

# Zeitschrift für angewandte Chemie.

1905. Heft 2.

Alleinige Annahme von Inseraten bei der Annonceexpedition von August Scherl G. m. b. H.,  
Berlin SW. 12, Zimmerstr. 37—41

sowie in deren Filialen: **Breslau**, Schweidnitzerstr. Ecke Karlstr. 1. **Dresden**, Seestr. 1. **Elberfeld**, Herzogstraße 38. **Frankfurt a. M.**, Zeil 63. **Hamburg**, Alter Wall 76. **Hannover**, Georgstr. 39. **Kassel**, Ober Königstr. 27. **Köln a. Rh.**, Hohestr. 145. **Leipzig**, Königstr. 33 (bei Ernst Keils Nchf. G. m. b. H.). **Magdeburg**, Breiteweg 184, I. **München**, Kaufingerstraße 25 (Domfreiheit). **Nürnberg**, Kaiserstraße Ecke Fleischbrücke. **Stuttgart**, Königstr. 11, I. **Wien I**, Graben 28.

Der Insertionspreis beträgt pro mm Höhe bei 45 mm Breite (3 gespalten) 15 Pfennige, auf den beiden äußeren Umschlagseiten 20 Pfennige. Bei Wiederholungen tritt entsprechender Rabatt ein. Beilagen werden pro 1000 Stück mit 8.— M für 5 Gramm Gewicht berechnet; für schwere Beilagen tritt besondere Vereinbarung ein.

## INHALT:

W. C. Heraeus: Schmelzpunktsbestimmung feuerfester keramischer Produkte 49.

Sigurd Nauckhoff: Beiträge zur Kenntnis der Gefrierverhältnisse des Nitroglycerins und der nitroglycerinhaltigen Sprengstoffe mit besonderer Rücksicht auf die Mittel zur Erniedrigung der Gefriertemperatur derselben (Schluß) 53.

G. Lunge: Weiteres zur Theorie des Bleikammerprozesses 60.

## Referate:

Pharmazeutische Chemie 71; — Agrikulturchemie; — Bleicherei, Färberei und Zeugdruck 72; — Natürliche Farbstoffe 73.

## Wirtschaftlich-gewerblicher Teil:

Tagesgeschichtliche und Handelsrundschau: Warenzeichengesetz in China 73; — Handelsnotizen 75; — Personalnotizen 76; — Neue Bücher; — Bücherbesprechungen 77; — Patentlisten 77.

## Verein deutscher Chemiker.

Hannoverscher Bezirksverein: Dr. Laves: Über Konservierung und Zubereitung der Haushaltmilch. — Über Vergärung von Roßkastanienüssen 80.

## Schmelzpunktsbestimmung feuerfester keramischer Produkte.

(Mitteilung aus dem wissenschaftlichen Laboratorium.)

Von W. C. HERAEUS, Hanau a. M.

(Eingeg. d. 5. 12. 1904)

Die seither für Arbeiten über 1500° zur Verfügung stehenden Heizquellen gestatteten es kaum, einen Ofen zu konstruieren, der es ermöglicht,

1. bestimmte Temperaturen zwischen 1500 und 2000° zu erzielen und zufolge leichter Regulierbarkeit auf beliebige Zeit genau einzuhalten,

2. die bei diesen Temperaturen sich abspielenden Prozesse direkt zu beobachten,

3. die Einwirkung der Heizgase (Knallgasgebläse) oder verdampfender Kohle (Lichtbogen oder Widerstandserhitzung im Kohlerohr) von dem zu untersuchenden Material fernzuhalten.

Der von mir konstruierte Ofen für elektrische Widerstandserhitzung aus reinem Iridium (zuerst beschrieben von Nernst, Göttingen, Akademieberichte 1903, Heft 2 und in der Z. f. Elektroch. 1903, 622), erfüllt die oben genannten Bedingungen vollkommen und bietet infolge des hohen Schmelzpunktes des Iridiums die Möglichkeit, für exakttere Schmelzpunktsbestimmungen bis zu 2100° zu gehen.

