

Hamburg, 5. Oktober 1945

Abhängigkeit des Härtevorganges von verschiedenen
Grundölen und verschiedenen Zusätzen.

1.) Einleitung:

Es ist bekannt, daß Stähle je nach ihren Zusammensetzungen mit verschiedenen Abkühlmitteln gehärtet werden müssen. Legierte Stähle werden im allgemeinen in Öl gehärtet. Je niedriger der Anteil des Stahls an Legierungskomponenten ist, umso höhere Abkühlfähigkeit muß das Härteöl haben, damit das zu härtende Stahlstück durchhärtet und die geforderten Härteziffern erhält. Legierungsarme Stähle werden in normalem Mineralöl nicht genügend schnell abgekühlt; andererseits ist aber die Abkühlung im Wasser zu schroff. Je nach der Form der Werkstücke besteht bei Härtung in Wasser die Gefahr der Härterißbildung. Es sollte daher ein Härteöl entwickelt werden, welches legierungsarme Stähle einwandfrei abkühlt.

- 2.) Während des Abkühlungsvorgangs durchläuft das Stahlstück das gesamte Temperaturfeld, nach oben begrenzt durch die Temperatur, auf welche das Stahlstück erwärmt werden muß, nach unten begrenzt durch die Temperatur im Härtebad bzw. durch die Raumtemperatur. Für die Härteergebnisse ist es wichtig, daß in ganz bestimmten Temperaturzonen dieses Temperaturfeldes eine genügend hohe Abkühlfähigkeit des Härtemittels gegeben ist. Bei legierungsarmen Stählen ist es insbesondere notwendig, daß im Gebiet der Martensitbildung, die etwa bei 300°C und darunter erfolgt, von dem Härtemittel eine ausreichende Abkühlwirkung ausgeübt wird. Für die Entwicklungsarbeit war es daher notwendig, eine Meßmethode zu verwenden, welche die Unterschiede der einzelnen Härtemittel reproduzierbar erkennen läßt und die Abkühlfähigkeit in den einzelnen Temperaturzonen des gesamten Temperaturfeldes sichtbar macht. Eine solche Meßmethode ist schon in früheren Jahren vom Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf, in Form der sogenannten Silberkugelmethode ausgearbeitet worden. Diese Methode und die Arbeitsweise wird nachfolgend (Abschnitt 3)

beschrieben. Eine eigene Apparatur für diese Methode besitzen wir nicht.

3.) Beschreibung und Arbeitsweise der Prüfapparatur (Silberkugelmethode):

Das Prinzip der Methode:

Eine kleine Metallmasse in Form einer Silberkugel wird auf 800°C erhitzt und in das zu prüfende Härtemittel getaucht. Durch ein Thermoelement wird die jeweilige Temperatur der Kugel gemessen. Gleichzeitig ermittelt man die Abkühlgeschwindigkeit. Durch eine optisch-elektrische Anordnung wird erreicht, daß beide Messungen in einer Kurve auf einer photographischen Platte aufgezeichnet werden.

Einzelheiten der Methode:

Die Silberkugel von 20 mm Durchmesser ist bis zur Mitte angebohrt. In diese Bohrung wird ein Thermoelement eingeführt. Man mißt also die Temperatur der Kugel während des Abkühlungsprozesses auf elektrischem Wege. Die Spannung dieses Thermoelementes beeinflußt ein Spiegelgalvanometer. Da ein Spiegelgalvanometer bekanntlich einen Lichtstrahl zur Anzeige verwendet, benutzt man diesen abgelenkten Lichtstrahl, um durch diesen ein weiteres Spiegelgalvanometer zu beleuchten. Dieses zweite Galvanometer zeigt die Änderung der Abkühlgeschwindigkeit an. Der zweifach beeinflusste Lichtstrahl wird zum Aufzeichnen der Kurve auf photographischem Wege benutzt. Die erhaltene Kurve hat eine eigentümliche und charakteristische Form (siehe Bild 1).- Eine Berechnung und mathematische Analyse der Kurven ist nicht möglich.

Vorgänge beim Abkühlen:

Aus dem Kurvenverlauf kann man folgende Vorgänge beim Härten ablesen: Beim Eintauchen der heißen Kugel in das Härteöl bildet sich um die Kugel eine Gashölle. Zustand von A - B.

Diese Gashölle entsteht durch Verdampfen des Öls an dem heißen Metallstück, dessen Temperatur weit über der Siedetemperatur des Härteöls liegt. Diese Phase ist als "Leidenfrost'scher Zustand" bekannt (1. Phase). Die Abkühlungsgeschwindigkeit ist konstant. Sinkt die Temperatur der Kugel, so bricht die Gashölle plötzlich zusammen (Punkt B), und das Härteöl kommt in innige Berührung mit der Kugel. Es setzt ein lebhafter Verdampfungsprozess ein, der bis zum Punkt C dauert. Es ist dies die Phase des "Kochprozesses" (2. Phase). Sowie die Temperatur der Kugel soweit abgesunken ist, daß keine

Verdampfung mehr stattfindet, sind die Abkühlungsgeschwindigkeiten sehr niedrig. Es ist dies die Phase der normalen Abkühlung: Punkt C - D (3. Phase).

Literatur:

Nähere Angaben über die Silberkugelmethode:

K.G. Speith und H. Lange:

Über das Abschreckvermögen flüssiger Härtemittel.

Mitt. a.d. Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung,
Band 27, Heft 14, Abb. 284, (1935).

- 4.) Von einer Reihe von verschiedenen Mineralölen und Fettölen wurden die Abkühlungskurven aufgenommen:

Rüböl, Badtemperatur 40°, siehe Bild 2.

Fast keine Dampfbildung in der 1. Phase. Sehr gutes Abkühlvermögen in der 2. Phase, jedoch zu frühzeitiger Übergang in die 3. Phase.

Normales Mineralöl, Viskosität ca. 4,5 E./50°C, siehe Bild 3.

Starke Ausbildung der 1. Phase, ausreichende Höhe der 2. Phase, jedoch zu frühzeitiger Übergang in die 3. Phase. Man erkennt, daß die Badtemperatur nur geringen Einfluß hat.

Spindelöldestillat ca. 3 E./20, siehe Bild 4.

Sehr stark ausgeprägte 1. Phase, genügende Höhe der 2. Phase; der Übergang in die 3. Phase vollzieht sich zwar schon wesentlich später als in den Bildern 2 und 3, jedoch immer noch zu früh.

