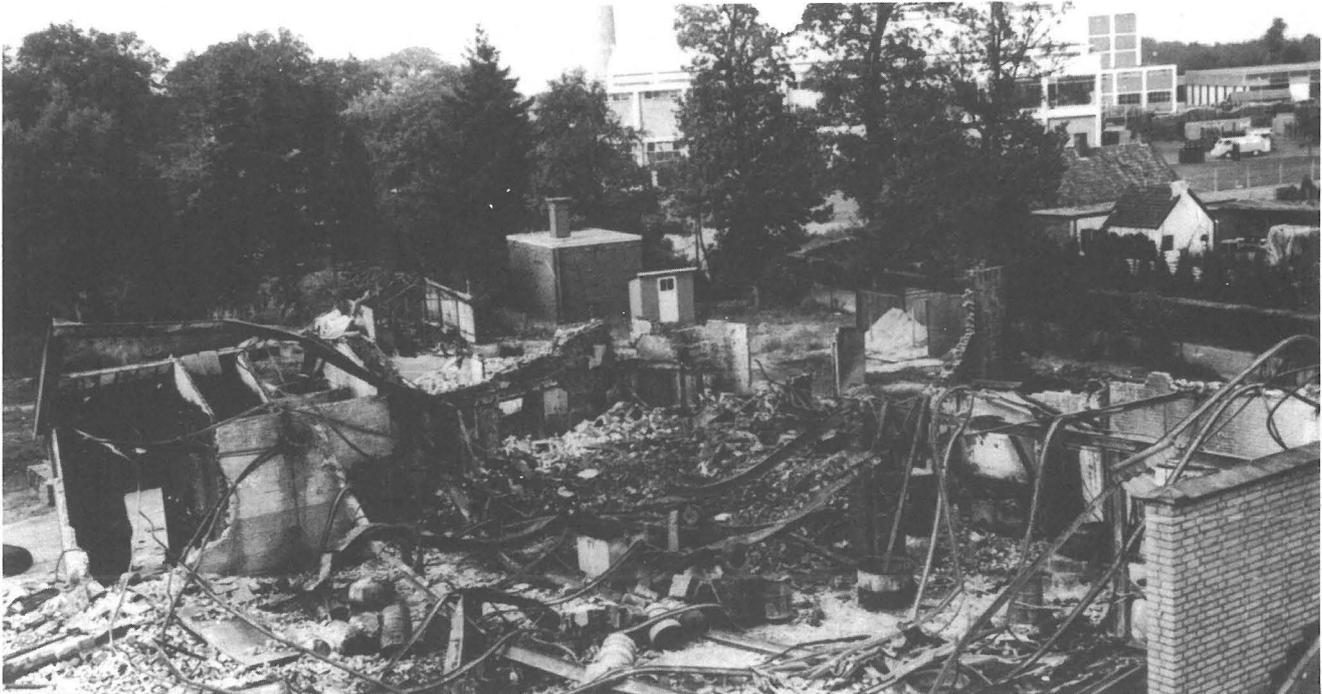
In diesem Gerät wird der Verlauf der Wärmeentwicklung als Funktion der Zeit bei konstanter Temperatur gemessen. Die Substanzmenge beträgt 50 g. Der Wärmeflußdetektor besteht in diesem Apparat aus einer großen Zahl von Thermoelementen, die in Serie geschaltet sind.

Wegen des Auftretens autokatalytischer Effekte kann die Reaktionskinetik sehr komplex sein. Häufig zeigt das Wärmeentwicklungs-Diagramm einen anfänglich steilen Anstieg auf Grund von Nebenreaktionen und Autokatalyse. Darauf folgt ein steiler Abfall, da nicht mehr genügend Substanz

für diese Nebenreaktionen vorhanden ist. *Bild 6* zeigt Meßergebnisse aus der Untersuchung einer organischen Nitroverbindung.

Bei der Prüfung der thermischen Stabilität einer Substanz ist somit eine sorgfältige Interpretation der Versuchsergebnisse notwendig. Das gegebene Beispiel könnte leicht zu der Schlußfolgerung verleiten, daß eine Substanz thermisch stabil sei, wenn der Versuch zunächst keine oder sogar eine negative Wärmeentwicklung zeigt. Tatsächlich aber kann die Wärmeentwicklung plötzlich mit ungeheurer Geschwindigkeit zunehmen, z. B. als Folge einer autokatalytischen Reaktion. *Bild 7* zeigt die verheerenden Folgen einer derartigen Fehleinschätzung.

*Bild 7*  
Durch Selbstentzündung von Nitrozellulose zerstörte Fabrikanlage



## Die Durchführung der nach dem Sprengstoffgesetz vorgeschriebenen Erprobung von neuen Sprengstoffen, Zündmitteln und Sprengzubehör

Von RR Dipl.-Ing. Jürgen Reichelt, Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM), Berlin

DK 662.2/4 : 620.1 : 34013 : 351.753.6/7

Amts- und Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM) 2 (1972) Nr. 2 S. 70/74

Manuskript-Eing. 20. September 1971

### Inhaltsangabe

Nach einem kurzen Abriß des Zulassungsverfahrens für neue Sprengstoffe, Zündmittel und neues Sprengzubehör werden Inhalt und Umfang der Erprobung dargestellt. Dabei werden die für eine Erprobung bedeutsamen Angaben aufgeführt und die für die Zulassung zum Vertrieb, zum Überlassen an andere und zur Verwendung notwendigen Angaben zusammengestellt, die ein Erprobungsbericht enthalten sollte.

*Sprengstoffgesetz – Erprobungsbericht – Sprengstoffe – Zündmittel – Sprengzubehör.*

### 1. Einführung – Das Zulassungsverfahren

Mit dem Inkrafttreten des Sprengstoffgesetzes vom 25. August 1969 [1] am 1.1.1970 wurde das zuvor gültige Gesetz gegen den verbrecherischen und gemeingefährlichen Ge-

brauch von Sprengstoffen vom 9. Juni 1884 [2] in der zuletzt gültigen Fassung außer Kraft gesetzt. Das neue Sprengstoffgesetz führt bundeseinheitlich ein Zulassungsverfahren ein für explosionsgefährliche Stoffe und Gegenstände und auch für Sprengstoffe, Zündmittel und Sprengzubehör.

Dieses Verfahren, das aus Prüfung, Erprobung und Zulassung besteht, wird im folgenden kurz am Beispiel der Zulassung eines Sprengstoffes dargestellt. Auf entsprechende Weise werden auch Zündmittel und Sprengzubehör behandelt. Bei letzteren und Gesteinssprengstoffen kann auf eine Erprobung verzichtet werden, wenn dies zum „Schutz von Leben, Gesundheit und Sachgütern Beschäftigter oder Dritter“ nicht erforderlich scheint (§ 13 der Zweiten Verordnung zur Durchführung des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe 2. DV Sprengstoffgesetz [3]).

Zunächst hat der Antragsteller, in der überwiegenden Zahl der Fälle der Hersteller oder bei ausländischen Firmen, die verzichten, Zulassungsinhaber zu werden, der Einführer, einen Antrag bei der zuständigen Prüfstelle auf Prüfung der vorbezeichneten Stoffe oder Gegenstände zu stellen. Zur Ausführung der Prüfung sendet der Antragsteller die Proben der Gestein- bzw. Wetter-Sprengstoffe an die Berggewerkschaftliche Versuchsstrecke (BVS) der Westfälischen Berggewerkschaftskasse in Dortmund-Derne. Dieser Institution ist gemäß § 11 (2) Ziffer 2 der 2. DV Sprengstoffgesetz die Prüfung von Gestein- und Wettersprengstoffen, von Zündmitteln, die für diese bestimmt sind, und von Sprengzubehör übertragen worden.

Diese Prüfung soll nachweisen, daß die vom Antragsteller angegebene chemische Zusammensetzung eingehalten worden ist und daß bei sachgemäßer Verwendung des Sprengstoffes keine höhere Gefahr mit diesem neuen Sprengstoff auftritt als technisch unvermeidbar ist. Dieser Nachweis gilt als erbracht, wenn die in Anlage I zur 2. DV Sprengstoffgesetz festgelegten Anforderungen erfüllt sind. Die Prüfstelle fertigt darüber eine Prüfbescheinigung aus.

Zur Ausführung der im Sprengstoffgesetz gleichfalls vorgeschriebenen praktischen Erprobung trifft der Antragsteller mit einem geeigneten Betrieb – Tagebau, Steinbruch oder Bergwerk – eine entsprechende Vereinbarung und holt dafür die im Sprengstoffgesetz vorgeschriebene Zustimmung der nach Landesrecht zuständigen Behörde ein. Dies ist auf Grund von Zuständigkeitsverordnungen der Bundesländer [4 - 18] für die der Bergaufsicht unterstehenden Betriebe die Bergbehörde, für die sonstigen Betriebe das Gewerbeaufsichtsamt und in Baden-Württemberg zusätzlich noch die untere Kreisbehörde [4].

Wenn der Antragsteller im Besitz der Prüfbescheinigung ist, kann er bei der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM) einen Antrag auf widerrufliche Zulassung zur Erprobung unter Angabe des Erprobungsbetriebes stellen und fügt diesem Antrag sowohl die Prüfbescheinigung der BVS als auch die Bescheinigung der zuständigen Landesbehörde sei, wonach gegen die vorgesehene Erprobung in dem benannten Betrieb keine Bedenken bestehen. Nach Prüfung dieser Unterlagen erteilt die BAM eine befristete widerrufliche Zulassung zur Erprobung. Diese Zulassung ist einerseits auf den Sprengstoff und andererseits auf den Betrieb bezogen. Es ist jedoch auch möglich, eine Erprobung in mehreren Betrieben durchzuführen, wenn der Antragsteller dies wünscht und dazu die jeweilige Zustimmung der Landesbehörden vorliegt.

Die anschließende Erprobung erfolgt dann bei Betrieben, die *unter Bergaufsicht* stehen, in Anwesenheit von Vertretern der Bergbehörde und der Versuchsstrecke.

Bei Betrieben, die *nicht der Bergaufsicht unterliegen*, nimmt an Stelle der Bergbehörde das zuständige Gewerbeaufsichtsamt und in Baden-Württemberg zusätzlich die untere Kreisbehörde teil. Außerdem ist der Träger der gesetzlichen Unfallversicherung an der Erprobung zu beteiligen. Dies ist für Steine- und Erdenbetriebe, die nicht der Bergaufsicht unterstehen, die Steinbruchs-Berufsgenossenschaft bzw. die Tiefbau-Berufsgenossenschaft.

Die Zulassungsbehörde ist nicht generell verpflichtet, sich an der Erprobung zu beteiligen. Sie macht von ihrem Recht zur Teilnahme nur in besonderen Fällen Gebrauch.

Nach Abschluß der Erprobung wird von der zuständigen Landesbehörde im Einvernehmen mit dem Träger der gesetzlichen Unfallversicherung ein Erprobungsbericht angefertigt. Der Antragsteller sendet den Bericht zusammen mit einem Antrag auf Zulassung zum Vertrieb, zum Überlassen an andere und zur Verwendung an die BAM. Die BAM erteilt nach Prüfung der Erprobungsergebnisse die endgültige unbefristete Zulassung.

## 2. Was soll die Erprobung nachweisen?

Der § 13 des 2. DV Sprengstoffgesetz führt aus, daß bei der Erprobung „die Wirkungsweise, Brauchbarkeit und Beständigkeit“ des Gegenstandes der Prüfung nachgewiesen werden soll, so daß bei dem betriebsmäßigen Einsatz des Stoffes oder Gegenstandes mögliche Gefahren für „Leben, Gesundheit oder Sachgüter Beschäftigter und Dritter“ vermieden werden.

Da Resultate, die aus laboratoriumsmäßigen Untersuchungen gewonnen werden, oftmals nicht alle Eigenschaften eines Stoffes oder Gegenstandes – insbesondere im Hinblick auf den praktischen Einsatz – erkennen lassen, muß für eine abschließende Beurteilung die Erprobung unter betriebsmäßigen Bedingungen durchgeführt werden.

Um beurteilen zu können, ob die Forderungen erfüllt worden sind, ist auf Grund der Teilnahme an derartigen Erprobungen, unter Berücksichtigung der bisher dem Verfasser bekannten Erprobungsergebnisse und nach Kenntnis der Fachliteratur eine Zusammenstellung der für die Erprobung bedeutsamen Gesichtspunkte vorgenommen worden.

