

b) Materialien für Dauermagnete.

400. Für Herstellung von Dauermagneten kommen ausschließlich abgeschreckte Eisenlegierungen in Frage, und zwar abgeschreckte Eisen-Kohlenstoff-Legierungen mit hohem Kohlenstoffgehalt, oder Legierungen des Eisens und Kohlenstoffs mit den Stoffen Wolfram und Chrom. Man hat auch versucht, Dauermagnete aus Gußeisen herzustellen, was natürlich nur für solche Zwecke angängig ist, wo es weniger darauf ankommt, daß die Stärke des zurückbleibenden Magnetismus unveränderlich ist (A. Campbell L₈ 41). Verwendet wurde gewöhnliches Gußeisen, das auf 1000 C° erhitzt und dann in Wasser abgeschreckt wurde.

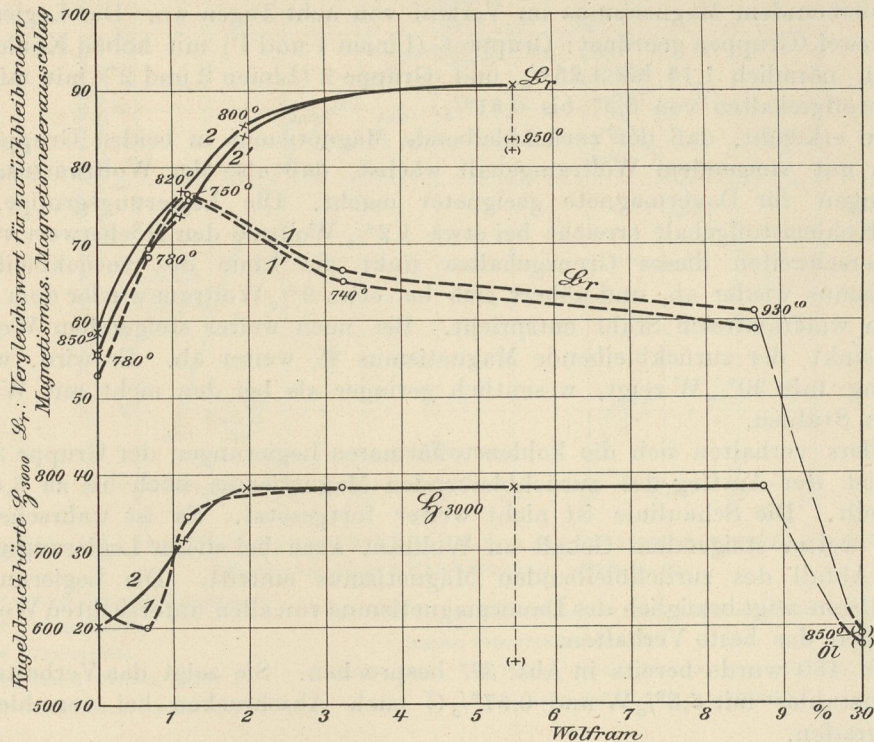


Abb. 484. Zurückbleibender Magnetismus und Kugeldruckhärte abgeschreckter Wolframstähle. (Nach Mars.)

- 1 ○ — ○ Kohlenstoff: 1,15—1,25 Proz.
- 2 × — × „ 0,57—0,61 „
- 1 L_r; 2 L_r: Sogleich gemessen.
- 1' L_r; 2' L_r: Nach 8 Tagen gemessen.

Sämtliche Proben geschmiedet und dann in Wasser abgeschreckt. Nur die in () gesetzten Punkte entsprechen gegossenen und dann abgeschreckten Proben.

Die den Linien B_r beigezeichneten Zahlen geben die Abschrecktemperatur an.

Für die Kugeldruckhärte H₃₀₀₀ war der Druck P = 3000 kg, und der Kugeldurchmesser D = 10 mm.