Synthetisches Spindelöl 3 E./20°C, siehe Bild 5.

Kein nennenswerter Unterschied zu Bild 4.

Dampfzylinderöl Flammpunkt etwa 310°C, Visk. etwa 6 E./100°C
siehe Bild 6.

1. Phase nur schwach erkennbar. Die 2. Phase zeigt ein sehr hohes Abkühlvermögen. Der Übergang in die 3. Phase erfolgt viel zu früh.

Leuchtpetroleum frisch und gebraucht siehe Bild 7.

1. Phase dauert sehr lange, die 2. Phase zeigt ein genügend hohes Abkühlungsvermögen. Auch der Übergang in die 3. Phase erfolgt zufriedenstellend.

Aus den Bildern 2 - 7 geht hervor, daß Leuchtpetroleum in dem Gebiet von etwa 300°C Werkstücktemperatur eine ausreichend hohe

Abkühlfähigkeit besitzt. Petroleum scheidet aber aus Gründen der Mangelhaftigkeit sowie der Brandgefahr in großen Härtebädern aus. Spindelöle kommen der gestellten Forderung wesentlich näher als höher viskose Mineralöle.

- 5.) Es lag der Gedanke nahe, eine Mischung aus Wasser und Öl zu prüfen, um mit Hilfe der Höhe der einzelnen Komponenten das Übergangsgebiet zwischen den Abkühlleigenschaften von Mineralöl und den Abkühlleigenschaften von Wasser nach Belieben zu regulieren. Es wurden daher verschiedene wässrige Lösungen und Emulsionen untersucht.

2 1/2 und 10%ige Bohröl-Emulsionen siehe Bild 8.

Wie bei Wasser nicht anders zu erwarten, dauert die 1. Phase sehr lange. Die 2. Phase liegt zwar in der Höhe der Abkühlungsgeschwindigkeit durchaus brauchbar, jedoch zeigt die Kurve eine Einbuchtung, aus welcher hervorgeht, daß die Abkühlungsgeschwindigkeit in der 2. Phase zunächst auf ein Maximum ansteigt, dann wiederum abfällt, um sogleich erneut zu einem zweiten Maximum anzusteigen. Dieser Wiederanstieg ist nicht brauchbar, weil er Härterißgefahr bedeutet. Dies gilt sowohl für die 2 1/2%ige als auch für die 10%ige Emulsion.

8%ige Bitumen-Emulsion siehe Bild 9.

Der charakteristische Wiederanstieg in der 2. Phase, wie ihn Bild 8 schon kennzeichnet, tritt auch hier auf, wenn auch nicht so stark ausgeprägt.

15%ige Lösung einer Mineralölseife in Wasser siehe Blatt 10.

Gleiche Charakteristik wie bei Bild 8.

40%ige Emulsion siehe Bild 11.

Während in den Bildern 8 und 9 Öl-in-Wasser-Emulsionen verwendet sind, wurde für Bild 11 eine Wasser-in-Öl-Emulsion verwendet. Die 1. Phase dauert sehr lange. Die Höhe der Abkühlungsfähigkeit der 2. Phase befriedigt nicht. Auch hier 2 Maxima in der 2. Phase.

Aus den Bildern geht hervor, daß Emulsionen nicht geeignet sind, um das Übergangsgebiet zwischen der Abkühlfähigkeit von Mineralöl und der Abkühlfähigkeit von Wasser beliebig zu steuern.

6.) Aus den Erkenntnissen von 4 und 5 wurde versucht, durch Zusätze zu Mineralöl die gewünschte Wirkung zu erzielen:

Mineralöl ca. 4,5 E./50 + 3% sulforierter Tran siehe Bild 12.

Die 2. Phase zeigt bereits eine sehr bedeutende Verbesserung im Sinne eines späteren Übergangs in die 3. Phase.

Mineralöl ca. 4,5 E./50 + 3% roher Tran siehe Bild 13.

Die 2. Phase ist nicht wesentlich geändert im Vergleich zu dem Mineralöl ohne Zusatz gemäß Bild 3.

Mineralöl ca. 4,5 E./50 + 3% Naphtensäure siehe Bild 14.

Keine wesentliche Veränderung im Vergleich zu Bild 3 im Sinne der gestellten Aufgabe.

Mineralöl ca. 4,5 E./50 + 3% Naphtenseife siehe Bild 15.

Beurteilung ähnlich wie Bild 14.

Mineralöl ca. 4,5 E./50 + 3% Bitumen siehe Bild 16.

Sehr schwach ausgeprägte 1. Phase. Gute Abkühlungshöhe der 2. Phase, jedoch zu frühzeitiger Übergang in die 3. Phase.

Spindelöl ca. 6 E./20 + 3% Erdwachs siehe Blatt 17.

Der Zusatz zeigt nicht die erwünschte Wirkung.

Spindelöl ca. 3 E./20 + 5% Sulfoseife (Mahagoniseife) siehe Bild 18.

