

einer Entfernung von  $0,7 R$  ( $R$  = Radius des Stabes) vom Mittelpunkt praktisch dessen mittlere Gesamthärte.

Weiterhin wird die Verteilung der Zugfestigkeit an Stäben aus Manganbronze geprüft. Auch werden einige Beobachtungen über Richtungseigenschaften und über den Einfluß der Kaltbearbeitung, sowohl durch Ziehen als auch durch Rollen, auf die Röntgenstruktur mitgeteilt.

R. Chadwick, Birmingham: „Der Einfluß von Zusammensetzung und Konstitution auf die Bearbeitbarkeit und einige physikalische Eigenschaften der Zinnbronzen.“

Durch systematische Schmiedeversuche an kleinen zylindrischen Proben aus reinen Bronzen (mit bis zu 30% Sn) und solchen mit geringen Phosphorgehalten wird die jeweils günstigste Verarbeitungstemperatur ermittelt. Als Indicator diente das Verschwinden der Gußstruktur, auch wurden die Stärke und die Ausdehnung auftretender Risse zur Beurteilung herangezogen. Die Herstellung einwandfreier Gußproben war häufig wegen starker Seigerungsscheinungen schwierig, zu ihrer Vermeidung erwies sich der Ausschluß reduzierender Gase als nützlich, der Gasgehalt des Kupfers wurde durch Oxydation vermindert.

Die Proben wurden dann bei der so ermittelten günstigsten Temperatur zu dünnen Streifen gewalzt; sofern der Walzprozeß unterhalb der Rekristallisationstemperatur erfolgte, wurden Zwischenglühlungen eingelegt. Legierungen mit 17 bis 19% und mehr als 25% Sn ließen sich nicht zu dünnen Streifen verarbeiten. Zur Festlegung des ternären Teilsystems Cu—Sn—P für Sn-Gehalte bis zu 25% und P-Gehalte bis zu 1% bei 600° wurden abgeschreckte Legierungen mikroskopisch untersucht. Die  $\alpha$ -Phasengrenze verläuft von 15,4% Sn in reinen Zinnbronzen nach 13% Sn bei 0,3% P. Die Löslichkeit des Phosphors weist bei etwa 14% Sn und 0,3% P einen Niedrigstwert auf.

Abschließend wurden die Bearbeitungshärtung durch Kaltwalzen, die Zugfestigkeit im weichen und walzhaften Zustand sowie die Härte an einer größeren Zahl von Legierungen, besonders solchen nahe der  $\alpha$ -Phasengrenze, festgestellt. Die letzteren Proben zeichneten sich durch die höchsten Festigkeitswerte des ganzen Systems aus.

F. Twyman, London: „Die praktische Anwendung der Spektralanalyse in der Nichteisenmetall-Industrie.“

Zusammenfassende Darstellung neuerer Ergebnisse und Anwendungsmöglichkeiten der Spektralanalyse unter besonderer Berücksichtigung der Belange der Nichteisenmetall-Industrie. Diese Abhandlung bildete die Grundlage zu einer allgemeinen Diskussion des obigen Themas.

## Deutsche Lichttechnische Gesellschaft

Berlin, den 11. Mai 1939.

H. Schober: „Sehschärfe und Lichtfarbe“<sup>1)</sup>.

Da der Begriff der Sehschärfe nicht eindeutig festgelegt ist, muß man bei Untersuchungen über die Sehschärfe darauf achten, welche der fünf verschiedenen Definitionen zutrifft. Die erste Definition gleicht sich der des optischen Auflösungsvermögens an und definiert sie durch den reziproken Winkelabstand zweier Punkte, die gerade noch getrennt wahrgenommen werden können. Die Medizin definiert die Sehschärfe durch die Buchstabengröße einer Buchstabengruppe, die unter festgelegten Bedingungen gerade noch wahrgenommen werden können. Diese Definition deckt sich im wesentlichen mit dem lichttechnischen Begriff der Formenempfindlichkeit. Die lichttechnische Praxis versteht unter Sehschärfe die Formerkennungsgeschwindigkeit, zieht also gegenüber den beiden ersten Definitionen einen Zeitfaktor hinzu. Soweit es sich um ruhende Gegenstände handelt, beziehen sich die im folgenden beschriebenen Untersuchungen auf diese drei Definitionen. Eine weitere Definition ist die als Kontrastempfindlichkeit,