Die Konstruktion dieses Ofens ermöglichte es mir, den Anregungen des Herrn Dr. Paul Jochum, Karlsruhe, der sich

bereits seit Jahren eingehend mit der Untersuchung hochfeuerfester Materialien beschäftigt, Folge zu geben und eine große Anzahl mir zur Verfügung gestellter, teils natürlicher, teils künstlicher feuerfester Produkte auf Sinterungs- und Schmelzpunkt zu untersuchen. Herr Dr. H a a g n , welcher diese Arbeiten ausführte, hat die verschiedenen hierunter beschriebenen Methoden ausgearbeitet.

Der zur Untersuchung benutzte Ofen bestand im wesentlichen aus einem Rohr aus reinem Iridium von 200 mm Länge und 40 mm lichter Weite bei etwa 0,2 mm Wandstärke, das an beiden Enden mit 1,5 mm starken aufgelöteten Platinflanschen versehen war. Die Stromzuführung wurde durch 100 mm breite, dicke Bänder aus weichem Silber, welche einerseits mit Nickelschrauben an den Platinflansch, andererseits mit der Stromzuleitung, die aus einer Anzahl biegsamer Kabel bestand, verschraubt wurden.

Das Iridiumrohr ist zunächst, und zwar so, daß die Platinflanschen beiderseits je ca. 2 cm frei überstehen, von einem aus zwei Teilen bestehenden 60 mm weiten Rohr aus geschmolzener Magnesia umgeben, welch letzteres mit Hilfe durchlochter Stöpsel in einem 160 mm weiten Chamotterohr eingehängt ist. Der Zwischenraum zwischen Magnesia und Chamotterohr ist mit gekörnter, geschmolzener Magnesia ausgefüllt.

Besondere Schwierigkeiten bereitet bei den naturgemäß sehr stark zu dimensionie-

renden Stromzuführungen die spannungs-freie Montage des Ofens, da das sehr weich werdende, verhältnismäßig dünne Iridium-rohr natürlich sorgfältig vor Durchbiegung bewahrt werden muß.

Der so montierte Ofen ist nach Art der von mir in meinem Spezialkatalog beschriebenen drehbaren Senköfen so in ein Stativ eingebaut, daß er einmal in senkrechter Rich-tung um etwa 60 cm verschoben, zum andern durch Drehung, sowohl vertikal als auch hori-zontal aufgestellt werden kann.

Der Ofen erfordert zu seinem Betriebe wegen des geringen Widerstandes des Iri-diumrohres einen sehr starken Strom von niederer Spannung; zur Erzielung von  $2100^{\circ}$  sind 1200 Ampère bei 5 Volt erforderlich.

In Ermangelung anderer Einrichtungen wurde Gleichstrom verwendet und die Regulierung direkt an der Dynamomaschine durch Änderung des Erregerstromes vorge-genommen; bei Verwendung von Wechsel-strom ist die Regulierung selbstverständlich einfacher. Immerhin dürfte aber die Aus-führung der nachfolgenden Untersuchungen im Industrielaboratorium wegen des hohen Preises des erforderlichen Ofens und der Not-wendigkeit öfterer Reparaturen auf fast un-überwindliche Hindernisse stoßen. Es ist deshalb beabsichtigt, falls sich ein dauerndes Bedürfnis für derartige Untersuchungen her-ausstellt, die Ausführung derselben an einer Zentralstelle in Hanau in die Wege zu leiten.

Hauptfordernis neben der Erzeugung der zu den Untersuchungen notwendigen hohen Temperaturen ist die möglichst zu-verlässige und leicht ausführbare Messung dieser Temperaturen. Das durch die erfolg-reichen Arbeiten der Physikalisch-Techni-schen Reichsanstalt der Industrie dienstbar gemachte Verfahren exakter Temperatur-messung mit dem Le Chatelier-schen Pyrometer kann für die hier in Betracht kommenden hohen Temperaturen nicht mehr Verwendung finden.