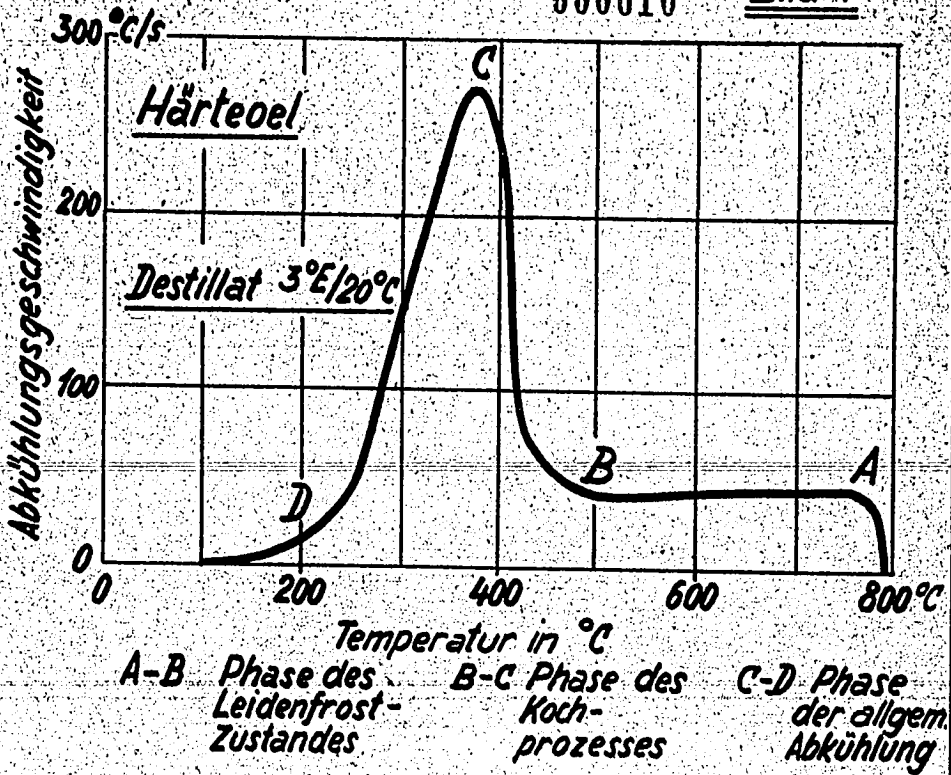
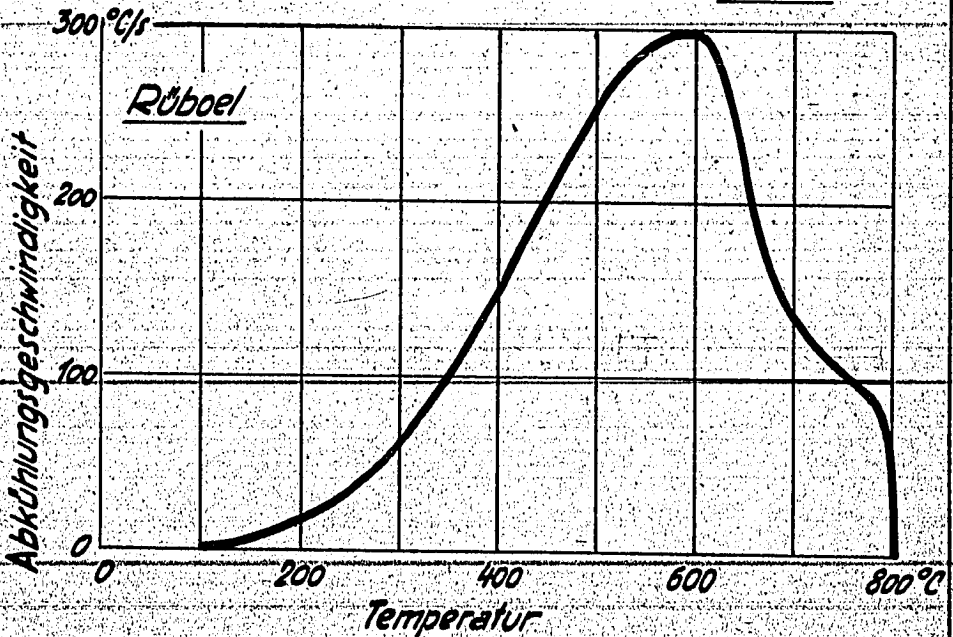
1. Phase für ein Spindelöl verhältnismäßig kurz, was erwünscht ist. 2. Phase zeigt genügend hohes Abkühlvermögen sowie ein außerordentlich langes Anhalten der 2. Phase. Der Übergang in die 3. Phase erfolgt sehr spät. Das Öl gemäß diesem Bild zeigt die erstrebte Wirkung.

Zusammenfassung:

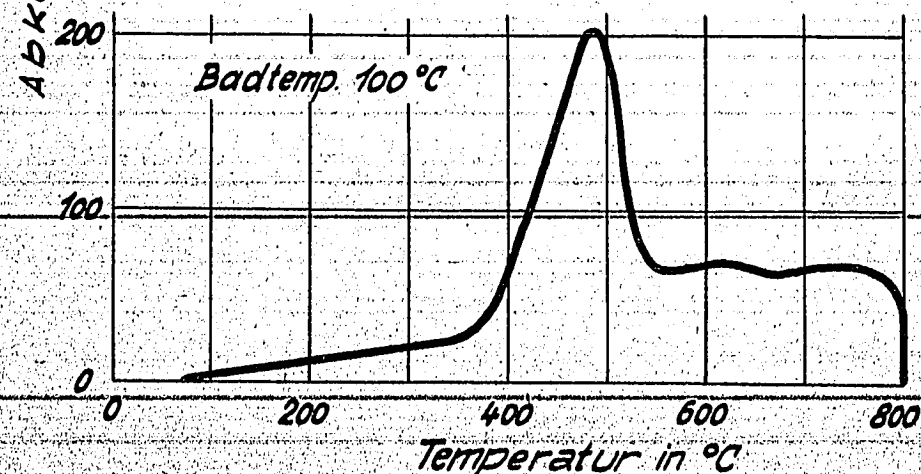
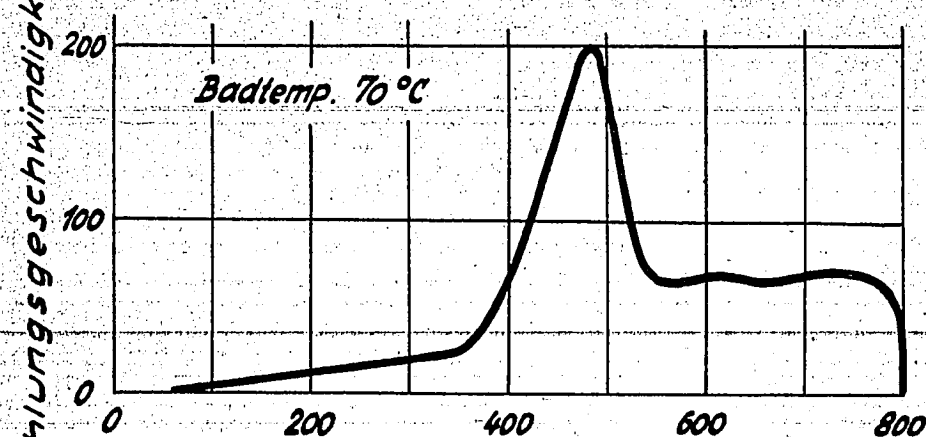
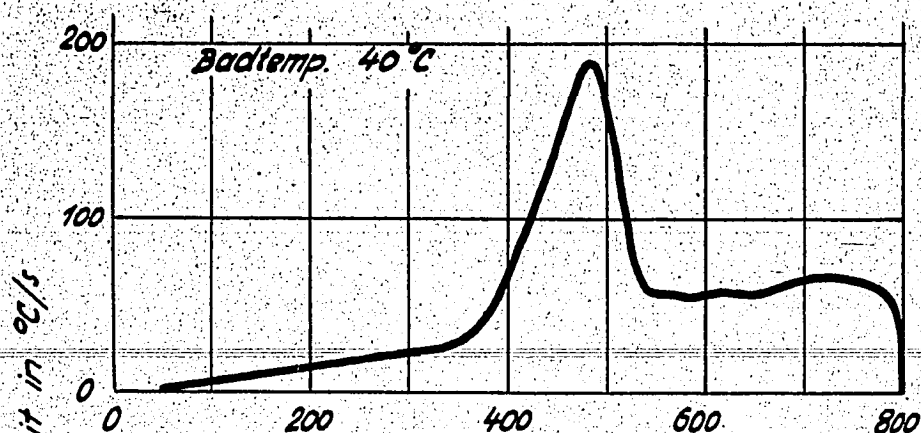
Auf Basis eines dünnflüssigen Spindelöles mit einem Zusatz von Sulfoseife (Mahagoniseife) konnte die gestellte Aufgabe zufriedenstellend gelöst werden. Das Öl hat auch den praktischen Anforderungen entsprochen.