### 2.1 Nachweis des Durchdetonierens von Sprengstoffen in langen Bohrlöchern

Dieser Nachweis ist notwendig, um sicherzustellen, daß der Sprengstoff sich detonativ über die gesamte Bohrlöchlänge vollständig umgesetzt hat. Es soll nachgewiesen werden, daß unter den Bedingungen der Praxis ein Abreißen der Detonation verhindert werden kann. Das soll verhindern, daß nicht umgesetzter Sprengstoff im Haufwerk verbleibt.

### 2.2 Ermittlung des kleinsten zulässigen Bohrlochdurchmessers für Sprengstoffe

Unterhalb eines Mindest-Durchmessers ist bei Sprengstoffen die Weiterleitung einer Detonation unter Bedingungen der Praxis nicht mehr zuverlässig gewährleistet. Das sicherheits-

technische Ziel ist das gleiche, das im vorstehenden Absatz geschildert wurde.

### 2.3 Nachweis des Ansprechens von Zündern

Hiermit soll erreicht werden, daß die zu erprobenden Zünder einen Sprengstoff sicher zur Detonation bringen. Dieser Nachweis ist bei druckfesten Zündern, wie sie z.B. für sprengseismische Untersuchungen in großen Wassertiefen oder für Tiefbohrungen von einigen tausend Metern bei Erdöl- und Erdgasbohrungen eingesetzt werden und wo im Bohrloch der hydrostatische Druck der Spülung auf sie einwirkt, unbedingt unter Betriebsbedingungen zu führen.

### 2.4 Nachweis der Zerfallszeit für Selbstzerstörzünder und Schlitzpatronen

Diese Gegenstände werden in zunehmendem Maße bei sprengseismischen Arbeiten auf See eingesetzt, damit bei widrigen Umständen – z.B. wenn bei Sturm oder hohem Seegang trotz aller Vorsichtsmaßnahmen mit Zündern versehene Sprengladungen abgetrieben werden – diese nach einer gewissen Zeit sich selbsttätig zerstören, sodaß sie keine Gefahr für Schiffe, Strandbesucher usw. mehr bilden können.

Schlitzpatronen sind Sprengstoffpatronen, deren Hülsen aus Pappe bestehen und die mit einem für den Transport durch Klebeband abgedeckten Schlitz versehen sind. Vor dem Einbringen in das Wasser wird das Klebeband abgerissen, so daß Wasser in die Patronenumhüllung eindringen kann und nach einer vom Sprengstoffhersteller festgesetzten Frist die Verpackung aufweicht, den Sprengstoff auswäscht und ihn auflöst.

Selbstzerstörzünder besitzen Hülsen aus Magnesium mit aufgezogenen Kupferringen. Im Salzwasser bildet die Hülse mit den Ringen ein kurzgeschlossenes galvanisches Element, so daß nach Ablauf einer festgesetzten Zeit der Zünder in Zündpille, Primär- und Sekundärladung zerfällt und unbrauchbar wird.

### 2.5 Nachweis eines leichten und sicheren Einbringens von Sprengstoffen in das Bohrloch

Hier ist einerseits die Riesel- oder Pumpfähigkeit von losen Sprengstoffen zu ermitteln und andererseits zu prüfen, ob sich patronierte Sprengstoffe, die für einen solchen Ladevorgang vorgesehen und zugelassen sind, einwandfrei einblasen lassen.

Hierbei ist besonderes Augenmerk auf Störungen, leichte Bedienbarkeit, gute Reinigungsmöglichkeit und ggf. exakte Anzeige von Meßwerten auf Kontrollinstrumenten zu richten. Auch können ggf. Vorschläge für Verbesserungen und Festlegung von Änderungen von den bei der Erprobung anwesenden Behörden geäußert werden.

### 2.6 Nachweis der Funktions- und Handhabungssicherheit von Sprengzubehör

Dies ist vor allem für Sprengzubehör zu prüfen, z. B. beim Zünden von elektrischen Zündern durch Zündmaschinen.

Besonders ist auf die leichte Bedienbarkeit, mechanische und elektrische Festigkeit, Sicherheit und unbeabsichtigtes Überbrücken der Anschlußklemmen zu achten.

### 2.7 Kontrolle der Kennzeichnung und Verpackung sowie des Übereinstimmens mit den zur Prüfung vorgestellten Mustern

Diese Kontrolle ist zwar nicht Gegenstand des Zulassungsverfahrens und damit der Erprobung, sollte aber durchgeführt werden, um zu verhindern, daß durch falsche Kennzeichnungen Verwechslungen eintreten, die ihrerseits zu Unfällen führen können. Die gleiche Motivation liegt der Begutachtung der Verpackung zu Grunde.

Abschließend zu dieser Zusammenstellung soll hier kurz auf einige Gesichtspunkte hingewiesen werden, die eine eindeutige Beurteilung der Erprobung und ihrer Ergebnisse für die Zulassung erschwert hatten.

In einem Fall ist ein Sprengstoff in zu kurzen Bohrlöchern erprobt worden, so daß für den Nachweis des Durchdetonierens in langen Ladesäulen ein Nachversuch mit tieferen Löchern durchgeführt werden mußte.

Wiederholt sind bei Sprengstoffproben Wechselladungen vorgestellt worden. Unter Wechselladungen sind Ladungen zu verstehen, bei denen in das Bohrloch nach einer gewissen Menge des zu erprobenden Sprengstoffes ein anderer (häufig brisanter) Sprengstoff eingebracht wird, sodann wieder der zu erprobende Sprengstoff, darauf ein anderer Sprengstoff usw. Eine derartige Wechselladung kann nicht zum Nachweis des Durchdetonierens für den zu erprobenden Sprengstoff allein herangezogen werden.

## 3. Der Umfang der Erprobung

Um aus der Erprobung auch sichere Schlüsse auf die Wirksamkeit, Brauchbarkeit und Beständigkeit des *Priüflings* ziehen zu können, wird es notwendig sein, diese Erprobung über einen gewissen Zeitraum auszudehnen, um durch eine große Zahl von Probeeinsätzen die Erfüllung der vorgeschriebenen Anforderungen nachzuweisen. Dem wird in den widerruflichen Zulassungen zur Erprobung durch die BAM Rechnung getragen, indem die Befristung angemessen festgesetzt wird – von einigen Monaten bis zu einem Jahr. Dabei ist anzustreben, daß diese Befristung, um den Abschluß des Zulassungsverfahrens nicht unnötig lange hinauszuziehen und unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Erwägungen nicht unverhältnismäßig lange ausgedehnt werden sollte.

Es soll außerdem sichergestellt werden, auch dann einen umfassenden Erprobungsbericht zu erhalten, wenn nicht alle vom Gesetz her angesprochenen Institutionen an allen Erprobungen teilnehmen können.

Was die Teilnahme von Vertretern der BAM an Erprobungen betrifft, so kann grundlegend gesagt werden: bei neuartigen Sprengstoffen, Zündmitteln oder Sprengzubehör sowie bei Erprobungen unter besonderen Bedingungen ist die Bundesanstalt bestrebt, zumindest bei einer Erprobung anwesend zu sein. Dies gilt besonders dann, wenn erste Erprobungen eines Prüfobjektes nicht eindeutige Ergebnisse oder gar ein Versagen erkennen lassen.

## 4. Was soll der Erprobungsbericht enthalten?

Wie bereits beschrieben, wird die endgültige Zulassung zum Vertrieb, zum Überlassen an andere und zur Verwendung unter Zugrundelegung des Erprobungsberichtes erteilt.

Da auch ohne Teilnahme eines Vertreters der BAM an der Erprobung oder an einem Abschlußgespräch über den gesamten Erprobungsverlauf eine Beurteilung der Ergebnisse erfolgen muß, sollten gewisse Mindestanforderungen an den Erprobungsbericht gestellt werden.

Dabei ist zu beachten, daß vielfach Aussagen über das Verhalten des Prüfungsgegenstandes nur indirekt gewonnen werden können, z. B. lassen Wurfweiten des abgesprengten Materials, Stückigkeit und Böschungswinkel des Haufwerks und ggf. Verfärbungen an den Bohrlochwandresten nach dem Sprengen Rückschlüsse auf das Durchdetonieren eines Sprengstoffes zu.

Nachstehend ist eine Zusammenstellung von Gesichtspunkten vorgenommen worden, die für die Erprobung von Sprengstoffen und Zündmitteln von Bedeutung sind und die in einem Erprobungsformblatt, das bei der BAM erhältlich ist, aufgenommen sind:

1. Aus dem Erprobungsbericht sollte der Zeitraum der Erprobung zu entnehmen sein, um eine Kontrolle des zeitlichen Erprobungsumfanges zu ermöglichen.
2. Des weiteren sind nähere Angaben über den Gegenstand der Erprobung aufzunehmen. Hierunter sind solche Angaben zu verstehen, die zur Charakterisierung des Prüfobjektes dienen und die Hinweise auf seine beabsichtigte Verwendung ermöglichen. Bei Sprengstoffen sind dies Angaben wie „gelatinöser Sprengstoff“, „druckfester Sprengstoff“ oder „Pulversprengstoff“, bei Zündmitteln z. B. „Sprengmomentzünder als Brückenzünder U“, bei Sprengzubehör z. B. „Zündkreisprüfer“.
3. Unter Bezeichnung des Sprengstoffes, Zündmittels oder Sprengzubehörs ist die Typenbezeichnung einzutragen. Für Sprengstoffe z. B. „Ammon-Gelit 3“, „Andex I“, für Zündmittel auch Angaben über Art und Länge der Zünderdrähte z. B. „T/Al/O/T 10 U, Eisen, 3,5 m“ und für Ladegeräte z. B. „Blurox“.
4. Hersteller und Herstellungsstätte des Prüfungsgegenstandes sind in den Erprobungsbericht aufzunehmen, zusätzlich der Einführer, sofern nicht der Hersteller, sondern der Einführer Antragsteller ist.
5. Name und Ort des Erprobungsbetriebes bzw. der Erprobungsbetriebe sind zusammen mit der Firmenangabe aufzuführen.
6. Der Erprobungsbericht sollte Angaben über die für die Erprobung notwendigen Zeugnisse und Urkunden enthalten, nämlich über die Unbedenklichkeitsbescheinigung der nach Landesrecht für den Erprobungsbetrieb zuständigen Behörde gemäß § 12 (2) Nr. 3 der 2. DV Sprengstoffgesetz, daß gegen die beabsichtigte Erprobung keine Bedenken bestehen, und über den Zulassungsbescheid der Bundesanstalt für Materialprüfung über die widerrufliche Zulassung zur Erprobung mit Zulassungszeichen sowie Angaben über Befristungen, Auflagen, Bedingungen, Beschränkungen und Nachträge.

Diese unter den Ziffern 1 bis 6 geforderten Angaben dienen der Kennzeichnung des zu erprobenden Stoffes oder Gegenstandes und können dem Zulassungsbescheid der BAM entnommen werden, der dem Antragsteller vor Beginn der Erprobung übersandt wurde.

