

GIESSEREI-ZEITUNG

Zeitschrift für das gesamte Giessereiwesen

Organ des Vereins Deutscher Giessereifachleute

Verlag Rudolf Mosse, Berlin SW 19

Nr. 19

1. Oktober 1915

XII. Jahrgang

Die Zeitschrift erscheint Anfang und Mitte jedes Monats. Jährlicher *Bezugspreis* 16 Mark, für das Ausland 18 Mark. Zu beziehen durch portofreie Einsendung dieses Betrages an den Verlag der Giesserei-Zeitung, Berlin SW, Jerusalemer Strasse 46-49, oder durch die Post (Preisliste des Postzeitungsamts für 1915). Alle Zuschriften in redaktionellen Angelegenheiten sind zu richten an die Schriftleitung der Giesserei-Zeitung, Berlin SW 19. — Der *Insertionspreis* beträgt 50 Pfennig für die zweigespaltene Petitzeile. Alleinige Inseraten-Annahme *Annoncen-Expedition Rudolf Mosse*, Berlin SW, Breslau, Chemnitz, Dresden, Düsseldorf, Frankfurt a. M., Halle a. S., Hamburg, Köln a. Rh., Leipzig, Magdeburg, Mannheim, München, Nürnberg, Strassburg i. E., Stuttgart, Prag, Wien, Basel, Zürich.

INHALTS-VERZEICHNIS: Die Wärmebehandlung der Metalle. Von Materialprüfungschemiker J. Czochralski in Berlin-Karlshorst. — Die Sandaufbereitungsvorrichtungen von Alfred Gutmann Aktiengesellschaft für Maschinenbau, Altona-Ottensen. — Der Einfluss des Weltkrieges auf die Preise von Kohle und Eisen in Europa und Amerika. Von Heinrich Göhring in Bremerhaven. — Patente. — Zeitschriftenschau. — Nachrichten aus der Industrie. — Fragekasten.

Die Wärmebehandlung der Metalle.

Von Materialprüfungschemiker J. Czochralski in Berlin-Karlshorst.

Alteingewurzelte Irrtümer lassen sich in der Regel nur unverhältnismässig schwer ausrotten; sie stellen gewissermassen den Tribut dar, den sie der hergebrachten Denkweise ihres Zeitalters zahlen. Insonderheit gilt dies von der Metalltechnik, die trotz ihres stattlichen Alters und der Bemühungen von vielen abenteuerlichen Adepten sowie ernstesten Forschern sich bis vor kurzem noch lediglich auf Empirie aufbaute. Aber auch unsere moderne Metalltechnik steht noch immer an der Grenze zwischen Empirie und Wissenschaft: ein Umstand, der noch vielfach eine Vergeudung an Materialwerten und menschlicher Kraft bedingt. Insbesondere ist es die Wärmebehandlung der mechanisch verfestigten Metalle, die noch viel an Rentabilität zu wünschen lässt. Zu einer Zeit, da Wirtschaftlichkeit höchstes Gebot ist, mögen daher einige Zeilen über dieses Thema ihre Rechtfertigung finden.

1. Die Glühdauer. Die Erkenntnis, dass kalt geschmiedete Metalle durch Ausglühen ihre Bildsamkeit wiedergewinnen, ist fast so alt wie die Metalltechnik selbst; dies bekunden in eherner Schrift zahlreiche getriebene Hohlgefässe, Schmuckstücke und Gerätschaften der Kupfer- und Bronzezeit. Ueber den Grad und die Dauer des Glühens sowie über den kennzeichnenden Einfluss dieser Feuerläuterung auf die Eigenschaften metallischer Stoffe hat man dagegen erst in allerletzter Zeit einige technologisch bedeutende Untersuchungen angestellt; hier seien besonders die Arbeiten der Altmeister der Metallkunde A. Martens (1894), A. le Chatelier (1900), E. Heyn (1902) und Grard (1909) genannt.

Die wichtigsten Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in den Abb. 1 bis 6 zusammen-

gefasst. Auf den Wagerechten sind die Zeiten (Abb. 1, 2 und 4) bzw. die Glühtemperaturen (Abb. 4 bis 6), auf den Senkrechten die Festigkeits- und Dehnungswerte abgetragen. Abb. 1 zeigt den Einfluss der Glühzeiten bei 350° C auf die Festigkeits- und Dehnungseigenschaften von kaltgezogenem Kupferdraht, Abb. 2 und 3 den Einfluss auf die gleichen Eigenschaften von Messing mit 67 pCt. Kupfer bei 300°, 400°, 500° und 650° C. Die Glühtemperaturen sind den einzelnen Schaulinien beige-schrieben.

