

Herr Jaeckel (Sendlinger Optische Glaswerke) fragt, ob Tiegel aus Sinterkorund für optische Glasmelzen bald in technischem Maßstabe zu erhalten sein werden. — Der Vortragende gibt an, daß bis-

her nur Tiegel für einige Kilogramm Inhalt hergestellt seien, daß es seines Erachtens aber keine besonderen Schwierigkeiten machen würde, auch größere Tiegel herzustellen, sobald ein Bedarf dafür vorliegt.

(7384)

Betriebliche Großzahlforschung.

DK 311.2 : 666.1

Von Dr. H. C. Plaut.

(Vortrag bei der 16. Glastechnischen Tagung, Berlin, 20. Januar 1933.)

Statistische Verfahren zur Gütekontrolle in der Fabrikation sind anscheinend zuerst im Jahre 1907 in der britischen Brauereiindustrie angewendet worden; sie blieben aber unbeachtet. Erst 1923 begannen Arbeiten auf diesem Gebiet aufs neue, und zwar führte K. Daeves in der Eisenindustrie die technische Fabrikationskontrolle durch, im Bau elektrischer Maschinen stellte R. Rüdberg Normen und Abnahmebedingungen auf statistische Grundlage, und in der Glühlampenindustrie baute man ein umfassendes, statistisch begründetes Kontrollsystem für die Güteprüfung der Glühlampen aus. Von hier ausgehend, verbreiteten sich die Verfahren der Großzahlforschung schnell auch auf andere Industrien. So fanden sie durch Shewharts Arbeiten in den Vereinigten Staaten in der Bell Telephone and Telegraph Co., in der photographischen Industrie bei Kodak, durch Dudding in der englischen Glühlampenindustrie und an vielen anderen Stellen Eingang.

In die deutsche Glastechnik führte die Deutsche Glastechnische Gesellschaft die Verfahren der Großzahlforschung auf Anregung von Jebesen-Marwedel ein. Eine Zusammenfassung von einigen der hier in Betracht kommenden Verfahren ist im Fachausschußbericht Nr. 19 der DGG¹⁾ veröffentlicht worden, der auch Anwendungen auf eine Anzahl von Beispielen aus der Glasindustrie enthält. Da hier in erster Linie die Verfahren berücksichtigt sind, die das Eindringen in die ursächlichen Zusammenhänge im Fabrikationsgange ermöglichen, so werden im vorliegenden Vortrag in erster Linie die Verfahren dargestellt werden, die zur Beurteilung des fertigen Produkts und zur Festlegung von Abnahmebedingungen und Garantien dienen.

Um Garantien zu geben und Abnahmebedingungen zu vereinbaren, muß der Hersteller sein eigenes Erzeugnis in all seinen Eigenschaften gut kennen. Eine solche Kenntnis soll er aus eigenen Prüfungen besitzen; sie kann auf Durchprüfung der gesamten Erzeugung oder auf Stichproben beruhen. In Fällen, wo die Prüfung das Erzeugnis selbst zerstört, wie die Lebensdauerprüfung von Glühlampen oder die Heizwertbe-

stimmung von Briketts, kommt nur Prüfung durch Stichproben in Betracht. Aufstellung von Garantien und Prüfung durch Stichproben ist verhältnismäßig einfach, wenn das Erzeugnis eine große Gleichmäßigkeit besitzt, schwieriger, wenn seine Güteeigenschaften streuen, d. h. Stücke von erheblich verschiedener Qualität vorkommen. Außerordentlich ungünstig aber sind die Verhältnisse, wenn die Güte des Erzeugnisses aus unbekanntem Ursachen schwankt.