7. Der Erprobungsbericht sollte den Träger der gesetzlichen Unfallversicherung für den Erprobungsbetrieb angeben sowie Zustimmungen bzw. Ausnahmegewilligungen von Vorschriften der für den Erprobungsbetrieb zutreffenden Unfallverhütungsvorschriften erwähnen. Diese Angaben entfallen jedoch gemäß § 13 (3) Ziffer 3 der 2. DV Sprengstoffgesetz für Erprobungen, welche in Betrieben durchgeführt werden, die der Bergaufsicht unterliegen.
8. Im Erprobungsbericht ist das zu sprengende Objekt genau zu beschreiben unter Angabe der geologischen Verhältnisse oder des zu sprengenden Materials, soweit dies zur Charakterisierung des Sprengergebnisses von Bedeutung ist, beispielsweise „Kalk-Steinbruch“, „bankig“, „Klüfte“, „wasserführende Schichten“, Abbauhöhe und Abbaubreite oder Vortrieb mit Angabe des Gesteins, des Ausbruchquerschnittes und ggf. der Festigkeit.
9. Der Erprobungsbericht sollte Angaben über Abstand, Länge, Neigung und Durchmesser der Bohrlöcher sowie Vorgabe und Abschlaglänge enthalten oder Angaben über Anordnung und Ausmaße der Kammermine liefern.
10. Es sollten Besonderheiten beim Herstellen der Laderäume erwähnt werden, wie Angaben über das Durchfahren von Klüften, über Zwischenlagerungen und Hohlräume. Der Erprobungsbericht soll Angaben über Störungen beim Bohren enthalten, wenn sie für das Laden von Bedeutung sein können.
11. Die Darstellung der Verteilung der Ladungen in den Laderäumen kann durch eine Beschreibung, eine Tabelle oder einen Sprengplan vorgenommen werden. Dabei sind die Anordnung sowie die Zeitstufen der Zünder anzugeben, Bezeichnungen der eingesetzten Sprengstoffe sowie Länge, Durchmesser und Zahl der Patronen bzw. Menge des lose eingebrachten Sprengstoffes aufzuführen und der End- bzw. Zwischenbesatz aufzunehmen.
12. Es sollte außerdem angegeben werden, wie der Sprengstoff ins Bohrloch eingebracht worden ist, z. B. durch Einführen oder Einblasen von Patronen mittels pneumatischem Ladegerät bzw. durch Einrieseln, Einblasen oder Einpumpen von losem Sprengstoff.
13. Es ist für jedes Bohrloch anzugeben, ob vor dem Laden die Löcher trocken oder naß waren, ob sie ausgeblasen wurden und wie hoch ggf. der Wasserstand war.
14. Da das Zündverfahren für die Beurteilung des Sprengergebnisses und im ungünstigsten Fall des Versagens von erheblicher Bedeutung ist, muß bei Sprengstoffproben angegeben werden, ob mit elektrischer Zündung, ob mit Pulverzündschnur – wobei auch der Sprengkapseltyp zu vermerken ist – oder ob mit Sprengschnur gezündet wurde. Im letzteren Fall ist auch die Zündungsart der Sprengschnur – z. B. elektrisch oder mittels Pulverzündschnur – aufzuzeichnen.  
Bei einer Zündmittelerprobung sind bei elektrischer Zündung noch Angaben zusätzlich über Art und Länge der Verlängerungsdrähte, der Zündleitung, der Drahtverbinder (Isolierhülsen) sowie die Zündmaschine, die Schaltweise des Zündkreises und der Zündwiderstand aufzunehmen.
15. Auch besondere Beobachtungen beim Laden und Besetzen wie Verlaufen von Sprengstoff in Bohrlochklüften, Ladehemmungen und dgl. sind in den Erprobungsbericht aufzunehmen.

16. Der Gesamtverbrauch von Sprengstoff und Zündmitteln ist aufzuzeichnen, um eine Übersicht über die Zahl der Probeeinsätze und die verbrauchten Mengen zu gewinnen.
17. Außer diesen technischen Angaben hat der Erprobungsbericht Auskunft über das Erprobungsergebnis zu geben. Dabei ist das Sprengergebnis im Hinblick auf das Durchdetonieren bei Sprengstoffen bzw. auf die sichere Initiierung bei Zündern zu beurteilen. Bekannt gewordene Unregelmäßigkeiten oder Versager sind zu vermerken. Bei Sprengstoffproben ist es darüber hinaus zweckmäßig, das gelöste Gesteinsvolumen sowie den spezifischen Sprengstoffverbrauch anzuführen.

Nach dem Abräumen des Haufwerkes ist das Durchdetonieren des Sprengstoffes bzw. das Ansprechen der Zünder zu kontrollieren. Ggf. gefundene Sprengstoffreste oder unvollständig zerlegte Zünder sind im Erprobungsbericht zu erwähnen. Dabei sind auch augenscheinlich ungewöhnliche Verfärbungen an Bohrlochwandresten, wie Metallfitter oder Umsetzungsniederschläge (Schmauch) zu notieren, da diese Angaben u. U. auf gewisse Unregelmäßigkeiten schließen lassen.

Bei Sprengzubehör ist über die Art der Handhabung und das Funktionieren zu urteilen, wobei ggf. Unregelmäßigkeiten oder Verbesserungsvorschläge anzugeben sind.

Die Aufnahme der vorstehend genannten Gesichtspunkte hat sich als notwendig erwiesen, nachdem seit Inkrafttreten des Sprengstoffgesetzes zahlreiche Erfahrungen und neue Erkenntnisse bei den beteiligten Stellen und Behörden gewonnen werden konnten.

## 5. Abschließende Bemerkungen

Der Verfasser hofft, mit seiner Darstellung des notwendigen Umfangs der Erprobungen für Sprengstoffe, Zündmittel und Sprengzubehör, die nach den Vorschriften des gültigen Sprengstoffgesetzes zum Vertrieb, zum Überlassen an andere und zur Verwendung zugelassen werden sollen, den nach Landesrecht für die Aufsicht über die Erprobung zuständigen Behörden eine Hilfe gegeben zu haben.

Die hier zusammengestellten Anforderungen an den Erprobungsbericht sind in Zusammenarbeit mit bisher an Erprobungen beteiligten Behörden und Institutionen erarbeitet worden, wofür an dieser Stelle gedankt werden soll.

## 6. Verzeichnis der bundes- und landesrechtlichen Vorschriften

- (1) Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe (Sprengstoffgesetz) vom 25. August 1969 (BGBl I, S. 1358).
- (2) Gesetz gegen den verbrecherischen und gemeingefährlichen Gebrauch von Sprengstoffen vom 9. Juni 1884 (RGBl I, S. 61), zuletzt geändert durch Gesetz vom 1. Juni 1964 (BGBl I, S. 337).
- (3) Zweite Verordnung zur Durchführung des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe (2. DV Sprengstoffgesetz) vom 23. Dezember 1969 (BGBl I, S. 2394).
- (4) Baden-Württemberg: Zuständigkeit nach dem Sprengstoffgesetz von der Landesregierung Baden-Württemberg vom 19. Januar 1970 (GBl. BW Nr. 3 vom 9. Februar 1970, S. 24).
- (5) Bayern: Verordnung über die Zuständigkeiten zum Vollzug des Sprengstoffgesetzes vom 18. Dezember 1969 (Bayr. GVBl., S. 401).
- (6) Bayern: Landesverordnung über Zuständigkeiten im Sprengstoffrecht vom 17. Dezember 1969 (Bayr. GVBl., S. 402).
- (7) Bayern: Verordnung über die Zuständigkeiten zum Vollzug der 2. Verordnung zur Durchführung des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe vom 12. Mai 1970 (Bayr. GVBl., S. 190).
- (8) Bremen: Verordnung über die nach dem Sprengstoffgesetz zuständigen Behörden vom 10. März 1970 (Brem. GBl., S. 33).
- (9) Bremen: Bekanntmachung über die nach der zweiten Verordnung zur Durchführung des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe (2. DV Sprengstoffgesetz) zuständigen Behörden vom 28. April 1970 (Brem. Amtsblatt, S. 185).
- (10) Hessen: Anordnung zur Übertragung der Befugnis nach § 35 des Sprengstoffgesetzes (GVBl. II, 924–18) vom 13. März 1970 (Hess. GVBl. I, S. 218).
- (11) Hessen: Anordnung über die Zuständigkeiten nach dem Sprengstoffgesetz und der 2. DV Sprengstoffgesetz (GVBl. II, 924–19) vom 30. April 1970 (Hess. GVBl. I, S. 301).
- (12) Hessen: Verordnung über die Zuständigkeit für die Verfolgung und Ahndung von Ordnungswidrigkeiten nach § 32 des Sprengstoffgesetzes (GVBl. II, 924–21) vom 25. Mai 1970 (Hess. GVBl. I, S. 357).
- (13) Niedersachsen: Auszug aus: Vierte Verordnung zur Änderung und Ergänzung der Verordnung über die Regelung von Zuständigkeiten im Gewerbe- und Arbeitsrecht sowie in anderen Rechtsgebieten (4. ÄVO Zust. VOGewAR) vom 29. Dezember 1969 (Nieders. GVBl., S. 256).
- (14) Nordrhein-Westfalen: Verordnung zur Regelung von Zuständigkeiten auf dem Gebiet des Sprengstoffrechts vom 5. Mai 1960 (G.V.N.W., S. 338).
- (15) Rheinland-Pfalz: Landesverordnung zur Regelung von Zuständigkeiten nach dem Sprengstoffgesetz vom 9. März 1970 (GVBl. Rheinland-Pfalz, S. 129).
- (16) Rheinland-Pfalz: Anordnung der Landesregierung zur Regelung von Zuständigkeiten nach der Zweiten Verordnung zur Durchführung des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe (2. DV Sprengstoffgesetz) vom 19. August 1970 (MinBl. Rheinland-Pfalz 1970, Sp. 681).
- (17) Saarland: Verordnung zur Regelung von Zuständigkeiten nach dem Sprengstoffgesetz vom 3. Februar 1970 (Amtsbl. d. Saarl., S. 110).
- (18) Saarland: Zweite Verordnung zur Regelung von Zuständigkeiten nach dem Sprengstoffgesetz vom 25. Juni 1970 (Amtsbl. d. Saarl., S. 610).
- (19) Schleswig-Holstein: Landesverordnung zur Bestimmung der zuständigen Behörden nach dem Sprengstoffgesetz und der 2. DV Sprengstoffgesetz vom 5. August 1970 (GVBl. Schleswig-Holstein, S. 220).

**Bekanntmachung der Zulassung von pyrotechnischen Gegenständen gemäß § 4 des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe**

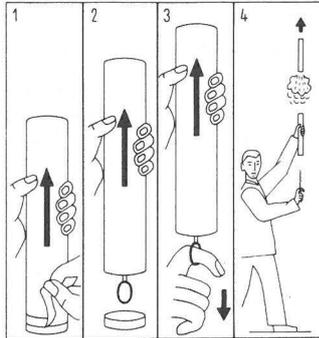
Auf Grund von § 4 des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe vom 25. August 1969 (BGBl I S. 1358) und § 14 der Zweiten Verordnung zur Durchführung dieses Gesetzes vom 23. Dezember 1969 (BGBl I S. 2394) wurde mit dem Zulassungsbescheid Nr. 187 vom 22. 2. 1971 der nachfolgend bezeichnete pyrotechnische Gegenstand zum Vertrieb, zum Überlassen an andere und zur Verwendung zugelassen.

Bezeichnung: Fallschirmsignalrakete, rot  
 Name (Firma) und Sitz des Herstellers: Comet-Apparatebau GmbH  
 285 Bremerhaven 1, Vieländer Weg 147  
 Herstellungsstätte: 285 Bremerhaven 1, Vieländer Weg 147  
 Zulassungszeichen: BAM - PT<sub>2</sub> - 0002

**Auflagen und Bedingungen:**

Zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen Kennzeichnung ist der Gegenstand mit dem nachstehend angegebenen Hinweis für die Verwendung zu versehen:

Schiffsnotsignal und Notsignal für Rettungsboote, Rettungsflöße und Doppelschlauchboote.



Berlin-Dahlem, den 22. 2. 1971

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

Auf Grund von § 4 des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe vom 25. August 1969 (BGBl I S. 1358) und § 14 der Zweiten Verordnung zur Durchführung dieses Gesetzes vom 23. Dezember 1969 (BGBl I S. 2394) wurde mit dem Zulassungsbescheid Nr. 356 vom 6. 9. 1971 der nachfolgend bezeichnete pyrotechnische Gegenstand zum Vertrieb, zum Überlassen an andere und zur Verwendung zugelassen.

Bezeichnung: Vergasungsbrikett „Rekord“  
 Schnellbrenner mit Zündkopf  
 Name (Firma) und Sitz des Herstellers: Otto Schulze  
 Feuerwerkerei und Sprengunternehmen  
 3387 Vienenburg/Harz, Schachtweg 4  
 Herstellungsstätte: 3387 Vienenburg/Harz  
 Zulassungszeichen: BAM - PT<sub>1</sub> - 0021

**Auflagen und Bedingungen:**

Zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen Kennzeichnung ist der Gegenstand mit dem nachstehend angegebenen Hinweis für die Verwendung zu versehen:

Der Zündkopf wird durch Reiben an der Reibfläche einer Streichholzsachtel entzündet. Sobald das Brikett selbst zu brennen beginnt, wird es vorsichtig in den geöffneten Laufgang eingeführt. In Anbetracht der leichten und schnellen Brennbarkeit ist bei der Handhabung Vorsicht geboten. Stets nur ein Brikett in die Hand nehmen!  
 Vergasungsbrikett „Rekord“ nicht in der Nähe von Öfen und Heizungen lagern!  
 Trocken und kühl lagern!  
 Bei Verwendung in geschlossenen Räumen Brand- und Vergiftungsgefahr!

Berlin-Dahlem, den 6. 9. 1971

Der Präsident der  
 Bundesanstalt für Materialprüfung  
 Im Auftrag  
 Dir. u. Prof. Dr. rer. nat. K. - H. S w a r t

Auf Grund von § 4 des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe vom 25. August 1969 (BGBl I S. 1358) und § 14 der Zweiten Verordnung zur Durchführung dieses Gesetzes vom 23. Dezember 1969 (BGBl I S. 2394) wurde mit dem Zulassungsbescheid Nr. 345 vom 26. 8. 1971 der nachfolgend bezeichnete pyrotechnische Gegenstand zum Vertrieb, zum Überlassen an andere und zur Verwendung zugelassen.