Die Entfestigung des Glühgutes erfolgt um so vollständiger und in um so kürzerer Zeit, bei je höherer Temperatur die Glühung erfolgt und je schneller das Werkstück den gewünschten Glühgrad in seiner ganzen Masse erreicht.

In den Schaubildern äussert sich dies dadurch, dass die auf und ab steigenden Kurvenstücke immer steiler werden; ja bei sehr dünnwandigem Glühgut, beispielsweise Hohlkörpern und kräftiger Wärmezufuhr, können diese praktisch mit den Senkrechten zusammenfallen. Hat dagegen das Glühgut bei träger Wärmezufuhr gegenüber dem Wärmebade eine grosse Masse, so werden die Kurven, da ausserdem durch die Masse der eingebrachten Probe die Temperatur des Wärmebades stark herabgedrückt wird, nur langsam von ihrer anfänglichen wagerechten Lage abweichen.

Die Zeitdauer des Glühens übt demnach auf den Entfestigungsvorgang praktisch keinen selbständigen Einfluss aus, da dieser von der Zeitdauer der Erwärmung nur insofern abhängig ist, als die Durchwärmung des Glühgutes naturnotwendig an eine gewisse, von der Erwärmungsgeschwindigkeit abhängige Zeit gebunden ist. Dagegen haben die erreichten

höchsten Glühtemperaturen einen tiefgreifenden Einfluss auf den Verlauf der Entfestigung.

Die zur völligen Entfestigung oder, wie man in der Metallkunde jetzt allgemein sagt, „Rekristallisation“ erforderlichen berechneten Wärmemengen sind in der vierten, die

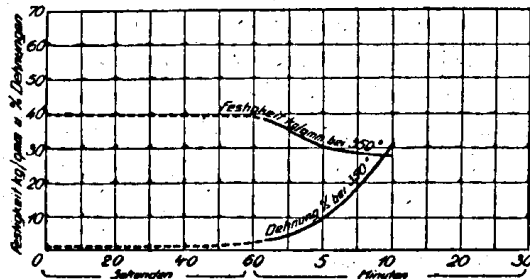


Abb. 1. Abhängigkeit der Festigkeits- und Dehnungseigenschaften kaltgezogenen Kupferdrahtes von der Zeitdauer des Glühens nach Martens (Anfang interpoliert). Kupfer unrein; Drahtdurchmesser 7,1 mm.

betriebsmässig ermittelten in der fünften und sechsten Reihe der Zahlentafel 1 vermerkt.

Der grosse Mehraufwand von Wärme der praktisch ermittelten Zahlen der sechsten Reihe ist sehr bedeutend und nur durch unnötiges Quälen des Metalls in der Glutitze bedingt. Daher ist es unverständlich, wie trotz dieses Verhaltens der Metalle von Werkstättenpraktikern noch heute Hunderttausende in den Schornstein getrieben werden, obwohl selbst der ungelehrte Schmiedemeister seinem Burschen für unnötiges Belassen der Werkstücke in der Glutesse seit Menschengedenken die Ohren rekt. Die Anschauungen über die Wärmebehandlung der verfestigten Metalle sind eben noch nicht über die Treibstube der Erkenntnis hinausgekommen, und so geschieht es nicht selten (es ist keine Hyberbel, sondern buchstäbliche Wahrheit!), dass sonst erfahrene Glühereipraktiker bei der Ofenbeschickung eine wirksame Zaubers-

formel vor sich hinmurmeln oder mit symbolischen Geheimzeichen den glücklichen Verlauf dieser sorgenschwangeren Feuer-taufe beschwören. Wer das ozeanische Zusammenströmen von Menschen aus allen Weltgegenden in grossen Betrieben kennt, wird vielleicht noch darüber hinaus in die Märchenwelt der Technik eingeführt sein. Es ist betäubend, dass die Metalltechnik heute noch unter den Ausläufern jener Epoche zu leiden hat, wo sie mit dem Aberglauben so fest verwachsen war, dass sogar die Namen ihrer Rohstoffe nach den „Kobolden“ und „Nickeln“ benannt wurden.