Ich benutze deshalb ein von mir herge-stelltes Thermoelement, dessen einer Schen-kel aus reinem Iridium, der andere aus einer Legierung von reinem Iridium mit 10% reinem Ruthen besteht. Der Schmelzpunkt dieses Elementes liegt über  $2100^{\circ}$ , so daß es zu Messungen aller Temperaturen, die in den erwähnten Öfen erzeugt werden können, brauchbar ist.

Die Eichung des Elementes geschah derart, daß der durch Erhitzung entste-hende Thermostrom mit einem von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ge-eichten Normalelement aus Platin gegen Platin-Rhodium bis zu  $1600^{\circ}$  verglichen

wurde. Durch Messung des Schmelzpunktes des reinen Platins mit dem Iridium-Ruthenelement wurde festgestellt, daß die Thermokraft bis zu dieser Temperatur, die von der Reichsanstalt zu  $1780^{\circ}$  bestimmt wurde, gleichmäßig ansteigt. Unter der Annahme, daß dieses gleichmäßige An-steigen bis zu  $2000^{\circ}$  weiter stattfindet, wurde dann die Thermokraft für die Temperaturen über  $1780^{\circ}$  durch Extrapolation festgelegt.

Da in den hierunter mitgeteilten Unter-suchungen die Temperaturen den Schmelz-punkt des Platins nicht überstiegen, ist ohne-dies ein Fehler in den Messungen nicht zu erwarten.

Kleinere Veränderungen, die das Element durch dauernde Benutzung erleidet, müssen von Zeit zu Zeit durch Nachreihung fest-gestellt werden. Ebenso sind einige Vor-sichtsmaßregeln beim Einbau des Elementes zu beachten, deren Beschreibung über den Rahmen dieser Veröffentlichung hinausgehen würde.

Jedenfalls ist in vorliegendem Falle die Temperaturbestimmung, wie schon die Über-einstimmung der Resultate verschiedener Parallelversuche ergibt, als zuverlässig zu bezeichnen.

Zur Ausführung der Schmelzpunktsbe-stimmung hat sich folgende Anordnung am besten bewährt:

Der Iridiumofen wird horizontal gelagert. In die Mitte des Rohres wird auf einer Unter-lage von Ätzkalk ein tellerartiges Gefäß aus reinem Iridium, das zur Aufnahme der zu untersuchenden Massen bestimmt ist, auf-gestellt. Die beiden Enden des Rohres werden mit Stöpseln aus feuerfester Masse ver-schlossen, von denen der eine ein kleines kreisrundes Loch zur Beobachtung der Vor-gänge im Ofen hat, während durch ein glei-ches Loch im zweiten Stöpsel das Thermo-element, dessen Lötstelle direkt hinter dem Teller, in welchem sich die Tonprobe be-findest, liegt, hindurchgeht. Die zu unter-suchende Masse wird, wenn größere Stücke vorliegen, durch Aussägen, wenn in Pulver-form, durch Pressen in die Form kleiner Kegel von etwa 0,5—2,0 g Gewicht gebracht und auf dem Iridiumteller so aufgestellt, daß die Kegelmitte etwa in der Achse des Rohres liegt. Die Beobachtung des Vorganges im Ofen geschah mittels Fernrohr in etwa 1 m Entfernung vom Ofen. Zwischen Fernrohr und Objekt war zur Abblendung des außer-ordentlich hellen Lichtes eine dunkelrote Scheibe angebracht.

Bei der Beobachtung wurden stets zwei charakteristische Veränderungen des Mate-rials im Laufe der Erhitzung wahrgenommen,

1. Beginnende Erweichung:  
Die Kanten der Kegel runden sich ab und werden glatt.

2. Vollkommene Schmelzung:

Der Kegel sinkt in sich zusammen.

Die in beiden Fällen im Ofen herrschende Temperatur wurde an dem Galvanometer abgelesen.