Bezeichnung: Citocid-Patrone Z 6  
 Name (Firma) und Sitz des Herstellers: Pyrotechnische Fabrik  
 F. Feistel KG  
 6719 Göllheim  
 Herstellungsstätte: 6719 Göllheim  
 Zulassungszeichen: BAM - PT<sub>1</sub> - 0026

**Auflagen und Bedingungen:**

Zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen Kennzeichnung ist der Gegenstand mit dem nachstehend angegebenen Hinweis für die Verwendung zu versehen:

Patrone aus der Schachtel nehmen und Zündkopf an der Reibfläche einer Streichholzsachtel entzünden. Wenn Wirksatz gezündet, dann Patrone sofort in geöffneten Wühlmausgang einschieben und Erdloch zudecken.  
 Patronen kühl und trocken sowie vor Feuer geschützt aufbewahren.  
 Patronen niemals in der Nähe brennbarer Stoffe lagern.  
 Patronen nicht in geschlossenen Räumen entzünden.  
 Vergiftungsgefahr.

Berlin-Dahlem, den 26. 8. 1971

Der Präsident der  
 Bundesanstalt für Materialprüfung  
 Im Auftrag  
 Dir. u. Prof. Dr. rer. nat. K. - H. S w a r t

Auf Grund von § 4 des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe vom 25. August 1969 (BGBl I S. 1358) und § 14 der Zweiten Verordnung zur Durchführung dieses Gesetzes vom 23. Dezember 1969 (BGBl I S. 2394) wurde mit dem Zulassungsbescheid Nr. 225 vom 5. 8. 1971 der nachfolgend bezeichnete pyrotechnische Gegenstand zum Vertrieb, zum Überlassen an andere und zur Verwendung zugelassen.

Bezeichnung: Druckgasgenerator S 6400  
 Name (Firma) und Sitz des Herstellers: Dynamit Nobel AG  
 Abteilung: ES-Munition  
 851 Fürth/Bay., Kronacher Str. 63  
 Herstellungsstätte: Werk Stadeln der Dynamit Nobel AG  
 Zulassungszeichen: BAM - PT<sub>1</sub> - 0020

**Auflagen und Bedingungen:**

Zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen Kennzeichnung ist der Gegenstand mit dem nachstehend angegebenen Hinweis für die Verwendung zu versehen:

Der Druckgasgenerator darf nur in den dafür vorgesehenen und ausgerüsteten Geräten verwendet werden.  
 Beim Austausch des Generators im Generatorrohr wird der neue Generator so eingesetzt, daß der Hülsenmund in den Generator hineinragt und er mit dem Bodenstück auf dem Bund des Generatorrohres zum liegen kommt.  
Abgabe an Personen unter 18 Jahren nicht gestattet.  
 (Diese Hinweise sind auf die Außen- und Innenseite des Deckels der kleinsten Verpackungseinheit aufzudrucken oder fest aufzukleben)

Berlin-Dahlem, den 5. 8. 1971

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

Auf Grund von § 4 des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe vom 25. August 1969 (BGBl I S. 1358) und § 14 der Zweiten Verordnung zur Durchführung dieses Gesetzes vom 23. Dezember 1969 (BGBl I S. 2394) wurde mit dem Zulassungsbescheid Nr. 224 vom 5. 8. 1971 der nachfolgend bezeichnete pyrotechnische Gegenstand zum Vertrieb, zum Überlassen an andere und zur Verwendung zugelassen.

Bezeichnung: Druckgasgenerator S 4000  
Name (Firma) und Sitz: Dynamit Nobel AG  
des Herstellers: Abteilung: ES-Munition  
851 Fürth/Bay., Kronacher Str. 63  
Herstellungsstätte: Werk Stadeln der Dynamit Nobel AG  
Zulassungszeichen: BAM – PT<sub>1</sub> – 0019

**Auflagen und Bedingungen:**

Zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen Kennzeichnung ist der Gegenstand mit dem nachstehend angegebenen Hinweis für die Verwendung zu versehen:

Der Druckgasgenerator darf nur in den dafür vorgesehenen und ausgerüsteten Geräten verwendet werden.

Beim Austausch des Generators im Generatorrohr wird der neue Generator so eingesetzt, daß der Hülsenmund in den Generator hineinragt und er mit dem Bodenstück auf dem Bund des Generatorrohres zu liegen kommt.

Abgabe an Personen unter 18 Jahren nicht gestattet.  
(Diese Hinweise sind auf die Außen- und Innenseite des Deckels der kleinsten Verpackungseinheit aufzudrucken oder fest aufzukleben)

Berlin-Dahlem, den 5. 8. 1971

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

Auf Grund von § 4 des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe vom 25. August 1969 (BGBl I S. 1358) und § 14 der Zweiten Verordnung zur Durchführung dieses Gesetzes vom 23. Dezember 1969 (BGBl I S. 2394) wurde mit dem Zulassungsbescheid Nr. 134 vom 19. 2. 1971 der nachfolgend bezeichnete pyrotechnische Gegenstand zum Vertrieb, zum Überlassen an andere und zur Verwendung zugelassen.

Bezeichnung: Thermit-Zünder, Fabr.-Nr. 221 5616  
Name (Firma) und Sitz: Dynamit Nobel AG, Werk Depyfag  
des Herstellers: 7121 Cleebrohn  
Herstellungsstätte: 7121 Cleebrohn  
Zulassungszeichen: BAM – PT<sub>1</sub> – 0015

**Auflagen und Bedingungen:**

Zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen Kennzeichnung ist der Gegenstand mit dem nachstehend angegebenen Hinweis für die Verwendung zu versehen:

Gegenstand der Verpackung entnehmen, am Draht erfassen und am äußersten Ende anzünden.  
Nur zum Einleiten der Thermit (R) - Reaktion verwenden!

Berlin-Dahlem, den 19. 2. 1971

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

Auf Grund von § 4 des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe vom 25. August 1969 (BGBl I S. 1358) und § 14 der Zweiten Verordnung zur Durchführung dieses Gesetzes vom 23. Dezember 1969 (BGBl I S. 2394) wurde mit dem Zulassungsbescheid Nr. 170 vom 22. 1. 1971 der nachfolgend bezeichnete pyrotechnische Gegenstand zum Vertrieb, zum Überlassen an andere und zur Verwendung zugelassen.

Bezeichnung: Diamant-Geisterfontäne  
Name (Firma) und Sitz: Comet-Apparatebau GmbH  
des Herstellers: 285 Bremerhaven 1, Vieländer Weg 147  
Herstellungsstätte: 285 Bremerhaven 1, Vieländer Weg 147  
Zulassungszeichen: BAM – PI – 0038

**Auflagen und Bedingungen:**

Zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen Kennzeichnung ist der Gegenstand mit dem nachstehend angegebenen Hinweis für die Verwendung zu versehen:

Fontäne auf eine feuerfeste Unterlage stellen und seitlich stehend an der Papierabklebung der Oberseite entzünden.

Berlin-Dahlem, den 22. 1. 1971

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

Auf Grund von § 4 des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe vom 25. August 1969 (BGBl I S. 1358) und § 14 der Zweiten Verordnung zur Durchführung dieses Gesetzes vom 23. Dezember 1969 (BGBl I S. 2394) wurde mit dem Zulassungsbescheid Nr. 153 vom 11. 1. 1971 der nachfolgend bezeichnete pyrotechnische Gegenstand zum Vertrieb, zum Überlassen an andere und zur Verwendung zugelassen.

Bezeichnung: Bengalische Fackel, grün  
Name (Firma) und Sitz: Pyro-Chemie  
des Herstellers: Hermann Weber & Co. GmbH  
Pyrotechnische Fabrik  
5208 Eitorf/Sieg  
Herstellungsstätte: 5208 Eitorf/Sieg  
Zulassungszeichen: BAM – PI – 0031

**Auflagen und Bedingungen:**

Zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen Kennzeichnung ist der Gegenstand mit dem nachstehend angegebenen Hinweis für die Verwendung zu versehen:

Fackel waagrecht am freien Holzende halten und am anderen Ende entzünden.  
Nicht gegen den Wind halten!  
Nur im Freien verwenden!

Berlin-Dahlem, den 11. 1. 1971

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

Auf Grund von § 4 des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe vom 25. August 1969 (BGBl I S. 1358) und § 14 der Zweiten Verordnung zur Durchführung dieses Gesetzes vom 23. Dezember 1969 (BGBl I S. 2394) wurde mit dem Zulassungsbescheid Nr. 238 vom 6. 4. 1971 der nachfolgend bezeichnete pyrotechnische Gegenstand zum Vertrieb, zum Überlassen an andere und zur Verwendung zugelassen.

Bezeichnung: Goldregen A

Name (Firma) und Sitz des Herstellers: Pyrotechnische Fabrik  
F. Feistel KG  
6719 Göllheim/Pfalz

Herstellungsstätte: 6719 Göllheim/Pfalz

Zulassungszeichen: BAM - P I - 0020

Auflagen und Bedingungen:

Zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen Kennzeichnung ist der Gegenstand mit dem nachstehend angegebenen Hinweis für die Verwendung zu versehen:

Gegenstand durch Reiben an der Reibfläche einer Streichholzschachtel entzünden und waagrecht mit der Flamme vom Körper weg fest in der Hand halten.

Nur im Freien verwenden!  
Nicht auf Personen richten!

Berlin-Dahlem, den 6. 4. 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag  
Dir. u. Prof. Dr. rer. nat. K. - H. S w a r t

Auf Grund von § 4 des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe vom 25. August 1969 (BGBl I S. 1358) und § 14 der Zweiten Verordnung zur Durchführung dieses Gesetzes vom 23. Dezember 1969 (BGBl I S. 2394) wurde mit dem Zulassungsbescheid Nr. 242 vom 6. 4. 1971 der nachfolgend bezeichnete pyrotechnische Gegenstand zum Vertrieb, zum Überlassen an andere und zur Verwendung zugelassen.

Bezeichnung: Japanrakete

Name (Firma) und Sitz des Herstellers: Pyrotechnische Fabrik  
Oskar Lünig  
7 Stuttgart 81, Im Beigart 1

Herstellungsstätte: 7 Stuttgart 81, Im Beigart 1

Zulassungszeichen: BAM - P II - 0886

Auflagen und Bedingungen:

Zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen Kennzeichnung ist der Gegenstand mit dem nachstehend angegebenen Hinweis für die Verwendung zu versehen:

Gegenstand mit dem Leitstab so in eine feststehende geeignete Halterung (z. B. Weinflasche, Rohr) stecken, daß die Rakete ungehindert senkrecht aufsteigen kann. Schutzkappe abziehen, Gegenstand am äußersten Ende der Zündschnur entzünden und sich rasch entfernen.  
Nur im Freien verwenden!

Berlin-Dahlem, den 6. 4. 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag  
Dir. u. Prof. Dr. rer. nat. K. - H. S w a r t

Auf Grund von § 4 des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe vom 25. August 1969 (BGBl I S. 1358) und § 14 der Zweiten Verordnung zur Durchführung dieses Gesetzes vom 23. Dezember 1969 (BGBl I S. 2394) wurde mit dem Zulassungsbescheid Nr. 222 vom 1. 4. 1971 der nachfolgend bezeichnete pyrotechnische Gegenstand zum Vertrieb, zum Überlassen an andere und zur Verwendung zugelassen.

Bezeichnung: Knallrakete

Name (Firma) und Sitz des Herstellers: Pyrotechnische Fabrik  
Oskar Lünig  
7 Stuttgart 81, Im Beigart 1

Herstellungsstätte: 7 Stuttgart 81, Im Beigart 1

Zulassungszeichen: BAM - P II - 0849

Auflagen und Bedingungen:

Zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen Kennzeichnung ist der Gegenstand mit dem nachstehend angegebenen Hinweis für die Verwendung zu versehen:

Gegenstand mit dem Leitstab so in eine feststehende, geeignete Halterung (z. B. Weinflasche, Rohr) stecken, daß die Rakete ungehindert senkrecht aufsteigen kann. Schutzkappe abziehen, Gegenstand am äußersten Ende der Zündschnur entzünden und sich rasch entfernen.  
Nur im Freien verwenden!