Richtiges Glühen ist keinesfalls ein so einfacher Arbeitsvorgang, wie man es von vornherein zu glauben geneigt ist. Es wäre aber zu viel verlangt, wenn der Glühertechniker erst langwierige und vielfach sogar unentwirrbare Berechnungen über das Glühen seiner stets wechselnden Fabrikate anstellen müsste. Dies ist aber auch in der Tat nicht erforderlich, sofern man nur die jeweilige Temperatur des Glühgutes, sei es schätzungs-

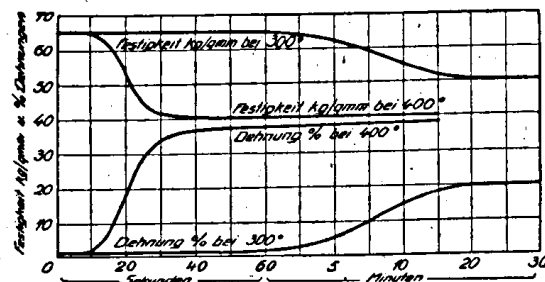


Abb. 2. Abhängigkeit der Festigkeits- und Dehnungseigenschaften kaltgezogenen Messingbleches mit 67 pCt. Kupfer von der Zeitdauer des Glühens nach Grard. Blechdicke 0,3 bis 6 mm.

weise, sei es mit optischen Pyrometern od. dgl., verfolgt. Hat das Glühgut einmal die gewünschte Glühtemperatur in seiner ganzen Masse erreicht, so kann unbekümmert um das an die Küche erinnernde „Garglügen“ der Glühprozess sofort unterbrochen und das Glühgut

Zahlentafel 1.

Metall	Rekristallisations-temperatur	Spezifische Wärme in der Nähe der Rekristallisations-temperatur im Mittel	Erforderliche Rekristallisationswärme für 100 kg Metall in WE	Wärmeverbrauch für 2 mm dickes Glühgut, das vom Wärmebad frei umspült wird, unter Berücksichtigung der technischen Heizverluste mittlerer Muffelöfen für 100 kg Metall ¹⁾	
				Erforderliche WE	Praktisch verwendete WE
	etwa	etwa	etwa	etwa	etwa
1	2	3	4	5	6
Kupfer	700° C	0,096	6700	17 700	80 000
Eisen	700° C	0,126	8300	16 500	100 000
Aluminium ...	450° C	0,214	9600	29 800	179 000

¹⁾ Praktisch ermittelte Zahlen.

abgekühlt werden. Nur bei Werkstücken grosser Abmessungen, Stapelgut u. dgl., ist eine Aufzeit von mehreren Minuten bis Viertelstunden zu ihrer völligen inneren Durchwärmung erforderlich. Von dieser vorbildlichen Art der Glühung machen Fein-

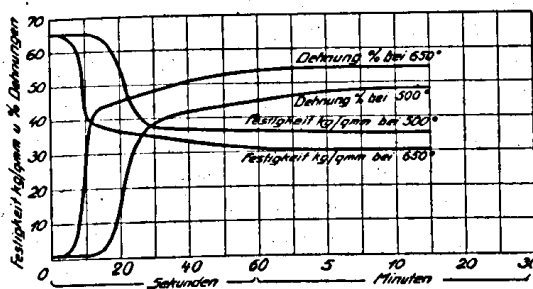


Abb. 3. Abhängigkeit der Festigkeits- und Dehnungseigenschaften kaltgezogenen Messingbleches mit 67 pCt. Kupfer von der Zeitdauer des Glühens nach Grard. Blechdicke 0,3 bis 6 mm.

mechaniker, Installations-, Werkzeugschlosser u. a. seit uralten Zeiten, wenn auch unbewusst, gelegentlichen Gebrauch.

2. Die Glühtemperatur. Wie wir gesehen haben, steht der Verlauf der Entfestigung nicht mit der Zeitdauer des Glühens, sondern mit der erreichten höchsten Glühtemperatur in zwangsläufiger Abhängigkeit, indem die Festigkeits- und Dehnungseigenschaften für jede Glühtemperatur der Erwärmungsgeschwindigkeit gemäss schnell einen konstanten Grenzwert erreichen (vgl. Abb. 2 und 3). Weitere Veränderung der Eigenschaften kann dann nur durch abermalige Temperatursteigerung herbeigeführt werden; doch wird der Einfluss der Glühtemperatur ein immer geringerer, und schliesslich machen sich bei weiterer Temperatursteigerung als Folgen von Ueberhitzung Unregelmässigkeiten im Kurvenverlauf bemerkbar. Die Ueberhitzungserscheinungen, die stets von einer Herabminderung der mechanischen Eigenschaften des Metalls begleitet werden, bezeichnet man allgemein als „Ueberhitzungskrankheiten“. In den Abb. 4 und 5 ist die Veränderung der Festigkeits- und Dehnungseigenschaften von hochwertigem Messing, Kupfer und Tombak als Funktion der Glühtemperatur wiedergegeben. Der Einfluss der Ueberhitzung macht sich in allen drei Fällen zwischen 600° und 800° C deutlich bemerkbar. Die Anlasskurve für Tombak ist wiedergegeben, um den Einfluss der Glühtemperatur auf ein kupferreicheres Messing zu zeigen. Abb. 6 veranschaulicht endlich den Einfluss der Glühtemperatur auf die Eigenschaften kaltgezogenen Flusseisen-drahtes; bei Eisen¹⁾ machen sich Ueber-