P. Beuerlein

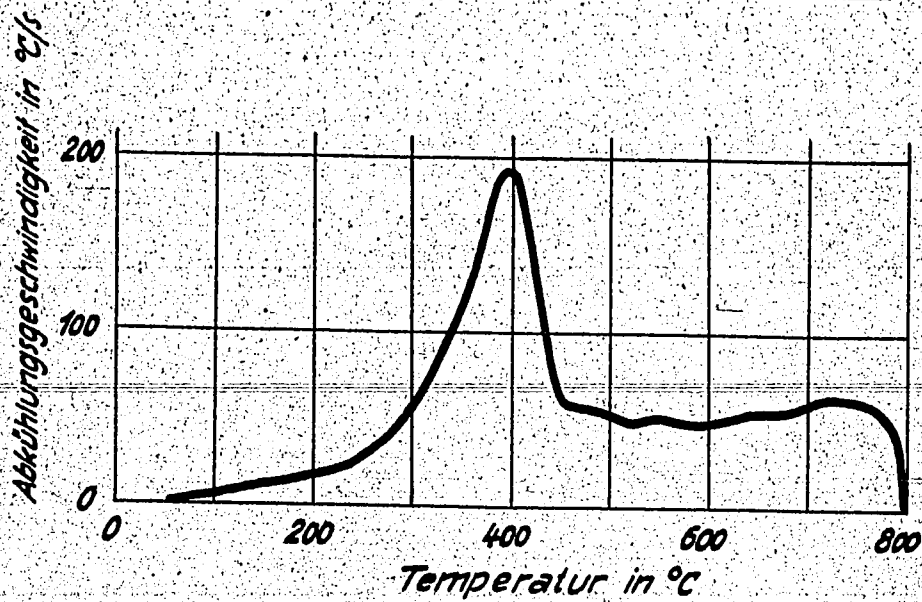
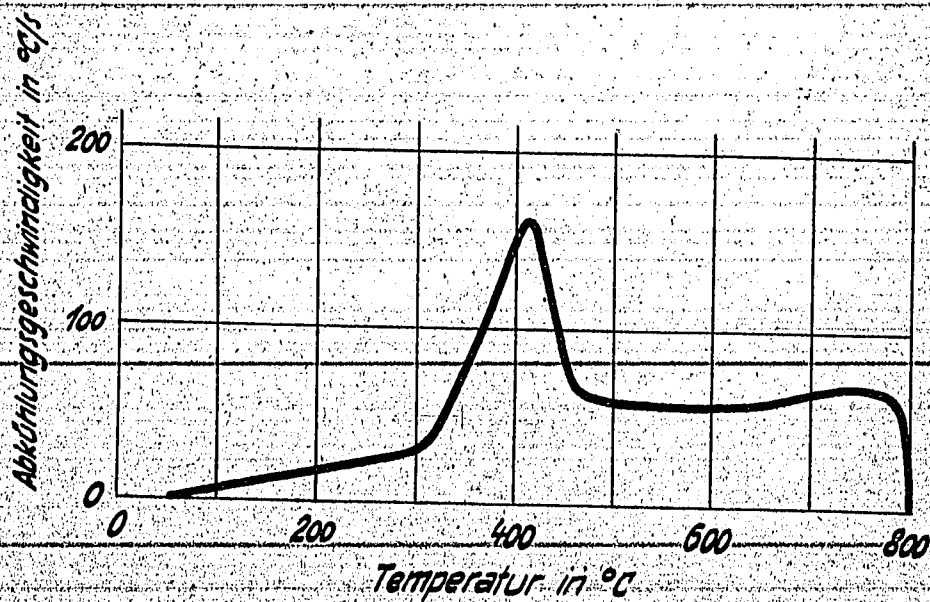
000610