Berlin-Dahlem, den 1. 4. 1971

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

Auf Grund von § 4 des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe vom 25. August 1969 (BGBl I S. 1358) und § 14 der Zweiten Verordnung zur Durchführung dieses Gesetzes vom 23. Dezember 1969 (BGBl I S. 2394) wurde mit dem Zulassungsbescheid Nr. 217 vom 29. 3. 1971 der nachfolgend bezeichnete pyrotechnische Gegenstand zum Vertrieb, zum Überlassen an andere und zur Verwendung zugelassen.

Bezeichnung: China Böller D

Name (Firma) und Sitz des Herstellers: Yuen Loong Hong  
Firecracker Mfg. Co.  
85. Wing Lok Street, Hongkong

Herstellungsstätte: 85. Wing Lok Street, Hongkong

Name (Firma) und Sitz des Einführers: Jepsen & Jessen  
2 Hamburg 1, Lange Mühren 9

Zulassungszeichen: BAM - P II - 0848

Auflagen und Bedingungen:

Zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen Kennzeichnung ist der Gegenstand mit dem nachstehend angegebenen Hinweis für die Verwendung zu versehen:

Knallkörper auf den Boden legen, am äußersten Ende der Zündschnur anzünden und sich rasch entfernen.  
Nach dem Anzünden nicht in der Hand halten!  
Nur im Freien verwenden!

Berlin-Dahlem, den 29. 3. 1971

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

Auf Grund von § 4 des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe vom 25. August 1969 (BGBl I S. 1358) und § 14 der Zweiten Verordnung zur Durchführung dieses Gesetzes vom 23. Dezember 1969 (BGBl I S. 2394) wurde mit dem Zulassungsbescheid Nr. 216 vom 29. 3. 1971 der nachfolgend bezeichnete pyrotechnische Gegenstand zum Vertrieb, zum Überlassen an andere und zur Verwendung zugelassen.

Bezeichnung: China Böller C  
Name (Firma) und Sitz des Herstellers: Yuen Loong Hong  
Firecracker Mfg. Co.  
85. Wing Lok Street, Hongkong  
Herstellungsstätte: 85. Wing Lok Street, Hongkong  
Name (Firma) und Sitz des Einführers: Jepsen & Jessen  
2 Hamburg 1, Lange Mühren 9  
Zulassungszeichen: BAM – P II – 0844

**Auflagen und Bedingungen:**

Zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen Kennzeichnung ist der Gegenstand mit dem nachstehend angegebenen Hinweis für die Verwendung zu versehen:

Knallkörper auf den Boden legen, am äußersten Ende der Zündschnur anzünden und sich rasch entfernen.

Nach dem Anzünden nicht in der Hand halten!

Nur im Freien verwenden!

Berlin-Dahlem, den 29. 3. 1971

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

Auf Grund von § 4 des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe vom 25. August 1969 (BGBl I S. 1358) und § 14 der Zweiten Verordnung zur Durchführung dieses Gesetzes vom 23. Dezember 1969 (BGBl I S. 2394) wurde mit dem Zulassungsbescheid Nr. 163 vom 18. 1. 1971 der nachfolgend bezeichnete pyrotechnische Gegenstand zum Vertrieb, zum Überlassen an andere und zur Verwendung zugelassen.

Bezeichnung: Diamant-Gewehrschlag  
Name (Firma) und Sitz des Herstellers: Comet-Apparatebau GmbH  
285 Bremerhaven 1, Vieländer Weg 147  
Herstellungsstätte: 285 Bremerhaven 1, Vieländer Weg 147  
Zulassungszeichen: BAM – P II – 0809

**Auflagen und Bedingungen:**

Zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen Kennzeichnung ist der Gegenstand mit dem nachstehend angegebenen Hinweis für die Verwendung zu versehen:

Knallkörper durch Reiben an der Reibfläche einer Streichholzschachtel entzünden, sofort wegwerfen und sich rasch entfernen.

Nach dem Anzünden nicht in der Hand behalten!

Nur im Freien verwenden!

Berlin-Dahlem, den 18. 1. 1971

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

Auf Grund von § 4 des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe vom 25. August 1969 (BGBl I S. 1358) und § 14 der Zweiten Verordnung zur Durchführung dieses Gesetzes vom 23. Dezember 1969 (BGBl I S. 2394) wurde mit dem Zulassungsbescheid Nr. 175 vom 1. 4. 1971 der nachfolgend bezeichnete pyrotechnische Gegenstand zum Vertrieb, zum Überlassen an andere und zur Verwendung zugelassen.

Bezeichnung: Lukas, Der fliegende Kanonenschlag  
(Doppelschlag)  
Name (Firma) und Sitz des Herstellers: Dynamit Nobel AG, Werk Depyfab  
7121 Cleebronn  
Herstellungsstätte: 7121 Cleebronn  
Zulassungszeichen: BAM – P II – 0717

**Auflagen und Bedingungen:**

Zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen Kennzeichnung ist der Gegenstand mit dem nachstehend angegebenen Hinweis für die Verwendung zu versehen:

Knallkörper senkrecht auf ebenen Boden stellen, Zündschnur seitwärts stehend entzünden und sich rasch entfernen.

Vorsicht, Gegenstand steigt auf!

Nur im Freien verwenden!

Berlin-Dahlem, den 1. 4. 1971

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

Auf Grund von § 4 des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe vom 25. August 1969 (BGBl I S. 1358) und § 14 der Zweiten Verordnung zur Durchführung dieses Gesetzes vom 23. Dezember 1969 (BGBl I S. 2394) wurde mit dem Zulassungsbescheid Nr. 156 vom 19. 1. 1971 der nachfolgend bezeichnete pyrotechnische Gegenstand zum Vertrieb, zum Überlassen an andere und zur Verwendung zugelassen.

Bezeichnung: Diamant-Bengalfackel, grün  
Name (Firma) und Sitz des Herstellers: Comet-Apparatebau GmbH  
285 Bremerhaven 1, Vieländer Weg 147  
Herstellungsstätte: 285 Bremerhaven 1, Vieländer Weg 147  
Zulassungszeichen: BAM – P II – 0583

**Auflagen und Bedingungen:**

Zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen Kennzeichnung ist der Gegenstand mit dem nachstehend angegebenen Hinweis für die Verwendung zu versehen:

Bengalfackel waagrecht am freien Holzende halten und am anderen Ende entzünden.

Nicht gegen den Wind halten!

Nur im Freien verwenden!

Berlin-Dahlem, den 19. 1. 1971

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

Auf Grund von § 4 des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe vom 25. August 1969 (BGBl I S. 1358) und § 14 der Zweiten Verordnung zur Durchführung dieses Gesetzes vom 23. Dezember 1969 (BGBl I S. 2394) wurde mit dem Zulassungsbescheid Nr. 149 vom 15. 12. 1970 der nachfolgend bezeichnete pyrotechnische Gegenstand zum Vertrieb, zum Überlassen an andere und zur Verwendung zugelassen.

Bezeichnung: Knallkörper China Böller A  
Name (Firma) und Sitz des Herstellers: Yuen Loong Hong Firecracker Mfg. Co. 85. Wing Lok Street, Hongkong  
Herstellungsstätte: 85. Wing Lok Street, Hongkong  
Name (Firma) und Sitz des Einführers: Jebson & Jessen 2 Hamburg 1, Lange Mühren 9  
Zulassungszeichen: BAM - P II - 0567

**Auflagen und Bedingungen:**

Zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen Kennzeichnung ist der Gegenstand mit dem nachstehend angegebenen Hinweis für die Verwendung zu versehen:

Gegenstand auf den Boden legen, am äußersten Ende der Zündschnur anzünden und sich rasch entfernen.  
Nach dem Anzünden nicht in der Hand halten!  
Nur im Freien verwenden!

Berlin-Dahlem, den 15. 12. 1970

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dir. u. Prof. Dr. rer. nat. K. - H. S w a r t

Hierdurch wird die im Jahrgang 1 Heft 4 Seite 35 veröffentlichte Bekanntmachung der Zulassung des o. a. pyrotechnischen Gegenstandes ergänzt.

Auf Grund von § 4 des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe vom 25. August 1969 (BGBl I S. 1358) und § 14 der Zweiten Verordnung zur Durchführung dieses Gesetzes vom 23. Dezember 1969 (BGBl I S. 2394) wurde mit dem Zulassungsbescheid Nr. 151 vom 22. 1. 1971 der nachfolgend bezeichnete pyrotechnische Gegenstand zum Vertrieb, zum Überlassen an andere und zur Verwendung zugelassen.

Bezeichnung: Nico-Silbersonne, mittel  
Name (Firma) und Sitz des Herstellers: Sociedade Portuguesa de Pirotecnicia, LDA Rua dos Fanqueiros Lisboa - 2, Portugal  
Herstellungsstätte: Rua dos Fanqueiros Lisboa - 2, Portugal  
Name (Firma) und Sitz des Einführers: Nico-Pyrotechnik Hanns-Jürgen Diederichs KG 2077 Trittau, Bei der Feuerwerkerei  
Zulassungszeichen: BAM - P II - 0112

**Auflagen und Bedingungen:**

Zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen Kennzeichnung ist der Gegenstand mit dem nachstehend angegebenen Hinweis für die Verwendung zu versehen:

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!  
Darf nur in dieser Original-Packung verkauft werden.

Berlin-Dahlem, den 22. 1. 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Auf Grund von § 4 des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe vom 25. August 1969 (BGBl I S. 1358) und § 14 der Zweiten Verordnung zur Durchführung dieses Gesetzes vom 23. Dezember 1969 (BGBl I S. 2394) wurde mit dem Zulassungsbescheid Nr. 125 vom 26. 2. 1971 der nachfolgend bezeichnete pyrotechnische Gegenstand zum Vertrieb, zum Überlassen an andere und zur Verwendung zugelassen.

Bezeichnung: Heulsirene  
Name (Firma) und Sitz des Herstellers: Pyrotechnische Fabrik F. Feistel KG 6719 Göllheim/Pfalz  
Herstellungsstätte: 6719 Göllheim/Pfalz  
Zulassungszeichen: BAM - P II - 0290

**Auflagen und Bedingungen:**

Zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen Kennzeichnung ist der Gegenstand mit dem nachstehend angegebenen Hinweis für die Verwendung zu versehen:

Gegenstand am äußersten Ende der Zündschnur entzünden, bei Beginn des Sprühens sofort senkrecht in die Luft werfen und sich rasch entfernen.  
Nur im Freien verwenden!

Berlin-Dahlem, den 26. 2. 1971

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

Auf Grund von § 4 des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe vom 25. August 1969 (BGBl I S. 1358) und § 14 der Zweiten Verordnung zur Durchführung dieses Gesetzes vom 23. Dezember 1969 (BGBl I S. 2394) wurde mit dem Zulassungsbescheid Nr. 157 vom 19. 1. 1971 der nachfolgend bezeichnete pyrotechnische Gegenstand zum Vertrieb, zum Überlassen an andere und zur Verwendung zugelassen.

Bezeichnung: Diamant-Bengalische Riesenfackel, rot  
Name (Firma) und Sitz des Herstellers: Comet-Apparatebau GmbH 285 Bremerhaven 1, Vieländer Weg 147  
Herstellungsstätte: 285 Bremerhaven 1, Vieländer Weg 147  
Zulassungszeichen: BAM - P II - 0077

**Auflagen und Bedingungen:**

Zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen Kennzeichnung ist der Gegenstand mit dem nachstehend angegebenen Hinweis für die Verwendung zu versehen:

Bengalfackel waagrecht am freien Holzende halten und am anderen Ende entzünden.  
Nicht gegen den Wind halten!  
Nur im Freien verwenden!

Berlin-Dahlem, den 19. 1. 1971

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

**Bekanntmachung der neuen Zulassungszeichen für vor dem Inkrafttreten des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe zugelassene pyrotechnische Gegenstände**

Der pyrotechnische Gegenstand

Nico-Silberregen, mittel

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 1276 I

im Werk

2077 Tritttau  
Bei der Feuerwerkerei

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0237

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

Gegenstand durch Reiben an der Reibfläche  
einer Streichholzschachtel entzünden und  
waagrecht mit der Flamme vom Körper  
weg fest in der Hand halten.

Nur im Freien verwenden!  
Nicht auf Personen richten!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

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

Der pyrotechnische Gegenstand

Silberregen A

mit dem der Firma

Dynamit Nobel AG  
Werk Depyfag  
7121 Cleebrohn

vom Innenministerium Baden-Württemberg  
erteilten Zulassungszeichen

BAM 2129 I

im Werk

7121 Cleebrohn

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0238

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

Gegenstand durch Reiben an der Reibfläche  
einer Streichholzschachtel entzünden und  
waagrecht mit der Flamme vom Körper weg  
fest in der Hand halten.