Die in der technischen Fabrikationskontrolle obwaltenden Verhältnisse und die Art der Anwendung statistischer Verfahren zur Aufstellung von Abnahmebedingungen und Garantien lassen sich mit Hilfe eines mechanischen Modells, des sogenannten Galtonschen Brettes, in sehr einfacher Weise darstellen. Es besteht aus einem senkrechten, mit einer Anzahl von Nagelreihen versehenen Brett, an dessen Unterseite sich eine in viele Einzelfächer geteilte Rinne befindet. An der oberen Seite des Brettes ist ein Trichter angebracht, durch den man, wie bei dem bekannten Bajazzo-Glückspiel, Kugeln oder Körner zwischen die Nagelreihen fallen lassen kann. In Anwendung auf die Fabrikationsstatistik stellen die Kugeln oder Körner die einzelnen Stücke dar, die den Herstellungsgang durchlaufen. Die Rinne am Fuß des Brettes veranschaulicht die Güte des Enderzeugnisses, in der Weise etwa, daß das Fallen einer Kugel in die linke Seite der Rinne schlechten Ausfall des Erzeugnisses, Fallen in die rechte Seite der Rinne guten Ausfall bedeutet. Die Nagelreihen, die die Kugeln nach rechts oder links ablenken, geben die verschiedenen Arbeitsgänge der Herstellung wieder, von denen die größere oder geringere Güte des Endprodukts abhängt. Könnten alle diese Arbeitsgänge mit idealer Gleichmäßigkeit durchgeführt werden, so würde das Erzeugnis völlig gleichmäßig ausfallen. Die Ungleichmäßigkeiten der Arbeitsgänge entsprechen in ihrer Wirkung den Nagelreihen. Sie machen die Güte der einzelnen Stücke verschieden und bewirken eine Streuung des Enderzeugnisses. In der Rinne am Fuße des Galtonschen Brettes ist eine Verteilung der Kugeln sichtbar, welche die charakteristische Form der Häufigkeitsverteilung erkennen läßt, die durch das Zusammenwirken einer großen Anzahl an sich unbedeutender Streuungsursachen zustande kommt. Man sieht eine große Menge Stücke der mittleren Güteklassen, daneben bedeutend geringere Mengen von Stücken beträchtlich besserer und schlechterer Qualität.

¹⁾ H. C. Plaut (und H. Jebesen-Marwedel): „Betriebliche Großzahlforschung in der Glasindustrie“. Fachausschußber. DGG, Nr. 19 (Frankfurt a. M. 1931), 11 S., 9 Abb. (Abgabe nur an DGG-Mitglieder durch die Geschäftsstelle.)

Zu Kurven ganz entsprechender Gestalt, die über die Güteverteilung des Erzeugnisses Aufschluß geben, gelangt man in der technischen Statistik. Um diese sogenannten Häufigkeitsverteilungskurven zu erhalten, trägt man als Abszisse die für die Güte des Erzeugnisses maßgebliche Eigenschaft, beispielsweise die Festigkeit, auf, als Ordinate die Anzahl der Stücke, die bei den Prüfungen die betreffende Güte (Festigkeit) ergeben haben. Eine solche

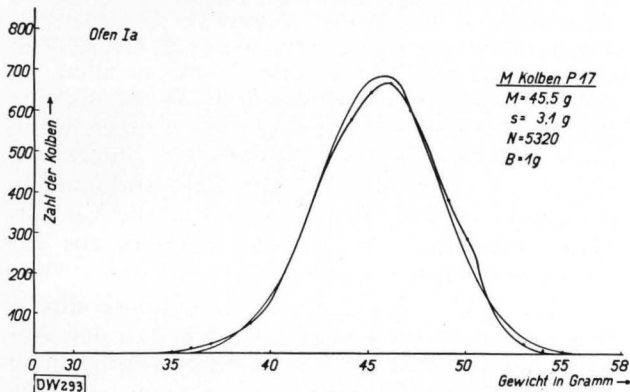


Bild 1*). Häufigkeitsverteilung des Gewichts handgeblasener Glaskolben.

Kurve gibt Bild 1 wieder, welche die Häufigkeitsverteilung des Gewichts handgeblasener Glaskolben darstellt. Die fortlaufende Aufstellung und Beobachtung von Häufigkeitsverteilungskurven ermöglicht zugleich die Entscheidung über die für die Festlegung von Garantien und Abnahmebedingungen notwendige Gleichmäßigkeit der Erzeugung und gewährt die zahlenmäßigen Unterlagen für diese Garantien selbst. Die Breite der Kurve (Anzahl der Stücke mit Extremwerten) gibt die Anzahl und Wirkung der Ungleichmäßigkeiten erzeugenden Arbeitsgänge wieder. Haben zu verschiedenen Zeiten aufgezeichnete Kurven immer wieder dieselbe Gestalt, so ist daraus auf Gleichmäßigkeit der Fabrikation zu schließen; Ab-

*) Der Druckstock wurde freundlicherweise vom VDI-Verlag, Berlin, zur Verfügung gestellt. Er stammt aus der Abhandlung M. Pirani und H. C. Plaut: „Zufall und Gesetz bei Massenerscheinungen“, in dem unter 2) genannten Buche von H. C. Plaut.