Bild 1Bild 2

000611

Bild 3

000612

Bild 4Bild 5

000613

Bild 6

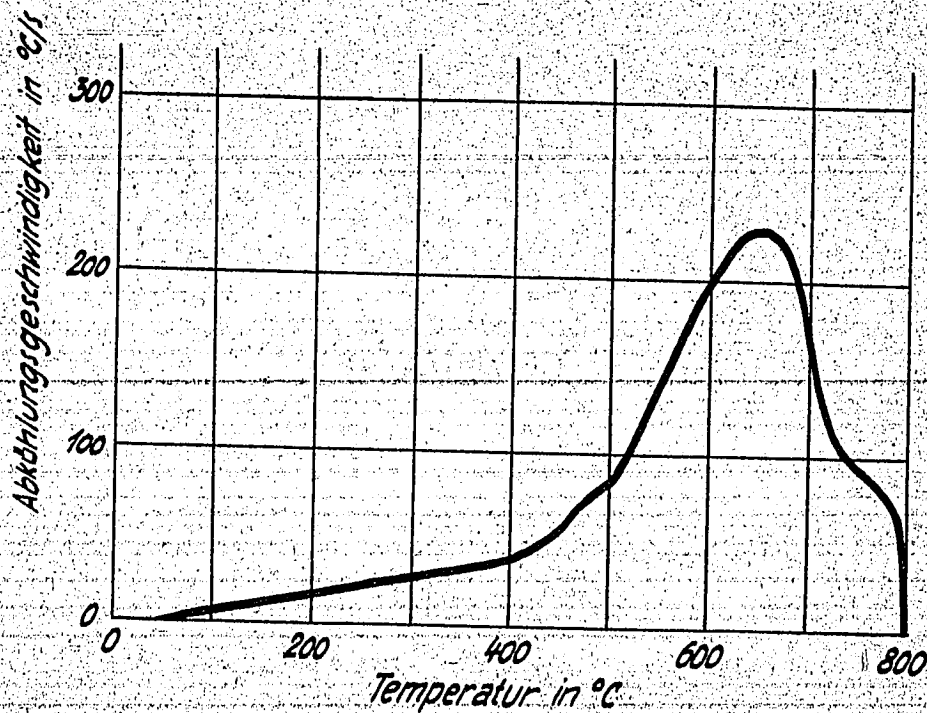


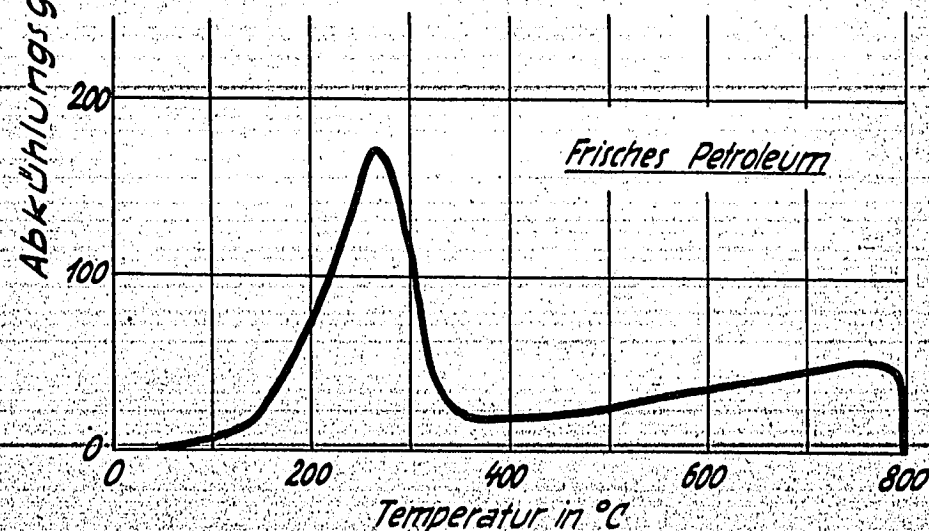
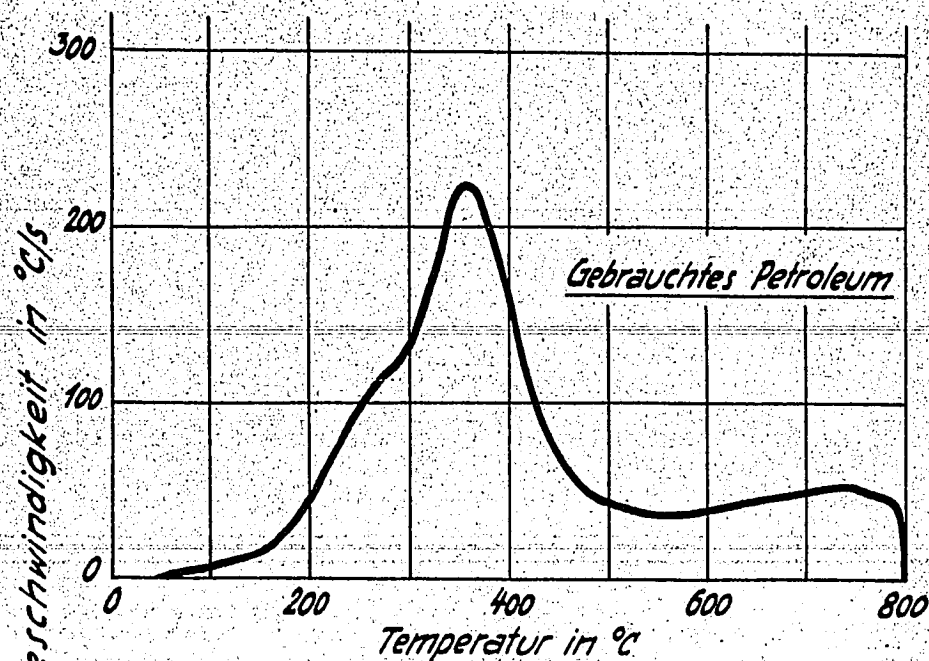
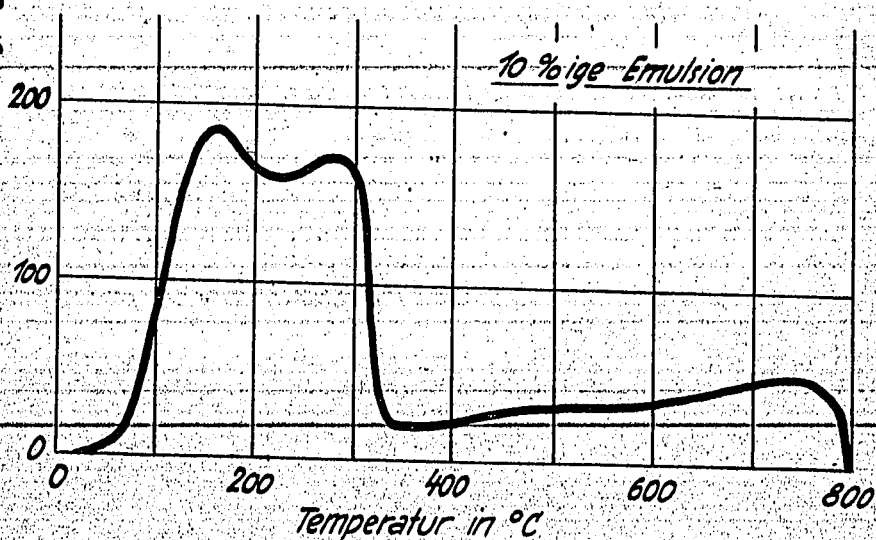
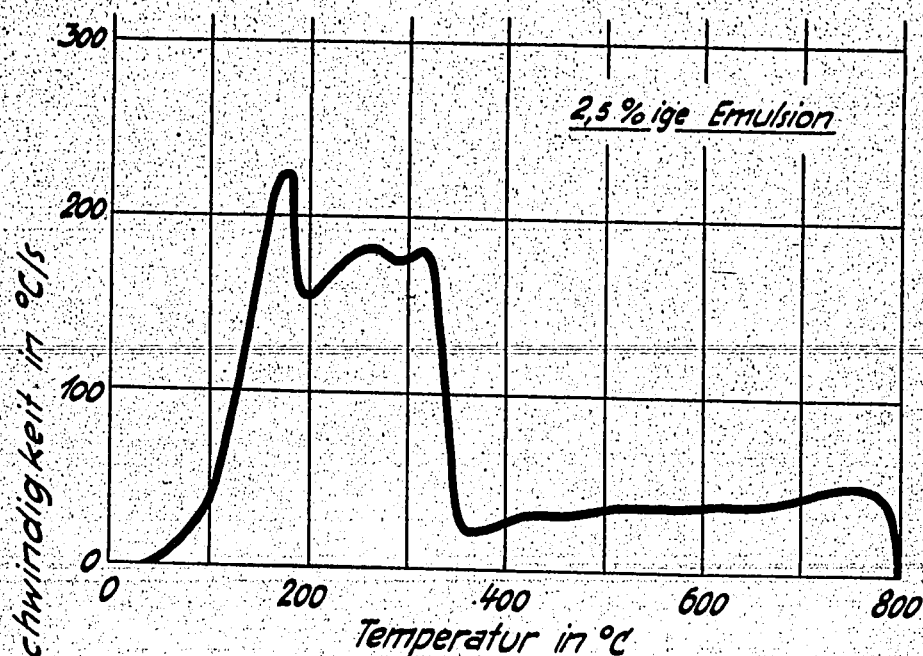
Bild 7