Nur im Freien verwenden!  
Nicht auf Personen richten!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

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

Der pyrotechnische Gegenstand

Teufelsperlen (Fontäne)

mit dem der Firma

Geja-Feuerwerk  
1 Berlin 45  
Landweg 21

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

BAM 1429 I

im Werk

1 Berlin 45  
Landweg 21

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0239

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

Gegenstand durch Reiben an der Reibfläche  
einer Streichholzschachtel entzünden und  
waagrecht mit der Flamme vom Körper  
weg fest in der Hand halten.

Nur im Freien verwenden!  
Nicht auf Personen richten!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

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

Der pyrotechnische Gegenstand

Nico-Silberregen, klein

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 1275 I

im Werk

2077 Tritttau  
Bei der Feuerwerkerei

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0240

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

Gegenstand durch Reiben an der Reibfläche  
einer Streichholzschachtel entzünden und  
waagrecht mit der Flamme vom Körper  
weg fest in der Hand halten.

Nur im Freien verwenden!  
Nicht auf Personen richten!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

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

Der pyrotechnische Gegenstand  
Kinderfontäne

mit dem der Firma

Dynamit Nobel AG  
Werk Depyfag  
7121 Cleebronn

vom Innenministerium Baden-Württemberg  
erteilten Zulassungszeichen

BAM 2152 I

im Werk

7121 Cleebronn

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0241

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

Gegenstand durch Reiben an der Reibfläche  
einer Streichholzschachtel entzünden und  
waagrecht mit der Flamme vom Körper weg  
fest in der Hand halten.

Nur im Freien verwenden!  
Nicht auf Personen richten!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand  
Goldregen

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 251 I

im Werk

56 Wuppertal-Ronsdorf  
Am Flügel 1

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0242

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

Gegenstand durch Reiben an der Reibfläche  
einer Streichholzschachtel entzünden und  
waagrecht mit der Flamme vom Körper weg  
fest in der Hand halten.

Nur im Freien verwenden!  
Nicht auf Personen richten!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Mephistotränen (Fontäne)

mit dem der Firma

Geja-Feuerwerk  
1 Berlin 45  
Landweg 21

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

BAM 1428 I

im Werk

1 Berlin 45  
Landweg 21

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0243

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

Gegenstand durch Reiben an der Reibfläche  
einer Streichholzschachtel entzünden und  
waagrecht mit der Flamme vom Körper weg  
fest in der Hand halten.

Nur im Freien verwenden!  
Nicht auf Personen richten!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Goldregen

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 250 I

im Werk

56 Wuppertal-Ronsdorf  
Am Flügel 1

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0244

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

Gegenstand durch Reiben an der Reibfläche  
einer Streichholzschachtel entzünden und  
waagrecht mit der Flamme vom Körper weg  
fest in der Hand halten.

Nur im Freien verwenden!  
Nicht auf Personen richten!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Goldregen A

mit dem der Firma

Dynamit Nobel AG  
Werk Depyfag  
7121 Cleebrohn

vom Innenministerium Baden-Württemberg  
erteilten Zulassungszeichen

BAM 2131 I

im Werk

7121 Cleebrohn

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0245

und trägt zusätzlich zu der sonst vorgeschriebenen  
Kennzeichnung den Hinweis für die Verwendung:  
Gegenstand durch Reiben an der Reibfläche  
einer Streichholzschachtel entzünden und  
waagrecht mit der Flamme vom Körper weg  
fest in der Hand halten.

Nur im Freien verwenden!  
Nicht auf Personen richten!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Goldregen

mit dem der Firma

Feuerwerkerei  
Paul Zink  
7121 Cleebrohn

vom Innenministerium Baden-Württemberg  
erteilten Zulassungszeichen

BAM 1063 I

im Werk

7121 Cleebrohn

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0246

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 26. Jan. 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Silberregen

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 249 I

im Werk

56 Wuppertal-Ronsdorf  
Am Flügel 1

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0247

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

Gegenstand durch Reiben an der Reibfläche  
einer Streichholzschachtel entzünden und  
waagrecht mit der Flamme vom Körper weg  
fest in der Hand halten.

Nur im Freien verwenden!  
Nicht auf Personen richten!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Silberregen

mit dem der Firma

Feuerwerkerei  
Paul Zink  
7121 Cleebrohn

vom Innenministerium Baden-Württemberg  
erteilten Zulassungszeichen

BAM 1060 I

im Werk

7121 Cleebrohn

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0248

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 26. Jan. 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Silberregen

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 248 I

im Werk

56 Wuppertal-Ronsdorf  
Am Flügel 1

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0249

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

Gegenstand durch Reiben an der Reibfläche  
einer Streichholzschachtel entzünden und  
waagrecht mit der Flamme vom Körper weg  
fest in der Hand halten.

Nur im Freien verwenden!  
Nicht auf Personen richten!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Anzündstäbchen

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

BAM 1970 I

im Werk

5208 Eitorf/Sieg

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0250

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

Anzündstäbchen waagrecht am freien Holzende  
halten und am anderen Ende entzünden. Nicht  
gegen den Wind halten.

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

Nico-Propeller

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 1492 I

im Werk

2077 Trittau  
Bei der Feuerwerkerei

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0251

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

Gegenstand mit den Flügeln nach unten auf  
ebenen Boden legen, Zündschnur am äußersten  
Ende entzünden und sich rasch entfernen.

Nur im Freien verwenden!  
Vorsicht, Gegenstand steigt auf!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Bengalfackel, rot

mit dem der Firma

J.G.W. Berckholtz  
Pyrotechnische Fabrik  
2085 Quickborn  
Berckholtzstr. 10

vom Senator für Inneres der Freien und Hansestadt  
Hamburg erteilten Zulassungszeichen

CTR/MPA 500 I

im Werk

2085 Quickborn  
Berckholtzstr. 10

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0252

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

Fackel waagrecht am freien Holzende halten  
und am anderen Ende anzünden. Nicht gegen  
den Wind halten.

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 83

Der pyrotechnische Gegenstand

Feuerkreisel (Bodenfeuerwirbel)

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 1373 I

im Werk

56 Wuppertal-Ronsdorf  
Am Flügel 1

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0253

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

Gegenstand mit der Halbkugel nach unten auf  
den Boden legen, Zündschnur am äußersten  
Ende entzünden und sich rasch entfernen.  
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

Nico-Goldkreisel (Bodenfeuerwirbel)

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 1697 I

im Werk

2077 Trittau  
Bei der Feuerwerkerei

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0254

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

Gegenstand mit der Halbkugel nach unten auf  
den Boden legen, Zündschnur am äußersten  
Ende entzünden und sich rasch entfernen.  
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

Bengalfackel, grün

mit dem der Firma

J. G. W. Berckholtz  
Pyrotechnische Fabrik  
2085 Quickborn  
Berckholtzstr. 10

vom Senator für Inneres der Freien und  
Hansestadt Hamburg erteilten Zulassungszeichen

CTR/MPA 501 I

im Werk

2085 Quickborn  
Berckholtzstr. 10

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0255

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

Fackel waagrecht am freien Holzende halten  
und am anderen Ende anzünden. Nicht gegen  
den Wind halten.

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

Nico-Leuchtfackel (Fontäne)

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 1504 I

im Werk

2077 Trittau  
Bei der Feuerwerkerei

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0256

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

Gegenstand auf eine feuerfeste Unterlage stellen  
und seitlich stehend an der Papierabklebung der  
Oberseite entzünden.

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Bengalfackel, Stern

mit dem der Firma

J.G.W. Berckholtz  
Pyrotechnische Fabrik  
2085 Quickborn  
Berckholtzstr. 10

vom Senator für Inneres der Freien und  
Hansestadt Hamburg erteilten Zulassungszeichen

CTR/MPA 502 I

im Werk

2085 Quickborn  
Berckholtzstr. 10

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0257

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

Fackel waagrecht am freien Holzende halten  
und am anderen Ende anzünden. Nicht gegen  
den Wind halten.

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

Japanisches Luftschnurrohr

mit dem der Firma

Dynamit Nobel AG  
Werk Depyfag  
7121 Cleebromm

vom Innenministerium Baden-Württemberg  
erteilten Zulassungszeichen

BAM 2169 I

im Werk

7121 Cleebromm

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0258

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

Gegenstand so mit der Zündschnur senkrecht  
nach unten fest in der Hand halten, daß die  
Füllung ungehindert nach oben ausgeworfen  
werden kann und die Zündschnur entzünden.  
Nicht auf Personen richten!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Nico-Nordlicht (Fontäne)

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 1498 I

im Werk

2077 Tritttau  
Bei der Feuerwerkerei

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0259

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

Gegenstand auf eine feuerfeste Unterlage stellen  
und seitlich stehend an der Papierabklebung der  
Oberseite entzünden.

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Bengalfackel, rot

mit dem der Firma

J.G.W. Berckholtz  
Pyrotechnische Fabrik  
2085 Quickborn  
Berckholtzstr. 10

vom Senator für Inneres der Freien und  
Hansestadt Hamburg erteilten Zulassungszeichen

CTR/MPA 503 I

im Werk

2085 Quickborn  
Berckholtzstr. 10

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0260

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

Fackel waagrecht am freien Holzende halten  
und am anderen Ende anzünden. Nicht gegen  
den Wind halten.

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 85

Der pyrotechnische Gegenstand

Nico-Wetterleuchten (Fontäne)

mit dem der Firma

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

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

BAM 1499 I

im Werk

2077 Trittau  
Bei der Feuerwerkerei

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0261

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

Gegenstand auf eine feuerfeste Unterlage  
stellen und seitlich stehend an der Papierab-  
klebung der Oberseite entzünden.

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Blitz-Watte

mit dem der Firma

Dynamit Nobel AG  
Werk Depyfag  
7121 Cleebrohn

vom Innenministerium Baden-Württemberg  
erteilten Zulassungszeichen

CTR/MPA 343 I

im Werk

7121 Cleebrohn

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0262

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

Ein Flöckchen Watte abtrennen und in den  
Aschenbecher legen. Bei Berührung mit einer  
glühenden Zigarette oder einem brennenden  
Streichholz verpufft die Watte blitzartig.

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Sternregen

mit dem der Firma

Georg Richter  
2 Hamburg 1  
Rathausstr. 4

vom Senator für Inneres der Freien und  
Hansestadt Hamburg erteilten Zulassungszeichen

BAM 1624 I

von der Firma

Takahashi and Company  
Tokyo  
Japan

in

Tokyo  
Japan

hergestellt, erhält das Zulassungszeichen

BAM - P I - 0263

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

Gegenstand an der gedrehten Spitze an einem  
windgeschützten Platz solange anzünden bis  
sich ein Feuerball gebildet hat. Nach ca. 5  
Sekunden, wenn der Feuerball erloschen zu  
sein scheint, wird der Feuerball kleine Sterne  
sprühen.

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Libelle

mit dem der Firma

Dynamit Nobel AG  
Werk Depyfag  
7121 Cleebrohn

vom Innenministerium Baden-Württemberg  
erteilten Zulassungszeichen

CTR/MPA 14 I

im Werk

7121 Cleebrohn

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0264

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

Gegenstand mit der Pappscheibe nach unten auf  
ebenen Boden legen, Zündschnur am äußersten  
Ende entzünden und sich rasch entfernen.

Nur im Freien verwenden!

Vorsicht, Gegenstand steigt auf!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Bengalfackel, grün

mit dem der Firma

J.G.W. Berckholtz  
Pyrotechnische Fabrik  
2085 Quickborn  
Berckholtzstr. 10

vom Senator für Inneres der Freien und  
Hansestadt Hamburg erteilten Zulassungszeichen

CTR/MPA 504 I

im Werk

2085 Quickborn  
Berckholtzstr. 10

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0265

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

Fackel waagrecht am freien Holzende halten  
und am anderen Ende anzünden. Nicht gegen  
den Wind halten.

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

Satellit

mit dem der Firma

Georg Richter  
2 Hamburg 1  
Rathausstr. 4

vom Senator für Inneres der Freien und  
Hansestadt Hamburg erteilten Zulassungszeichen

BAM 1622 I

von der Firma

Nankai Enka Seizo K. K.  
151, Ikejiri, Sayama-Cho  
Osaka  
Japan

in

151, Ikejiri, Sayama-Cho  
Osaka  
Japan

hergestellt, erhält das Zulassungszeichen

BAM - P I - 0266

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

Etikett entfernen, Gegenstand mit den Flügeln  
nach unten auf ebenen Boden stellen, Zündschnur  
am äußersten Ende entzünden und sich rasch  
entfernen.