nahmebedingungen und Garantien können aufgestellt werden. Was garantiert werden kann, läßt sich zugleich an der Kurve selbst ablesen. So würde man auf Grund der angegebenen Häufigkeitsverteilungskurve von Glasgewichten garantieren können, daß keine Glaskolben von weniger als 35 oder mehr als 55 g Gewicht vorkommen, und daß ein großer Prozentsatz der Gewichte zwischen 40 und 50 g liegt. — Zeigen die zu verschiedener Zeit aufgenommenen Häufigkeitskurven verschiedene Gestalt und verschiebt sich insbesondere ihr Höchstwert merklich, so ist die Fabrikation schwankend, die Innehaltung von Garantien ist gefährdet; Untersuchungen über die Ursachen, die im Herstellungsgang den verschiedenen Ausfall hervorrufen, sind unerlässlich. Diese können mit dem im genannten Fachauschußbericht angegebenen Verfahren durchgeführt werden²⁾.

Aussprache.

Herr Friedmann/WBG: Aus dem Arbeitsbereich der WBG möchte ich ein Beispiel für die Anwendung der Großzahlforschung bei Betriebsuntersuchungen anführen. Bei einem Schmelzofen traten in kurzen Zwischenräumen ohne ersichtlichen Grund größere Schwankungen im täglichen Kohlenverbrauch auf. Die ursprüngliche Vermutung, daß die Verbrauchsänderungen auf die Betriebsverhältnisse des Ofens selbst zurückzuführen seien, erwies sich als nicht stichhaltig; die Ursache mußte also in der Gasbeschaffenheit liegen. Die Darstellung des Kohlenverbrauches, des Dampfzusatzes, der Menge von CO und CO₂ im Glas in Abhängigkeit von der Zeit ergab keine Aufklärung. Die Darstellung des Kohlenverbrauches in Abhängigkeit vom CO-Gehalt des Gases ergab zunächst nur einen stark streuenden Punkthafen; seine Auswertung nach den Regeln der Großzahlforschung zeigte aber eindeutig, daß schon Änderungen des CO-Gehaltes zwischen 31 und 33% Schwankungen im Kohlenverbrauch von $\pm 8\%$ um das Monatsmittel herum zur Folge hatten. Die daraufhin getroffenen betrieblichen Maßnahmen zur Verbesserung der Generatorführung brachten einen vollen Erfolg. (7406)

²⁾ Vgl. hierzu auch K. Daeves: „Praktische Großzahlforschung“, Berlin 1933, VDI-Verlag (Bespr. Glastechn. Ber., 11 (1933), H. 3, S. 112), und H. C. Plaut: „Fabrikationskontrolle auf Grund statistischer Methoden“, Berlin 1930, VDI-Verlag.

Weitere Referate und Zitate von Abhandlungen betr. Großzahlforschung s. in Ref.-Abt. 32 des vorliegenden Heftes der „Glastechn. Ber.“ und in dem unter 1) genannten FA-Bericht.

Referate.

(Einteilung s. in Heft 1 dieses Jahrgangs, S. 21. — Das Zeichen □ bedeutet, daß die betr. Veröffentlichung in einem der nächsten Hefte der „Glastechn. Ber.“ besprochen werden wird.) — Die halbfetten Zahlen rechts über jedem Referat bzw. Zitat geben die Einteilung nach der Brüsseler Dezimalklassifikation (DK) an; Näheres s. in Heft 1, grüner Zettel vor S. 1.

1. Geschichte des Glases.

Römisches Glas. L. M. Angus-Butterworth. Glass Ind., 14 (1933), Nr. 6, S. 65–68. (7399/1) **DK 666.11(37)**

Die Glasindustrie im Bayerischen Wald. (Sklárství v Bavorském lese.) Jan Bárta. Sklárské Rozhledy, 9 (1932), Nr. 2, S. 17–20. **DK 666.1(433.4)(09)**

Der Aufsatz bildet eine geschichtliche Uebersicht über die Entstehung und Ausbreitung der

Glasindustrie im Bayerischen Wald, die durch den fast unerschöpflichen Waldreichtum in der Entwicklung begünstigt wurde. Die mit dieser Entwicklung verbundenen Ortschaften und Glashüttenbesitzer werden bis in das 13. Jahrhundert zurückverfolgt. Viele der genannten Familiennamen sind auch heute noch mit der dortigen Glasindustrie eng verbunden. Im Zusammenhang mit diesen alten Hütten werden auch die einzelnen Erzeugnisse der damaligen Zeit, u. a. Butzenscheiben, Rosenkranzperlen, Hohl-, Spiegel- und Alabasterglas, erwähnt.