bei der die Form keine Rolle spielt, sowie die als Kontrasterkennungsgeschwindigkeit, die z. B. im Verkehrswesen eine ausschlaggebende Rolle spielt. Bei der Beurteilung des Auges als optischer Apparat muß man berücksichtigen, daß als lichtempfindliche Systeme sowohl die dicht gelagerten Zäpfchen mit Durchmessern zwischen 0,0015 und 0,0045 mm für Tagessehen und die weniger dicht gelagerten Stäbchen mit Durchmessern von etwa 0,002 mm für Nachtsehen vorhanden sind. Der Hauptfehler des Auges ist die mit der Kleinheit der Pupille verbundene starke Beugung, gegen die die chromatischen Fehler und erst recht die übrigen Fehler, wie Aberration, Astigmatismus, Koma und Bildwölbung zurücktreten. Der theoretischen Berechnung des Auflösungsvermögens des Auges darf nicht das Rayleighsche Kriterium zugrunde gelegt werden, bei dem die Beugungsmaxima der beiden Punkte durch einen Sattel getrennt sind, der 40% tiefer liegt, sondern entsprechend dem Weber-Fechnerschen Gesetz eine Lage der Maxima, die durch einen Sattel von 2% Tiefe getrennt sind. Ferner muß berücksichtigt werden, daß das Auflösungsvermögen von dem Pupillendurchmesser, von dem Akkomodationszustand des Auges, u. zw. von der Akkommodation bei heterochromatischer Beleuchtung — mit hinreichender Genauigkeit wird angenommen, daß das Auge auf die Wellenlänge akkomodiert, die im Schwerpunkt der Helligkeiten der Spektralbereiche der Lichtquelle liegt — und von der Lichtfarbe abhängt. Die so berechnete Sehschärfe ist daher eine Größe, die durch Überlagerung der für die einzelnen Wellenlängen berechneten Werte erhalten wird, und die noch vom Pupillendurchmesser und damit von der Beleuchtungsstärke abhängt. Daß die tatsächliche Sehschärfe mit zunehmender Pupillengröße, d. h. abnehmender Beleuchtungsstärke nicht zunimmt, kommt daher, daß in diesem Bereich das Stäbchensehen einsetzt, das wegen der weiten Trennung der Stäbchen auf der Netzhaut nur geringes Auflösungsvermögen besitzt. Ebenso kann die theoretische Abnahme mit kleiner werdendem Pupillendurchmesser nicht beobachtet werden, da die Pupille sich nicht beliebig verkleinern kann. Experimentell nimmt die Sehschärfe ungefähr linear mit dem Logarithmus der Beleuchtungsstärke zu, bis zu einem Grenzwert, der mit weißem Licht bei etwa 5000 Lux erreicht wird. Mit Natriumlicht wird dieser Wert bei 700 Lux und mit der Quecksilberlampe bei etwa 300 Lux erreicht, so daß die Quecksilberlampe bezüglich der Sehschärfe der Natriumlampe überlegen ist. Das Fehlen der chromatischen Fehler bei der monochromatischen Natriumlampe macht sich deshalb nur wenig bemerkbar, da beim Auge die chromatischen Fehler gegenüber den Beugungsfehlern zurücktreten. Theoretisch ergibt sich die Reihenfolge Quecksilberlampe—Natriumlampe—Glühlampe nur, wenn man bei der Berechnung einen Sattel von 2% Tiefe zwischen den Beugungsmaxima gerade erkennbarer Punkte zugrunde legt. Bei kleinen Beleuchtungsstärken sind Frauen den Männern überlegen. In Abhängigkeit von der Lichtwellenlänge nimmt zwar die Sehschärfe mit abnehmender Wellenlänge zu. Wegen der Eigenschaft des Auges, im Blauen nicht mehr zu akkomodieren, sinkt sie nach Erreichen eines Maximums jedoch wieder ab.

Diese Untersuchungen gelten auch für die Formerkennungsgeschwindigkeit ruhender Objekte. Für bewegte Objekte verlaufen die Abhängigkeiten jedoch anders, u. zw. ist hier die Natriumlampe am günstigsten. Die Kontrastempfindlichkeit hängt überhaupt nicht von der Lichtfarbe ab.

Für die Arbeitsplatzbeleuchtung ergibt sich, daß die Quecksilberlampe der Glühlampe überlegen ist, und daß bei Quecksilberlampen zur Erzielung maximaler Sehschärfe Beleuchtungsstärken von 300, bei Natriumlampen von 700 und bei Glühlampen von 5000 Lux, letztere also entsprechend der des Tageslichts, erforderlich sind.

In der Aussprache lehnt Kühl die Deutung der Versuche durch den Vortr. ab, sieht aber in den Versuchen eine genaue Bestätigung seiner in der Theorie des Lichtsinns entwickelten Vorstellungen, nach denen die Beobachtungen als reine Kontrastmessungen zu deuten sind. Ferner wird auf frühere Versuche des Hygienischen Instituts hingewiesen, die übereinstimmend mit denen des Vortr. ergaben, daß die Sehschärfe im Gelbgrünen am größten und im Blau am kleinsten ist, während sie im Roten etwas abnimmt. Dagegen ist die Lesegeschwindigkeit im Roten sehr schlecht.

<sup>1)</sup> Vgl. hierzu Leiber, Über Steigerung der Farbenwahrnehmung, diese Ztschr. 52, 367 [1939].