Nur im Freien verwenden!

Vorsicht, Gegenstand steigt auf!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Silberkreisel

mit dem der Firma

Dynamit Nobel AG  
Werk Depyfag  
7121 Cleeborn

vom Innenministerium Baden-Württemberg  
erteilten Zulassungszeichen

BAM 2150 I

im Werk

7121 Cleeborn

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0267

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

Gegenstand mit der Halbkugel nach unten auf  
ebenen Boden legen, Zündschnur am äußersten  
Ende entzünden und sich rasch entfernen.

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

Silberregen, mittel

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 41 I

im Werk

5208 Eitorf/Sieg

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0268

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

Fontäne durch Reiben an der Reibfläche einer  
Streichholzsachtel entzünden und waagrecht  
mit der Flamme vom Körper weg fest in der  
Hand halten.

Nur im Freien verwenden!

Nicht auf Personen richten!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r 87

Der pyrotechnische Gegenstand

Scherzkorken mit farbiger Feuerfontäne

mit dem der Firma

J. G. W. Berckholtz  
Pyrotechnische Fabrik  
2085 Quickborn  
Berckholtzstr. 10

vom Senator für Inneres der Freien und  
Hansestadt Hamburg erteilten Zulassungszeichen

BAM 1966 I

im Werk

2085 Quickborn  
Berckholtzstr. 10

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0270

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

Gegenstand wie einen Korken auf eine Flasche  
stecken und an der Oberseite anzünden.

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Goldkreisel

mit dem der Firma

Dynamit Nobel AG  
Werk Depyfag  
7121 Cleeborn

vom Innenministerium Baden-Württemberg  
erteilten Zulassungszeichen

BAM 2151 I

im Werk

7121 Cleeborn

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0271

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

Gegenstand mit der Halbkugel nach unten auf  
ebenen Boden legen, Zündschnur am äußersten  
Ende entzünden und sich rasch entfernen.

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

Silberregen, klein

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 40 I

im Werk

5208 Eitorf/Sieg

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0272

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

Fontäne durch Reiben an der Reibfläche einer  
Streichholzschachtel entzünden und waagrecht  
mit der Flamme vom Körper weg fest in der  
Hand halten.

Nur im Freien verwenden!  
Nicht auf Personen richten!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Goldregen, mittel

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 39 I

im Werk

5208 Eitorf/Sieg

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0274

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

Fontäne durch Reiben an der Reibfläche einer  
Streichholzschachtel entzünden und waagrecht  
mit der Flamme vom Körper weg fest in der  
Hand halten.

Nur im Freien verwenden!  
Nicht auf Personen richten!

Berlin-Dahlem, den 26. Jan. 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Z e h r

Der pyrotechnische Gegenstand

Spezialfackel

mit dem der Firma

U. J. Jessen u. Co.  
2 Hamburg 1  
Danziger Str. 35 a

vom Senator für Inneres der Freien und Hanse-  
stadt Hamburg erteilten Zulassungszeichen  
BAM 1191 I

von der Firma

S. Mantsuna and Co. Ltd.  
Room No. 204, Kanamaru Bldg.  
No. 14-4, 2-Chome Yanagibashi  
Daito-ku  
Tokyo/Japan

in

Room No. 204, Kanamaru Bldg.  
No. 14-4, 2-Chome Yanagibashi  
Daito-ku  
Tokyo/Japan

hergestellt, erhält das Zulassungszeichen

BAM - P I - 0280

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

Gegenstand waagrecht am Holzstab halten  
und am anderen Ende entzünden.

Nur im Freien verwenden!

Berlin-Dahlem, den 25. März 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

Der pyrotechnische Gegenstand

Bengalisches Zündholz, rot

mit dem der Firma

Hermann Wißler  
8751 Pflaumheim

vom Bayerischen Staatsministerium des Innern  
erteilten Zulassungszeichen

BAM 857 I

im Werk

8751 Pflaumheim

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0281

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

Nur über einer feuerfesten Unterlage  
abbrennen!

Berlin-Dahlem, den 25. März 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

Der pyrotechnische Gegenstand

Schneckenrad

mit dem der Firma

U. J. Jessen u. Co.  
2 Hamburg 1  
Danziger Str. 35 a

vom Senator für Inneres der Freien und Hansestadt  
Hamburg erteilten Zulassungszeichen

BAM 1189 I

von der Firma

S. Mantsuna and Co. Ltd.  
Room No. 204, Kanamaru Bldg.  
No. 14-4, 2-Chome Yanagibashi  
Daito-ku  
Tokyo/Japan

in

Room No. 204, Kanamaru Bldg.  
No. 14-4, 2-Chome Yanagibashi  
Daito-ku  
Tokyo/Japan

hergestellt, erhält das Zulassungszeichen  
BAM - P I - 0283

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

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

Nur im Freien verwenden!

Berlin-Dahlem, den 25. März 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

Der pyrotechnische Gegenstand

Silberregen

mit dem der Firma

U. J. Jessen u. Co.  
2 Hamburg 1  
Danziger Str. 35 a

vom Senator für Inneres der Freien und Hansestadt  
Hamburg erteilten Zulassungszeichen

BAM 1188 I

von der Firma

S. Mantsuna and Co. Ltd.  
Room No. 204, Kanamaru Bldg.  
No. 14-4, 2-Chome Yanagibashi  
Daito-ku  
Tokyo/Japan

in

Room No. 204, Kanamaru Bldg.  
No. 14-4, 2-Chome Yanagibashi  
Daito-ku  
Tokyo/Japan

hergestellt, erhält das Zulassungszeichen

BAM - P I - 0285

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 25. März 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

Der pyrotechnische Gegenstand  
Bengalisches Zündholz, grün

mit dem der Firma

Hermann Wißler  
8751 Pflaumheim

vom Bayerischen Staatsministerium des Innern  
erteilten Zulassungszeichen

BAM 858 I

im Werk

8751 Pflaumheim

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0286

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

Nur über einer feuerfesten  
Unterlage abbrennen!

Berlin-Dahlem, den 25. März 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

Der pyrotechnische Gegenstand  
Verwandlungsfontäne

mit dem der Firma

U. J. Jessen u. Co.  
2 Hamburg 1  
Danziger Str. 35 a

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

BAM 1185 I

von der Firma

S. Mantsuna and Co. Ltd.  
Room No. 204, Kanamaru Bldg.  
No. 14-4, 2-Chome Yanagibashi  
Daito-ku  
Tokyo/Japan

in

Room No. 204 Kanamaru Bldg.  
No. 14-4, 2-Chome Yanagibashi  
Daito-ku  
Tokyo/Japan

hergestellt, erhält das Zulassungszeichen  
BAM - P I - 0287

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 25. März 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

Der pyrotechnische Gegenstand

Wunderkerze

mit dem der Firma

Dynamit Nobel AG  
Werk Depyfag  
7121 Cleeborn

vom Innenministerium Baden-Württemberg  
erteilten Zulassungszeichen

CTR/MPA 242 I

im Werk

7121 Cleeborn

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0290

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

Wunderkerze am freien Drahtende halten oder  
aufhängen und am anderen Ende entzünden.  
Nicht in der Nähe von feuerfangenden  
Sachen abbrennen!

Berlin-Dahlem, den 25 März 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

Der pyrotechnische Gegenstand

Wunderkerze

mit dem der Firma

J. G. W. Berckholtz  
Pyrotechnische Fabrik  
2085 Quickborn  
Berckholtzstr. 10

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

BAM 1929 I

von der Firma

Konsum-Zündwarenwerk Riesa  
X 84 Riesa  
Hamburger Str. 1

in

X 84 Riesa  
Hamburger Str. 1

hergestellt, erhält das Zulassungszeichen

BAM - P I - 0291

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

Wunderkerze waagrecht am freien Drahtende  
halten und am anderen Ende entzünden.  
Brennende Wunderkerze nicht in die Nähe der  
Kleidung und brennbarer Sachen halten.

Berlin-Dahlem, den 25 März 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

Der pyrotechnische Gegenstand

Amorces-Band

mit dem der Firma

U. J. Jessen u. Co.  
2 Hamburg 1  
Danziger Str. 35 a

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

BAM 2086 I

von der Firma

Yuen Loong Hong Firecracker Mfg. Co.  
85. Wing Lok Street  
Hongkong

in

85. Wing Lok Street  
Hongkong

hergestellt, erhält das Zulassungszeichen

BAM - P I - 0292

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

Nur zur Verwendung in Kinderpistolen!  
Nicht in Gesichtsnähe verschießen!

Berlin-Dahlem, den 25 März 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

Der pyrotechnische Gegenstand

Knallbonbon

mit dem der Firma

C. Schauer Nachfolger  
1 Berlin 61  
Hagelberger Str. 53/54

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

BAM 1006 I

im Werk

1 Berlin 61  
Hagelberger Str. 53/54

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0294

und trägt zusätzlich zu der vorgeschriebenen  
Kennzeichnung keinen Hinweis für die Verwendung.

Berlin-Dahlem, den 25 März 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

Der pyrotechnische Gegenstand

Satellit

mit dem der Firma

U. J. Jessen u. Co.  
2 Hamburg 1  
Danziger Str. 35 a

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

BAM 1232 I

von der Firma

S. Mantsuna and Co. Ltd.  
Room No. 204, Kanamaru Bldg.  
No. 14-4, 2-Chome Yanagibashi  
Daito-ku  
Tokyo/Japan

in

Room No. 204, Kanamaru Bldg.  
No. 14-4, 2-Chome Yanagibashi  
Daito-ku  
Tokyo/Japan

hergestellt, erhält das Zulassungszeichen

BAM - P I - 0295

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

Etikett entfernen, Gegenstand mit den Flügeln  
nach unten auf ebenen Boden stellen, Zündschnur  
am äußersten Ende entzünden und sich rasch  
entfernen.

Nur im Freien verwenden!

Vorsicht, Gegenstand steigt auf!

Berlin-Dahlem, den 25. März 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

Der pyrotechnische Gegenstand

Knallbonbon

mit dem der Firma

C. Schauer Nachfolger  
1 Berlin 61  
Hagelberger Str. 53/54

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

BAM 1520 I

von der Firma

The Reliance Snap Co. Ltd.  
Bishop's Stortford  
Twyford Road  
Herts.  
England

in

Bishop's Stortford  
Twyford Road  
Herts.  
England

hergestellt, erhält das Zulassungszeichen

BAM - P I - 0296

und trägt zusätzlich zu der vorgeschriebenen  
Kennzeichnung keinen Hinweis für die Verwendung.

Berlin-Dahlem, den 25. März 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

Der pyrotechnische Gegenstand

Silberregen B mit Reibkopf

mit dem der Firma

J. G. W. Berckholtz  
Pyrotechnische Fabrik  
2085 Quickborn  
Berckholtzstr. 10

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

BAM 2206 I

im Werk

2085 Quickborn  
Berckholtzstr. 10

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0298

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

Gegenstand durch Reiben an der Reibfläche  
einer Streichholzsachtel entzünden und  
waagrecht mit der Flamme vom Körper  
weg fest in der Hand halten.

Nur im Freien verwenden!  
Nicht auf Personen richten!

Berlin-Dahlem, den 1. Juli 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

Der pyrotechnische Gegenstand

Schlangentopf "Auf einem stillen Örtchen"

mit dem der Firma

Pyrotechnische Fabrik  
Oskar Lünig  
7 Stuttgart 81  
Im Beigart 1

vom Innenministerium Baden-Württemberg  
erteilten Zulassungszeichen

BAM 1274 I

im Werk

7 Stuttgart 81  
Im Beigart 1

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0299

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

Gegenstand auf eine feuerfeste Unterlage  
stellen und die Spitze des eingeleimten  
Kegels entzünden.

Berlin-Dahlem, den 1. Juli 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

Der pyrotechnische Gegenstand

Knallbonbon

mit dem der Firma

C. Schauer Nachfolger  
1 Berlin 61  
Hagelberger Str. 53/54

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

BAM 2100 I

von der Firma

G. Ahrenkiel  
9690 Fjerritslev  
Industrivej 1-5  
Dänemark

in

9690 Fjerritslev  
Industrivej 1-5  
Dänemark

hergestellt, erhält das Zulassungszeichen

BAM - P I - 0300

und trägt zusätzlich zu der vorgeschriebnen  
Kennzeichnung keinen Hinweis für die Verwendung.