Bild 8

000516

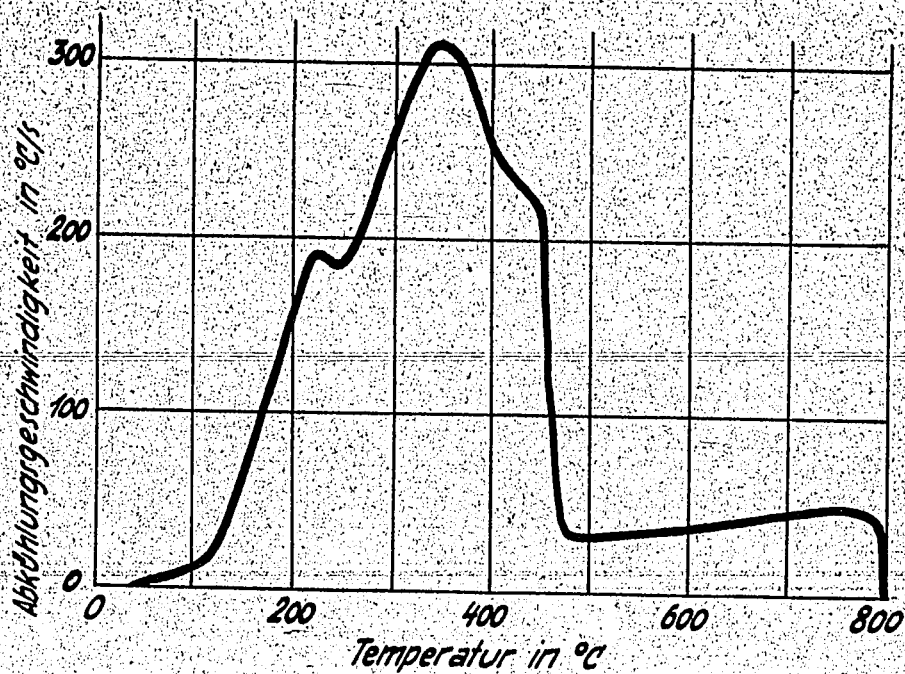
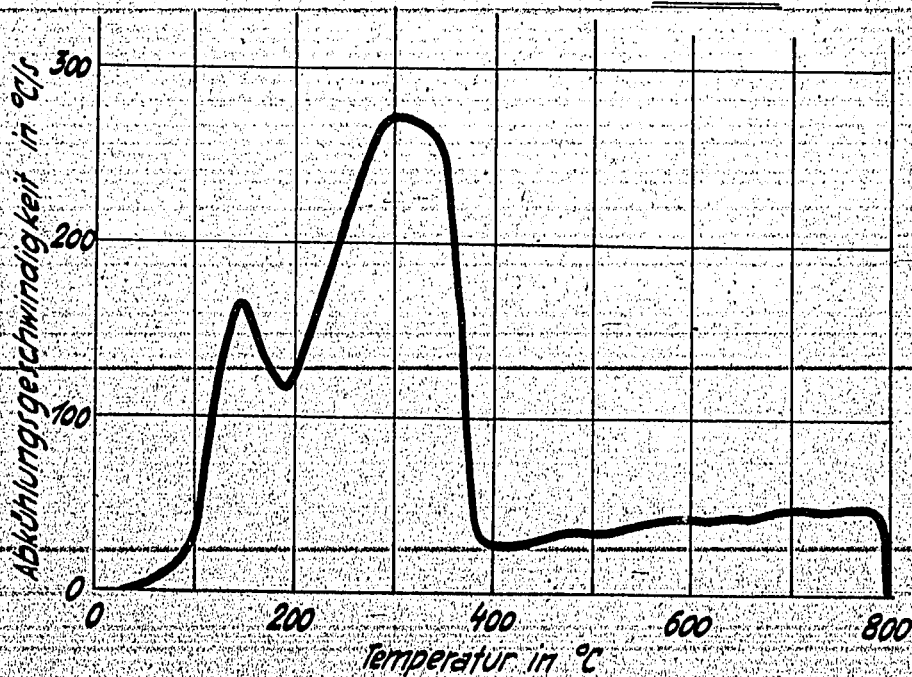
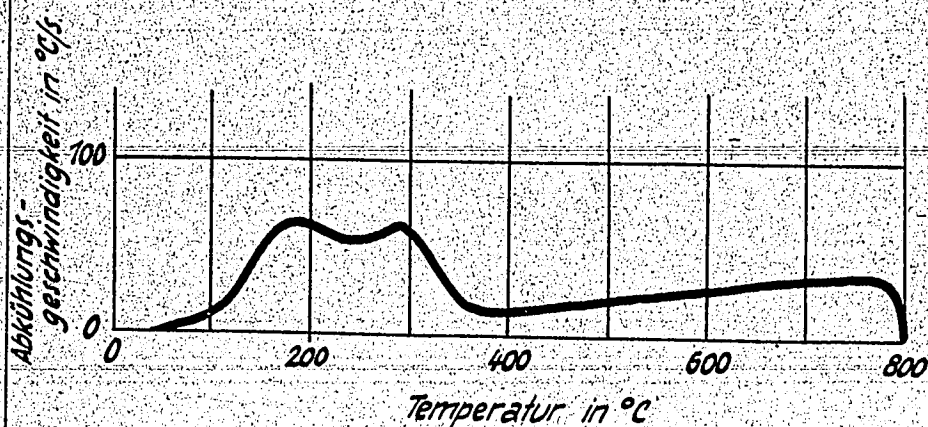
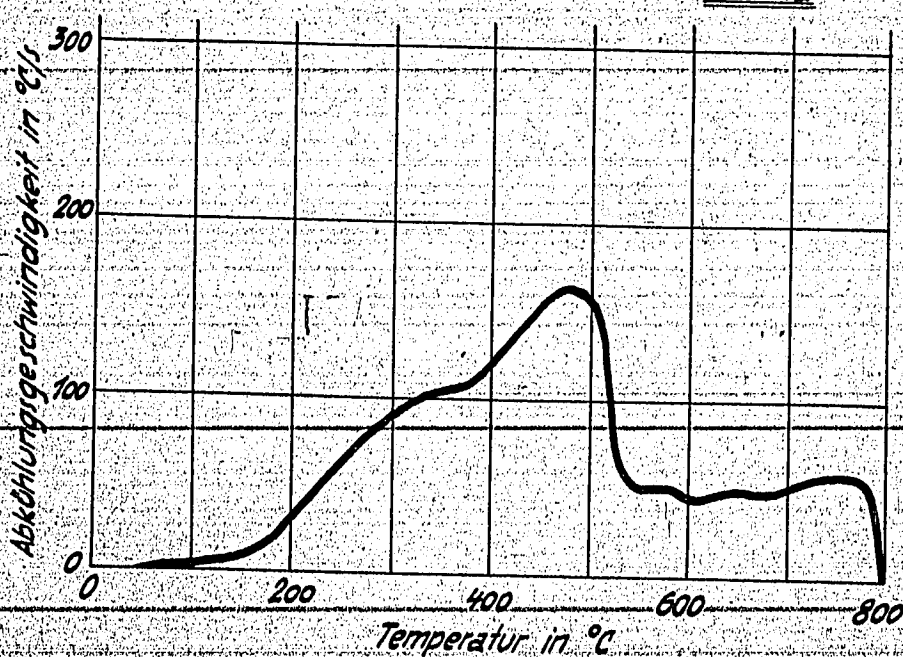