Es war nun zunächst durch Vorversuche festzustellen, ob und inwieweit eventuell verschieden schnelles Anheizen und die Größe der Kegel die Genauigkeit der Bestimmung beeinflussen könne, umso mehr, als sich in der Literatur hierüber sehr widersprechende Angaben finden.

Die unten in ihren Resultaten angegebenen Versuche ergaben, daß bei reinen Tonen, die einen wohl charakterisierten Schmelzpunkt haben, weder die Schnelligkeit der Anheizung, noch die Größe der Kegel eine wesentliche Verschiebung des Schmelzpunktes bedingen. Die geschmolzene Masse zeigt bei diesen Materialien nach dem Erkalten porzellanartigen Bruch und hat, von neuem erhitzt, denselben Schmelzpunkt wie zuvor.

Etwas abweichend verhalten sich quarzreiche Dinassteine, welche ein wesentlich langsameres Erweichen zeigen und beim Schmelzen fast vollkommen durchsichtige Gläser geben.

1. Gewicht des Kegels 0,25 g.

Anheizung von 1600° bis zum Schmelzpunkt 17 Minuten.

Beginn der sichtbaren Erweichung 1780°

Vollkommene Schmelzung 1795°

2. Dasselbe Material.

Gewicht des Kegels 0,25 g.

Anheizung von 1600° bis zum Schmelzpunkt 2 Minuten.

Beginn der sichtbaren Erweichung 1785°

Vollkommene Schmelzung 1795°

3. Dasselbe Material.

Gewicht des Kegels 2,5 g.

Anheizung von 1600° bis zum Schmelzpunkt 4 Minuten.

Beginn der sichtbaren Erweichung 1785°

Vollkommene Schmelzung 1795°

4. Dasselbe Material jedoch von dem niedergeschmolzenen Kegel Nr. 3.

Gewicht des Kegels 0,5 g.

Anheizung von 1600° bis zum Schmelzpunkt 8 Minuten.

Beginn der Erweichung 1780°

Vollkommene Schmelzung 1785°

Weitere Bestimmungen zeigen die folgenden Tabellen.

Zusammenstellung der Schmelzpunkte keramischer Erzeugnisse.

Benennung der Masse	Schmelztemperatur in Graden	
Saarkohlenschiefer Nr. 1 der Liste der Kohlenschiefertone	1780	1780
Rakonitzer Schiefer Nr. 5 der Liste der Kohlenschiefertone	1760	1770
Saarauer Blauton	1725	1730
Saarauer Kaolin	1750	1750
Zettlitzer Kaolin	1740	1745
Ton von Kährlich	1660	1670
Mährischer Ton schiefer Blosdorf Wenzelstollen	1765	
Plastischer Ton Ia ff. v. Briesen i. Mähren	1735	
dito schwarz	1715	
Schieferton Blosdorf, Josephistollen	1760	
Schieferton, Blosdorfer Wald Tone von Grünstadt	1760	
Nr. 1 Kaolinton von Grünstadt	1720	
Nr. 2 weißer, heller Ton von Eisenberg (Pfalz)	1700	
Nr. 3 Chamotte, gebr. Schieferton	1740	
Nr. 4 desgl. Rakonitzer Ton-schiefer	1750	
Nr. 5 desgl. Saarkohlen Ton-schiefer	1770	
Nr. 6 Glashafenton, gebrannt, Pfälzer	1725	1670
Nr. 7 geschlammter Steingutton	1670	
Nr. 8 blauer Tiegelton, Pfälzer Chamottewaren.	1700	
Qu 7	1740	
Palatina X	1735	
P Q X	1735	
Palatina	1725	
A	1705	
P Q	1695	
J	1695	
A Q	1670	
Segerkegel.		
Nr. 36	1775	1775
Nr. 35	1745	1750
Nr. 34	1725	
Nr. 33	1695	
Nr. 32	1675	
Nr. 31	1650	
Nr. 30	1630	

Leider war es aus prinzipiellen Gründen nicht möglich, die Versuche auf das Verhalten der Materialien bei gleichen Temperaturen in reduzierenden Gasen auszudehnen. Bei den hohen Temperaturen wird  $SiO_2$  sofort reduziert und wirkt durch Bildung von Iridsilicium rapid zerstörend auf den Ofen ein.