Berlin-Dahlem, den 25. März 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

Der pyrotechnische Gegenstand

Silberregen A mit Reibkopf

mit dem der Firma

J. G. W. Berckholtz  
Pyrotechnische Fabrik  
2085 Quickborn  
Berckholtzstr. 10

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

BAM 2205 I

im Werk

2085 Quickborn  
Berckholtzstr. 10

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0301

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

Gegenstand durch Reiben an der Reibfläche  
einer Streichholzsachtel entzünden und  
waagrecht mit der Flamme vom Körper  
weg fest in der Hand halten.

Nur im Freien verwenden!  
Nicht auf Personen richten!

Berlin-Dahlem, den 1. Juli 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

Der pyrotechnische Gegenstand

Schlangenhut

mit dem der Firma

Pyrotechnische Fabrik  
Oskar Lünig  
7 Stuttgart 81  
Im Beigart 1

vom Innenministerium Baden-Württemberg  
erteilten Zulassungszeichen

BAM 892 I

im Werk

7 Stuttgart 81  
Im Beigart 1

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0302

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

Gegenstand auf eine feuerfeste Unterlage  
stellen und an der oberen Kante entzünden.

Berlin-Dahlem, den 1. Juli 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

Der pyrotechnische Gegenstand

Goldregen B mit Reibkopf

mit dem der Firma

J.G.W. Berckholtz  
Pyrotechnische Fabrik  
2085 Quickborn  
Berckholtzstr. 10

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

BAM 2204 I

im Werk

2085 Quickborn  
Berckholtzstr. 10

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0303

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

Gegenstand durch Reiben an der Reibfläche  
einer Streichholzschachtel entzünden und  
waagrecht mit der Flamme vom Körper  
weg fest in der Hand halten.

Nur im Freien verwenden!

Nicht auf Personen richten!

Berlin-Dahlem, den 1. Juli 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

Der pyrotechnische Gegenstand

Scherzkork mit Schlange

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 734 I

im Werk

5208 Eitorf/Sieg

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0304

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

Scherzkork wie einen Korken auf eine  
Flasche stecken und an der Oberseite entzünden.

Berlin-Dahlem, den 1. Juli 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

Der pyrotechnische Gegenstand

Schlangenhut

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 732 I

im Werk

5208 Eitorf/Sieg

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0306

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

Schlangenhut auf eine feuerfeste Unterlage  
stellen und an der oberen Kante entzünden.

Berlin-Dahlem, den 1. Juli 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

Der pyrotechnische Gegenstand

Goldregen A mit Reibkopf

mit dem der Firma

J. G. W. Berckholtz  
Pyrotechnische Fabrik  
2085 Quickborn  
Berckholtzstr. 10

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

BAM 2203 I

im Werk

2085 Quickborn  
Berckholtzstr. 10

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0307

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

Gegenstand durch Reiben an der Reibfläche einer  
Streichholzschachtel entzünden und waagrecht  
mit der Flamme vom Körper weg fest in der  
Hand halten.

Nur im Freien verwenden!  
Nicht auf Personen richten!

Berlin-Dahlem, den 1. Juli 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

Der pyrotechnische Gegenstand

Schlangenei

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 733 I

im Werk

5208 Eitorf/Sieg

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0308

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

Schlangenei auf eine feuerfeste Unterlage stellen  
und an der oberen Kante entzünden.

Berlin-Dahlem, den 1. Juli 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

Der pyrotechnische Gegenstand

Kraterschlange

mit dem der Firma

J. G. W. Berckholtz  
Pyrotechnische Fabrik  
2085 Quickborn  
Berckholtzstr. 10

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

CTR/MPA 514 I

im Werk

2085 Quickborn  
Berckholtzstr. 10

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0310

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

Gegenstand auf eine feuerfeste Unterlage  
stellen und an der Spitze anzünden.

Berlin-Dahlem, den 1. Juli 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

Der pyrotechnische Gegenstand

Cobra (Brillenschlange)

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

BAM 1066 I

im Werk

5208 Eitorf/Sieg

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0312

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

Kegel auf eine feuerfeste Unterlage stellen  
und an der Spitze entzünden.

Berlin-Dahlem, den 1. Juli 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

Der pyrotechnische Gegenstand

Knisterfontäne

mit dem der Firma

J. G. W. Berckholtz  
Pyrotechnische Fabrik  
2085 Quickborn  
Berckholtzstr. 10

vom Senator für Inneres der Freien und Hansestadt  
Hamburg erteilten Zulassungszeichen

CTR/MPA 532 I

im Werk

2085 Quickborn  
Berckholtzstr. 10

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0313

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

Gegenstand auf eine feuerfeste Unterlage stellen  
und seitlich stehend an der Papierabklebung der  
Oberseite anzünden.

Nicht unter Beleuchtungskörpern abbrennen!

Berlin Dahlem, den 1. Juli 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

Der pyrotechnische Gegenstand

Geisterfontäne

mit dem der Firma

J. G. W. Berckholtz  
Pyrotechnische Fabrik  
2085 Quickborn  
Berckholtzstr. 10

vom Senator für Inneres der Freien und Hansestadt  
Hamburg erteilten Zulassungszeichen

CTR/MPA 531 I

im Werk

2085 Quickborn  
Berckholtzstr. 10

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0315

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

Gegenstand auf eine feuerfeste Unterlage stel-  
len und seitlich stehend an der Papierabkle-  
bung der Oberseite anzünden.

Nicht unter Beleuchtungskörpern abbrennen!

Berlin-Dahlem, den 1. Juli 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

Der pyrotechnische Gegenstand

Tischfeuerwerk

mit dem der Firma

Dr. Stephan Zaphiroff  
Pyrotechnische Fabrik  
1 Berlin 48  
Rigistr. 8

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

BAM 1233 I

im Werk

1 Berlin 48  
Rigistr. 8

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0317

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 1. Juli 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

Der pyrotechnische Gegenstand

Schneekegel

mit dem der Firma

J. G. W. Berckholtz  
Pyrotechnische Fabrik  
2085 Quickborn  
Berckholtzstr. 10

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

CTR/MPA 513 I

im Werk

2085 Quickborn  
Berckholtzstr. 10

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0319

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

Gegenstand auf eine feuerfeste Unterlage stellen  
und an der Spitze anzünden.

Berlin-Dahlem, den 1. Juli 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

Der pyrotechnische Gegenstand  
Schlangenhut

mit dem der Firma

Oscar Fischer KG  
Pyrotechnische Fabrik  
745 Hechingen  
Lindichstr. 1

vom Innenministerium Baden-Württemberg

erteilten Zulassungszeichen

BAM 878 I

im Werk

745 Hechingen  
Lindichstr. 1

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0320

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

Gegenstand auf eine feuerfeste Unterlage stel-  
len und an der oberen Kante entzünden.

Berlin-Dahlem, den 1. Juli 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

Der pyrotechnische Gegenstand

Tischfeuerwerk

mit dem der Firma

Dr. Stephan Zaphiroff  
Pyrotechnische Fabrik  
1 Berlin 48  
Rigistr. 8

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

BAM 1233 I

im Werk

1 Berlin 48  
Rigistr. 8

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0322

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 1. Juli 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

Der pyrotechnische Gegenstand

Scherzkork mit Riesenschlange

mit dem der Firma

J. G. W. Berckholtz  
Pyrotechnische Fabrik  
2085 Quickborn  
Berckholtzstr. 10

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

BAM 1045 I

im Werk

2085 Quickborn  
Berckholtzstr. 10

dieser Firma hergestellt, erhält das Zulassungs-  
zeichen

BAM - P I - 0324

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

Gegenstand wie einen Korken auf eine Flasche  
stecken und an der Oberseite anzünden.

Berlin-Dahlem, den 1. Juli 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

Der pyrotechnische Gegenstand

Pille für Hinterlader

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

BAM 1647 I

im Werk

5208 Eitorf/Sieg

dieser Firma hergestellt, erhält das Zahlungs-  
zeichen

BAM - P I - 0325

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

Figur auf eine feuerfeste Unterlage stellen, Pil-  
le fest mit dem vorstehenden Teil der Folien-  
umwicklung in das vorgesehene Loch der Figur  
stecken und am anderen Ende anzünden.

Berlin-Dahlem, den 1. Juli 1971

Der Präsident der  
Bundesanstalt für Materialprüfung  
Im Auftrag

Dr. - Ing. J. Zehr

# 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.

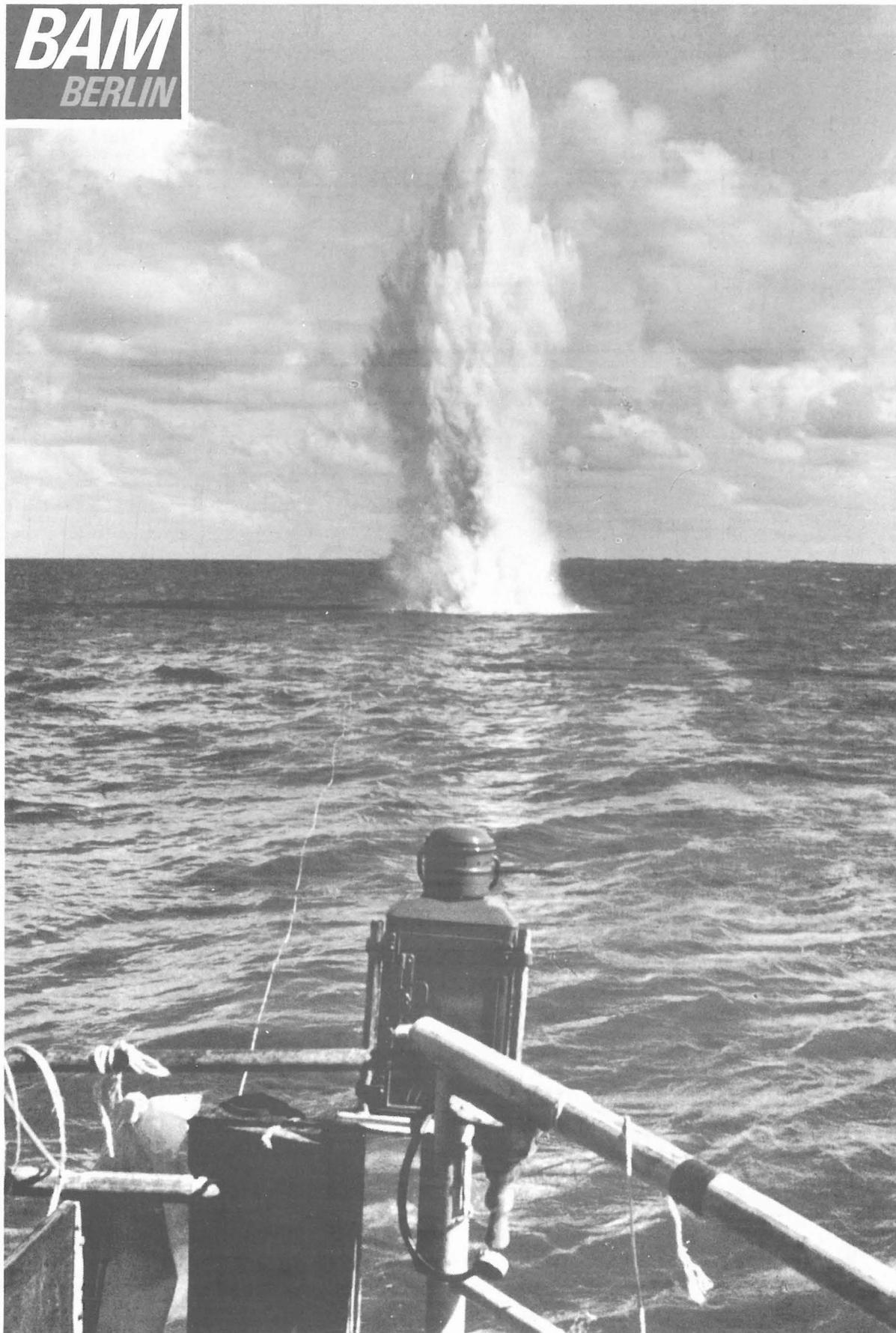
Bonn, den 25. August 1969

Der Bundespräsident Heinemann

Der Stellvertreter des Bundeskanzlers Brandt

Für den Bundesminister für Wirtschaft  
Der Bundesminister des Auswärtigen  
Brandt

**BAM**  
BERLIN



*Sprengseismik auf See; Detonation von 5 kg seismischen Sprengstoffs in 1 m Wassertiefe*

*Gemäß den Vorschriften der 2. DVO zum Sprengstoffgesetz werden widerrufliche oder endgültige Zulassungen von Sprengstoffen zum Vertrieb, zum Überlassen an andere und zur Verwendung erteilt.*