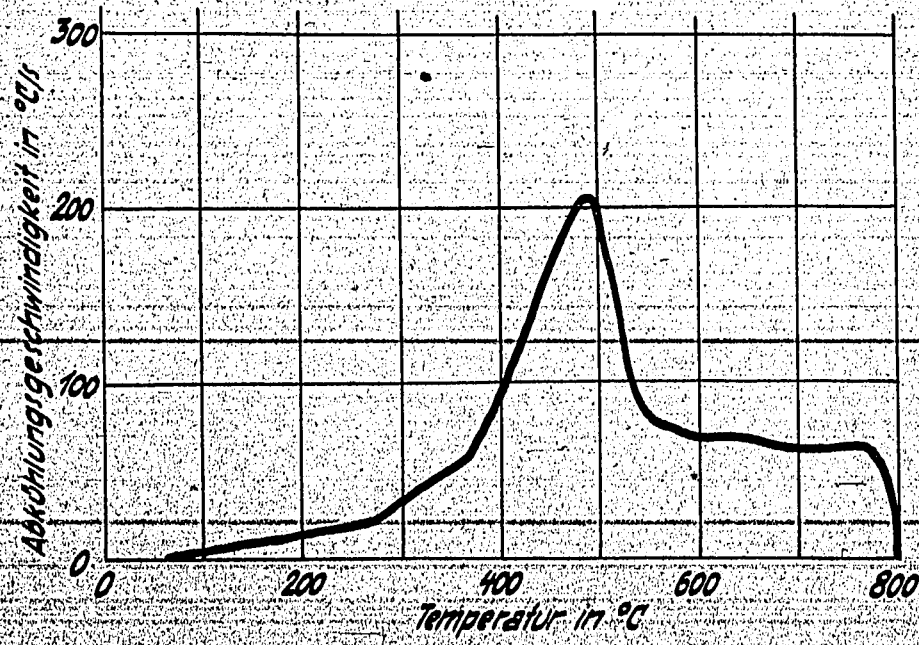
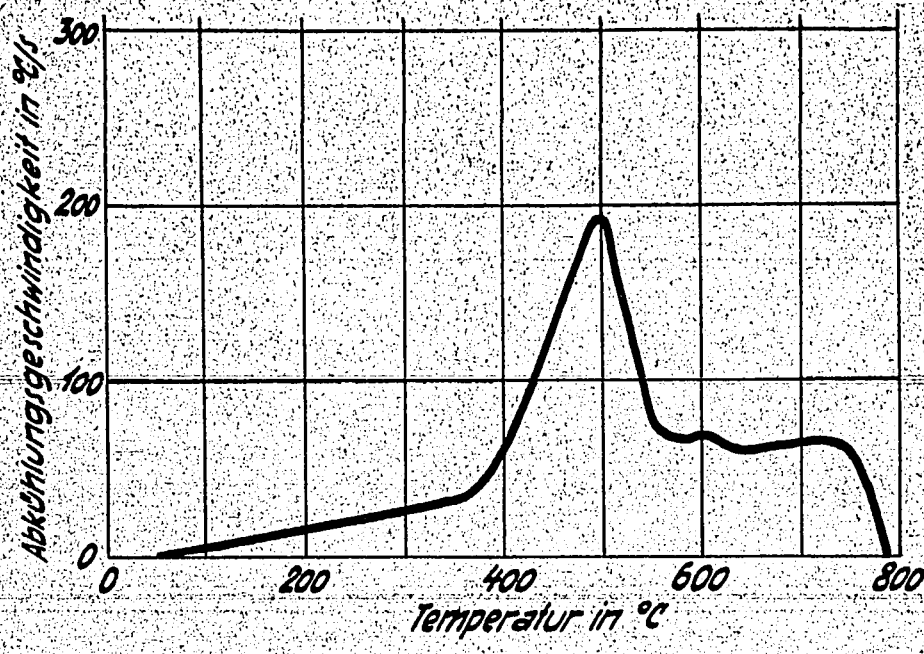
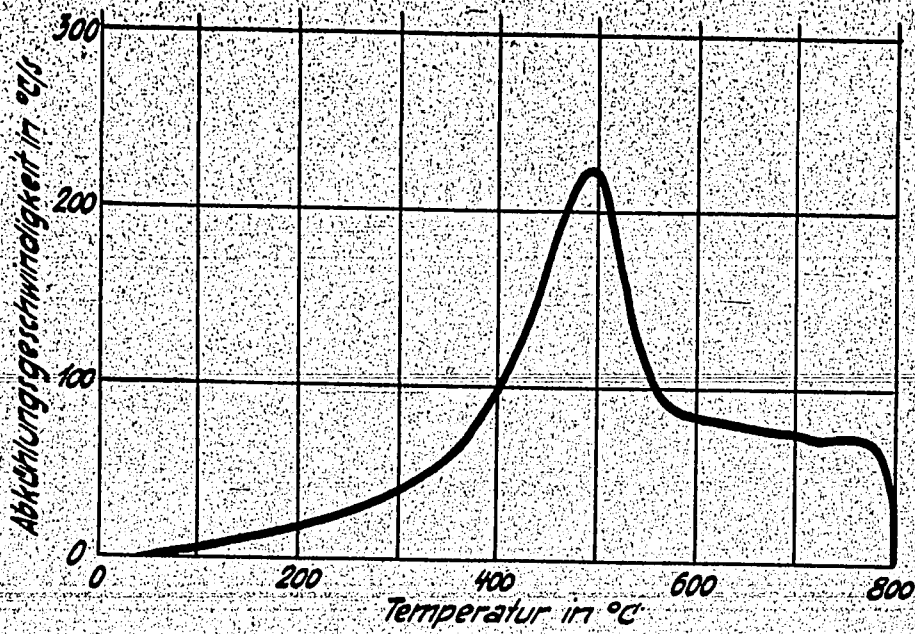
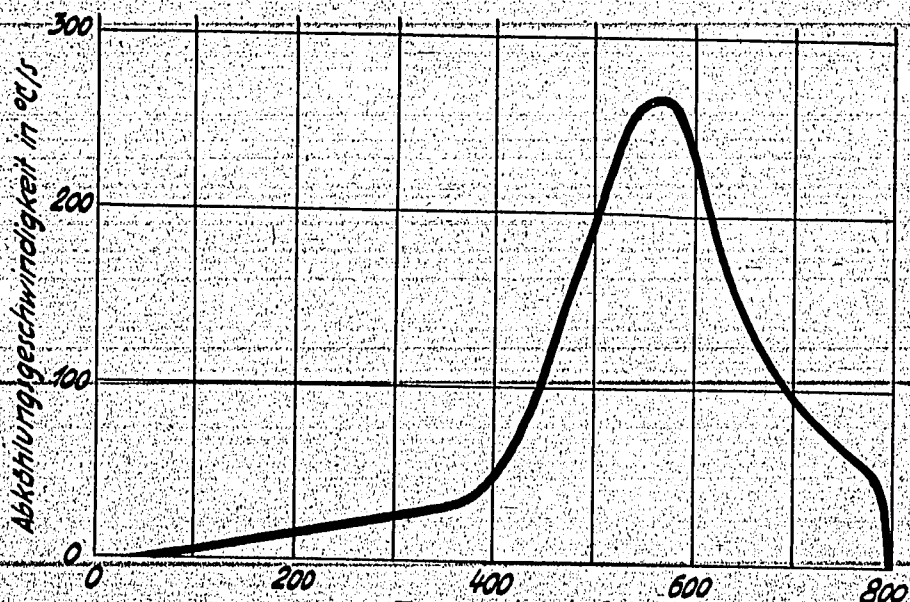
Bild 9Bild 10