Abb. 484, zusammengestellt nach einer Arbeit von Mars (L₈ 32), läßt den Einfluß eines Wolframzusatzes zu den Eisen-Kohlenstoff-Legierungen erkennen. Als Abszissen sind die Prozentgehalte der Legierungen an Wolfram, als Ordinaten im oberen Teile des Schaubildes die Vergleichswerte für den zurückbleibenden Magnetismus B_r, im unteren Teile des Schaubildes die Werte der Kugeldruckhärte H₃₀₀₀ verwendet. Sämtliche Stähle wurden bei den den einzelnen Punkten beigezeichneten Wärmegraden abgeschreckt, die zuvor als die günstigsten ermittelt worden waren. Die Abschreckung geschah in Wasser, nur die Legierung mit 30% Wolfram wurde von 850 C° aus in Öl abgeschreckt. Die Legierungen lagen in Form geschmiedeter Stäbe vor, die zu Hufeisenmagneten verarbeitet und alsdann abgeschreckt worden waren. Nur die mit + bezeichnete Legierung war gegossen

und wurde in diesem Zustande abgeschreckt. Die Hufeisenmagneten wurden durch Abstreichen am Elektromagneten magnetisch gemacht und alsdann nach einer bestimmten Zeit im Magnetometer auf die Größe des zurückbleibenden Magnetismus \mathfrak{B}_r untersucht. Die angegebenen Werte für \mathfrak{B}_r sind nicht in CGS-Einheiten angegeben; sie sind nur Vergleichswerte und geben unmittelbar die Größe des Ausschlages am Magnetometer an. Acht Tage später wurden die Messungen des zurückbleibenden Magnetismus wiederholt. Die Linien für \mathfrak{B}_r sind deswegen doppelt gezeichnet. Die Linien 1 und 2 entsprechen den zuerst, die Linien 1' und 2' den nach acht Tagen gemessenen Werten. Der Unterschied in den Ordinaten der Linien 1 und 1', 2 und 2' zeigt sonach den Verlust an zurückbleibendem Magnetismus im Verlauf von acht Tagen an. Die Legierungen sind in zwei Gruppen geordnet: Gruppe 1 (Linien 1 und 1') mit hohem Kohlenstoffgehalt, nämlich 1,15 bis 1,25%, und Gruppe 2 (Linien 2 und 2') mit mittleren Kohlenstoffgehalten von 0,57 bis 0,61%.

Man erkennt, daß der zurückbleibende Magnetismus in beiden Gruppen anfänglich mit steigendem Wolframgehalt wächst, daß also der Wolframzusatz die Legierungen für Dauermagnete geeigneter macht. Die Legierungsgruppe 1 mit hohem Kohlenstoffgehalt erreicht bei etwa 1,2% Wolfram den Höchstwert von \mathfrak{B}_r ; bei Überschreiten dieses Grenzgehaltes sinkt die Linie des zurückbleibenden Magnetismus wieder ab, und nähert sich bei etwa 9% Wolfram wieder dem Werte, der dem wolframfreien Stahl entspricht. Bei noch weiter steigendem Wolframgehalt sinkt der zurückbleibende Magnetismus \mathfrak{B}_r weiter ab. Er wird, wie die Legierung mit 30% W zeigt, wesentlich geringer als bei den nicht mit Wolfram legierten Stählen.

Anders verhalten sich die kohlenstoffärmeren Legierungen der Gruppe 2. Bei diesen ist der Anstieg des zurückbleibenden Magnetismus noch bis zu 5,5% W festgestellt. Die Schaulinie ist nicht weiter fortgesetzt. Es ist wahrscheinlich, daß bei weiter steigendem Gehalt an Wolfram auch bei dieser Legierungsgruppe wieder Abfall des zurückbleibenden Magnetismus eintritt. Die Legierung mit 5% Wolfram zeigt bezüglich des Dauermagnetismus von allen untersuchten Wolframlegierungen das beste Verhalten.

Abb. 480 wurde bereits in Abs. 397 besprochen. Sie zeigt das Verhalten des Wolframstahles mit 5,5% W und 0,57% C nach Abschrecken bei verschiedenen Wärmegraden.