Im weiteren Verlauf meiner Korrespondenz mit Herrn Dr. Jochum wurde ich darauf aufmerksam gemacht, daß zur Beurteilung der Brauchbarkeit eines feuerfesten Materials für die Technik der Schmelzpunkt der betreffenden Masse allein nicht maßgebend sei, daß es vielmehr auch sehr darauf ankomme, ob und eventuell wie weit die Temperatur der beginnenden Erweichung

der Materialien von der der vollkommenen Schmelzung entfernt liege.

Es wurde zunächst versucht, mit Hilfe der Messungen der elektrischen Leitfähigkeit bei hohen Temperaturen festzustellen, ob bereits unter dem Schmelzpunkt wesentliche, eventuell sprunghaft verlaufende Änderungen der Leitfähigkeit stattfinden.

Wenn hierbei wohl auch manche Beobachtungen gemacht wurden, die eine weitere Verfolgung lohnen, wie z. B. die verschiedene Leitfähigkeit der Tone eventuell die Erkennung der einzelnen Bestandteile von Gemengen erlauben würde, so waren doch für die gestellte Frage brauchbare Resultate nicht zu erzielen.

Es wurde nunmehr eine Methode ausgearbeitet, welche es gestattet, die Druckfestigkeit der Massen resp., deren Abnahme bei Temperaturen bis zum Schmelzpunkt messend zu verfolgen, und zwar in der Weise daß das Einsinken eines Iridiumstempels in die erweichende Masse bei bestimmter Belastung und ansteigender Temperatur beobachtet wird. Die Anordnung war folgende:

Der Iridiumofen wurde vertikal angeordnet und die Masse am vorteilhaftesten in Form eines Würfels mit glatt geschliffenen Flächen auf dem Iridiumteller in der Mitte des Rohres aufgestellt. Das Thermoelement lag direkt unter dem Teller und wurde durch das untere geschlossene Ende des Rohres geführt. Das obere Ende des Rohres ist ebenfalls geschlossen, jedoch enthält der Stöpsel eine kleine Öffnung zum reibungsfreien Durchlaß des Belastungsstempels.

In der Achse des Ofens wurde mit Hilfe einer Führung ein Stab aus reinem Iridium von 9 qmm Querschnitt angeordnet, der am unteren Ende auf genau 1 qmm mit ebenen Flächen abgeschliffen war und am oberen Ende eine aufgelötete Stahlscheibe trug. Auf dieser Scheibe ruhte, gegen die ausstrahlende Wärme des Ofens in geeigneter Weise geschützt, auf einer Schneide eine Hebelvorrichtung, deren kurzer Schenkel durch Gewichte ausbalanciert war, während der 10 mal längere Schenkel mit einer Vorrichtung zum Aufhängen von Reitergewichten versehen in einem Zeiger endigte, der auf einer Millimeterskala spielte. Da das Verhältnis der beiden Schenkel 1:10 betrug, entspricht ein Einsinken des Stempels um 1 mm einem Zeigerausschlag von 10 mm. Der Druck, welchen die Schneide dieser Hebelvorrichtung bei verschiedener Belastung mit Reitergewichten auf die Scheibe des Iridiumstempels ausübt, war mit Hilfe einer Wage empirisch festgestellt.

Bei Benutzung dieser Vorrichtung steht

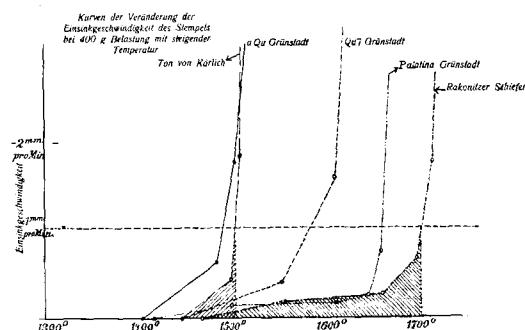
der Iridiumstempel auf der Mitte des zu prüfenden Würfels. Der Druck, dem das Material so ausgesetzt wird, setzt sich zusammen aus dem Eigengewicht des Stempels zuzüglich dem Hebeldruck der eventuell mit Gewichten belasteten Hebelvorrichtung.