hitzungserscheinungen erst oberhalb 1000° C bemerkbar. Durch etwa halbstündiges Ausglühen bei 900° C lässt sich die Ueberhitzungskrankheit bei Eisen wieder aufheben; bei den übrigen Metallen führt nur kräftiges Recken eine Wiedergenesung des Metalls herbei. Der einschneidende und gefürchtete Einfluss der Glühtemperatur auf die Eigenschaften metallischer Stoffe erklärt es auch, warum in der Praxis trotz der erforderlichen längeren Glühdauer lieber bei niedrigen als bei hohen Temperaturen geglüht wird; aber auch hier muss als höchster Grundsatz gelten, die Glühung nur bis zum Erreichen der gewünschten Anlasstemperatur bzw. bis zur völligen inneren Durchwärmung des Glühgutes fortzusetzen, wofür in der Regel eine Aufzeit von einigen Minuten hinreichend genügt. Jedes Längerverweilen des Glühgutes in dem Wärmebade führt nur eine Verschlechterung der Eigenschaften herbei, indem infolge sehr unregelmässiger Kornvergrößerung die mechanischen Widerstandsunterschiede des Metalls vergrössert werden und zumeist auch die Oberfläche des Materials durch zu starke Oxydation usw. schädlich beeinflusst wird; es ist ferner zu beachten, dass bei den niedrigen Anlasstemperaturen ein völliges Erweichen (mit dem Glühen wird nämlich auch die Härte des Metalls verringert) der verfestigten Metalle auch bei Dauerglühung nicht erreicht werden kann. Umgekehrt glauben noch heute viele Glüherei-praktiker, dass nicht die Höhe der Glüh-temperatur, sondern nur die Zeitdauer des Glühens ein völliges Erweichen des Glühgutes verbürgt.

Würden dem Technologen etwa gleiche Grenzen in der Wärmebehandlung seiner kostbaren Güter gesetzt sein wie dem Zucker- oder Brotbäcker, der der Zunge des

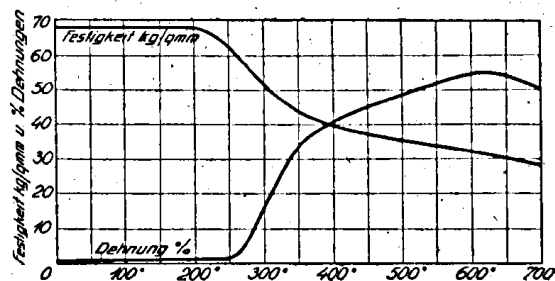


Abb. 5. Einfluss des Glühens bei verschiedenen Wärmegraden auf die Festigkeits- und Dehnungseigenschaften kaltgezogenen Messingbleches mit 67 pCt. Kupfer nach Grard. Zeitdauer der jeweiligen Glühung 50 Minuten; Blechdicke 0,3 bis 6 mm.

Menschen in zweifachem Sinne gerecht werden muss, so würde der Produzent billiger seine Ware herstellen, und der Konsument würde sich einer Vortrefflichkeit seiner

¹⁾ Siehe E. Heyn: „Krankheitserscheinungen in Eisen und Kupfer“, Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1902, S. 1115.

Behandlung	Festigkeit im Mittel kg/mm ²	Dehnung im Mittel pCt.
Erhitzt auf 650° C und in Wasser abgeschreckt	31,4	70
" " 700° C " " " " " " " "	31,3	71
" " 750° C " " " " " " " "	30,2	76
" " 650° C und in Oel abgeschreckt	30,8	65
" " 700° C " " " " " " " "	30,3	68
" " 750° C " " " " " " " "	30,0	73
" " 650° C und rasch an der Luft abgekühlt	31,6	65
" " 700° C " " " " " " " "	30,9	67
" " 750° C " " " " " " " "	30,0	72