Die Abb. 485 ist ebenfalls auf Grund der obengenannten Arbeit von Mars zusammengestellt. Sie gibt Aufschluß über die Größe des zurückbleibenden Magnetismus in verschiedenen Eisenlegierungen, die außer Eisen und Kohlenstoff noch Wolfram, Chrom, Molybdän, Vanadium, Mangan, Nickel und Silizium enthalten. Man bezeichnet solche Legierungen vielfach als „legierte Stähle“, „Sonderstähle“ oder „Spezialstähle“, Sämtliche Legierungen wurden abgeschreckt, und zwar in Wasser bei den beigeschriebenen Temperaturen. Nur wenn der Abschrecktemperatur das Zeichen 0 beigefügt ist, erfolgte das Abschrecken in Öl. Der Kohlenstoffgehalt der Legierungen ist als Abszisse gewählt. Die Eisen-Kohlenstoff-Legierungen ohne wesentliche Mengen von Fremdstoffen sind durch nicht ausgefüllte Kreise, die Wolframstähle durch +, die Chromstähle durch ausgefüllte Kreise •, die Chromwolframstähle durch †, die übrigen durch × angedeutet. Der Gehalt an den Zusatzstoffen ist den einzelnen Punkten beigeschrieben. Durch die Punkte für Eisen-Kohlenstoff-Legierungen ist die Ausgleichsline gezogen.

Man erkennt, daß Wolframstahl mit 0,6% C und 5,5% W hohe Werte von \mathfrak{B}_r aufweist. Ähnliche Eigenschaften zeigen noch einige Chromstähle mit 0,6 bis 1% C und 1,3 bis 2,1 Cr, ferner auch ein Chromwolframstahl mit 1,2% C, 1,23% Cr und 1% W.

Der untersuchte Vanadiumstahl mit 0,37% Vd bei 0,8% C zeigte bezüglich des zurückbleibenden Magnetismus keine Vorteile gegenüber den vanadiumfreien Eisen-Kohlenstoff-Legierungen mit gleichem Kohlenstoffgehalt. Auch der unter-

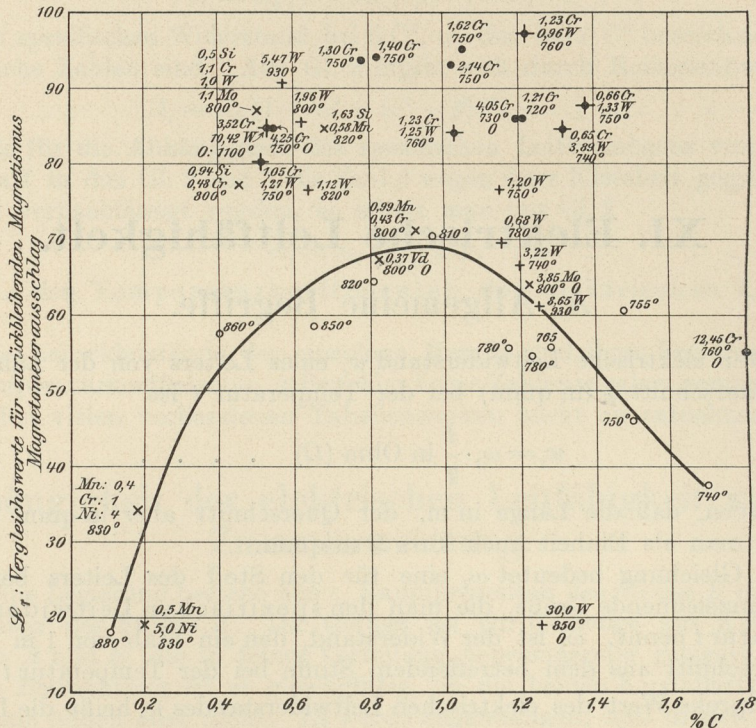


Abb. 485. Vergleich des zurückbleibenden Magnetismus verschiedener abgeschreckter Stahlsorten. (Nach Mars.)

- Eisen-Kohlenstoff-Legierungen.
- + Wolframstähle.
- Chromstähle.
- ✦ Chrom-Wolfram-Stähle.
- × Verschiedene Stähle.

Sämtliche Stähle sind bei den beigeschriebenen Temperaturen abgeschreckt und zwar:
 in Wasser, wenn nichts besonderes vermerkt,
 in Öl, wenn das Zeichen O beigefügt ist.

suchte Molybdänstahl mit 3,85% Mo bei 1,2% C zeichnete sich vor den molybdän-freien Legierungen gleichen Kohlenstoffgehalts nicht aus. Das billigere Wolfram und Chrom scheinen sonach den Stahl für Dauermagnete geeigneter zu machen als das teure Molybdän. Im übrigen bedarf wohl die Abb. 485 keiner weiteren Erläuterung.