Wird nun der Ofen langsam angeheizt, so zeigt zunächst, infolge Ausdehnung des Iridiumstabes, der Hebel eine Ansteigung, bis bei etwa 1400° ein praktisch als Nullpunkt anzunehmender Stand des Zeigers erreicht wird. Bei weiterer langsamer Temperatursteigung beobachtet man, je nach dem Verhalten der zu prüfenden Masse ein, infolge Einsinkens des Iridiumstempels in die Masse, langsameres oder rascheres Sinken des Hebels.

Wird nun der Stand des Hebels mit fortschreitender Zeit unter gleichzeitiger Kontrolle der Temperatur beobachtet, so findet man für verschiedene Massen, unabhängig von dem Schmelzpunkt derselben, einen großen Unterschied in dem Temperaturintervall zwischen Beginn des Einsinkens und schnellerer Erweichung, die, wie es scheint, Rückschlüsse auf die Brauchbarkeit der Materialien für pyrotechnische Zwecke gestattet.

Um nun die Resultate der Beobachtungen in einfacher Weise deuten zu können, muß aus diesen die Einsinkgeschwindigkeit berechnet werden, denn nur diese stellt ein direktes Maß für die Zähigkeit oder Härte, welche hier bestimmt werden soll, dar. Trägt man sich in einem Koordinatensystem die fortschreitende Einsinktiefe mit der Zeit auf, so kann durch eine einfache Tangentenkonstruktion die Einsinkgeschwindigkeit gefunden werden. Trägt man nun diese so gefundene Einsinkgeschwindigkeit des Stempels, wie in beiliegender Kurvenzeichnung, als Ordinaten, die dazu gehörigen Temperaturen als Abszissen auf, so bekommt man für jeden Ton charakteristische Kurven, aus denen man auf das Verhalten der Tone bei der praktischen Benutzung schließen kann. Während z. B. der Rakonitzer Schiefer und Palatina Grünstadt einen relativ tiefen Punkt des beginnenden Einsinkens zeigen, steigt die Kurve nur sehr langsam mit der Temperatur an und wird erst 50—100° unterhalb des Schmelzpunktes sehr groß. Beim Ton von Kärlach A Qu und Qu 7 Grünstadt ist das Verhalten ein wesentlich anderes, indem die Einsinkgeschwindigkeit sehr rasch ansteigt und innerhalb eines wesentlich geringeren Temperaturintervalls als bei den erstgenannten sehr groß wird. Da sich nach der angegebenen Methode sehr große Einsinkgeschwindigkeiten, wenigstens vorläufig, noch nicht mit der genügenden Genauigkeit

feststellen lassen, so wird man zweckmäßiger als obere Grenze eine mittlere Einsinkgeschwindigkeit z. B. 1 mm pro Minute zum Vergleich heranziehen. Ich habe für zwei Massen in meiner Kurvenzeichnung dieses Verhältnis zum Ausdruck gebracht, indem ich den von der Kurve eingenommenen Raum der Abszissen extra schraffiert habe. Beim Ton von Kärlisch ist dieser Raum sehr klein, beim Rakonitzer Schiefer hingegen, im Vergleich zu jenem, außerordentlich groß. Die



praktische Deutung der Beobachtung ist folgende:

Diejenigen Materialien, bei denen der erörterte Raum der Kurve groß ist, dessen Ende aber näher dem Schmelzpunkt der Masse liegt, haben keine allzu große Festigkeit bei relativ niedrigen Temperaturen, diese nimmt aber bis zum Schmelzpunkt nur langsam ab. Sie sind daher bei richtiger Konstruktion für sehr hohe Temperatur brauchbar.