Bild 11Bild 12



005519

Bild 15Bild 16

030 23 Bild 17

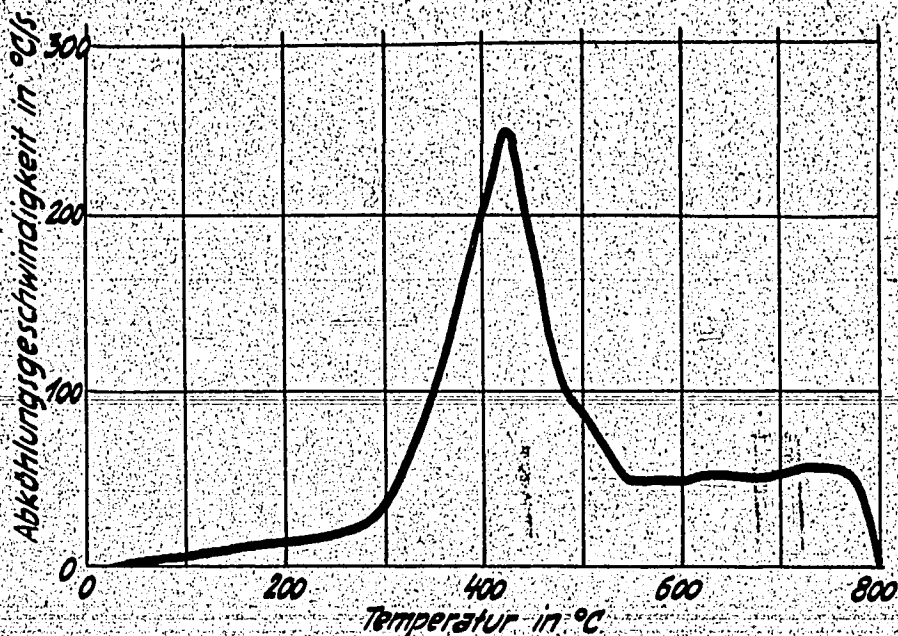


Bild 18