Diejenigen Materialien mit schnellerem Anstieg der Kurve sind bei niederen Temperaturen sehr widerstandsfähig. Ihre Festigkeit nimmt aber schneller ab und erreicht viel früher ihre Grenze. Ich gebe überdies auch noch eine kleine Tabelle der Beobachtungen bei, aus deren Zahlen das Verhalten der untersuchten Tone gefolgt werden kann.

#### Tabelle über die Festigkeitsbestimmung an keramischen Produkten.

Bei 400 g Belastung.

Masse	Schmelzpunkt	Differenz		
		II. Beginn des Einsinkens	III. Einsinkgeschwindigkeit 1 mm pro Min.	III - II I - III
Rakonitzer Schiefer von Dr. Jochum . . . .	1760°	1475°	1710° 230°	50°
Nr. 6 von Grünstadt . . . .	1725°	1400°	1570° 170°	150°
Saargarer Kaolin . . . .	1750°	1320°	1700° 380°	50°
Ton von Kärlisch . . . .	1670°	1450°	1510° 60°	160°
Palatina Grünstadt . . . .	1725°	1420°	1670° 250°	55°
Qu 7 von Grünstadt . . . .	1740°	1450°	1590° 140°	150°
A Qu Grünstadt . . . .	1670°	1410°	1500° 90°	170°

Die beschriebene Methode kann in einfacher Weise noch exakter gestaltet werden, indem entweder das Einsinken des Stempels mit der Zeit durch eine Registriervorrichtung aufgezeichnet wird, so daß man eine vollkommene Kurve des Zeigerganges erhält, oder dadurch, daß die Einsinkgeschwindigkeit bei verschiedenen, längere Zeit konstant gehaltenen Temperaturen beobachtet wird.

Die angeführten Untersuchungen beziehen sich alle auf eine Belastung von 400 g pro Quadratmillimeter, bei welcher sich die beschriebenen Unterschiede zeigen. Bei geringerer Belastung werden natürlich ausgedehntere Kurven erhalten, so daß auch diejenigen Tone die bei 400 g Belastung einen sehr raschen Anstieg zeigen, eine langsame ansteigende Kurve erhalten. Dadurch tritt aber der Unterschied der einzelnen Massen weniger scharf hervor. Vielleicht dürfte es am zweckmäßigsten sein, zur Unterscheidung verwandter Massen eine höhere Belastung zu wählen . . . . Zu einer präzisen Ausarbeitung der Methode ist die Mitarbeit berufener Fachmänner erwünscht, um die Methode den Anforderungen der Praxis mehr anzupassen.

#### Beiträge zur Kenntnis der Gefrierverhältnisse des Nitroglycerins und der nitro- glycerinhaltigen Sprengstoffe

mit besonderer Rücksicht auf die Mittel zur Erniedrigung der Gefriertemperatur derselben.

Von Ing. SIGURD NAUCKHOFF.

(Schluß von S. 11.)

Vor der Besprechung der Anwendung der Theorie auf die Berechnung der Gefriertemperatur nitroglycerinhaltiger Sprengstoffe mögen in diesem Zusammenhange einige Fragen allgemeinerer Natur erwähnt sein.

1. Weshalb liegt der Gefrierpunkt des technischen Nitroglycerins erheblich tiefer als derjenige des chemisch reinen?

Daß die niedrige Gefriertemperatur des technischen Nitroglycerins auf die darin gelösten Verunreinigungen zurückzuführen ist, ist ja ohne weiteres klar; es erübrigt deshalb nur noch, diese Verunreinigungen zu kennzeichnen. Meines Erachtens bestehen diese Verunreinigungen aus niedrigeren Nitrierungsstufen des Glycerins (also aus Mono- oder Dinitroglycerin), die beim Nitrieren oder dem darauffolgenden Waschen entstanden sind. Das Mononitroglycerin kommt aber wahrscheinlich seiner Löslichkeit in Wasser