

## Karl Freiherr Auer von Welsbach zum 70. Geburtstage.

Von Dr. J. D'Ans, Berlin.

(Eingeg. 20. August 1928.)

Mit Bewunderung für sein Werk und stolz, daß er einer der unseren ist, begrüßen wir Karl Freiherr Auer von Welsbach, den Siebzigjährigen. Geschlossen und vollendet, wie selten eine Lebensarbeit, steht das, was Auer wissenschaftlich und technisch geschaffen hat, vor uns, so groß und so bedeutungsvoll zugleich, daß wir ihn zu den ganz Großen zu reihen haben. Die besondere Eigenart seines Schaffens läßt klar die zwei bestimmenden Faktoren erkennen: seine österreichische Genialität und die hohe wissenschaftliche Schule Bunsens in Heidelberg.

Karl Auer von Welsbach wurde am 1. September 1858 in Wien geboren. Sein Vater Alois war der Leiter der österreichischen Staatsdruckerei, ein vielseitig hochbegabter Mann, der durch seine erfinderischen Anlagen, sein Organisationstalent und künstlerisches Verständnis die Staatsdruckerei in Wien zu dem weltbekannten Institut emporgehoben hat. Auer studierte bei Bunsen in Heidelberg in den Jahren 1880 bis 1882 und beschäftigte sich bereits dort mit den seltenen Erden. Diese Arbeiten hat er dann im Institut von Lieben in Wien mit größtem Eifer und Erfolg fortgesetzt. Das erste bedeutsame Ergebnis seiner Arbeiten, das er der Ausgestaltung und systematischen Anwendung seiner fraktionierten Kristallisation der leichtlöslichen Doppelnitrate der seltenen Erden verdankt, ist die Trennung des Didyms in Neodym und Praseodym im Jahre 1885. Der genauen Kenntnis der Chemie der seltenen Erden verdankt Auer, daß er, nach der Erfindung des Gasglühlichts, die Herstellung der hierzu erforderlichen reinen seltenen Erden, der Salze des Zirkons, Lanthans usw., später die des Thoriums und Cers zunächst aus Thorit, später aus dem Monazitsand, rasch mit Erfolg durchführen konnte. In Atzgersdorf bei Wien sind die fabrikmäßigen Verfahren zum Aufschließen und Verarbeiten des Monazitsandes entwickelt worden, die auch heute noch die Grundlagen der Arbeitsverfahren dieser Industrie bilden. So ist Auer von Welsbach auch der Begründer der Industrie der seltenen Erden geworden. Die Suche nach reichen Lagern an seltenen Erden hat die großen Monazitsandlager in Brasilien und

Indien zutage gefördert. Neben dem wichtigsten Bestandteil, dem Thorium, haben allmählich auch die Nebenbestandteile, die Ceriterden, verschiedene Verwendungen gefunden. Hervorgehoben mag werden, daß das Ceritfluorid zur Herstellung von Effektlampenlampenkohlen benutzt wird. Auer selbst hat sich wiederholt mit dem Problem der Verwendung der seltenen Erden für die Herstellung von Bogenlampenkohlen beschäftigt.

In diesem Zusammenhang seien auch vorweggenommen die weiteren wissenschaftlichen Arbeiten Auers auf dem Gebiete der seltenen Erden, die 1905 zu einem neuen großen Erfolg geführt haben, indem es ihm gelang, das Ytterbium in zwei Elemente zu trennen, die er Aldebaranium und Cassiopeium benannt hat. Seine Priorität der Trennung des Ytterbiums ist von der Deutschen Atomgewichtskommission 1924 anerkannt worden. Sein Hauptinteresse fesselten aber von Anfang an die besonderen Eigenschaften der Lichtemission der hocherhitzten Oxyde der seltenen Erden und deren Gemische. Er untersuchte die Spektren, die Bogen- und Funkenspektren, kehrte immer wieder zu dieser merkwürdigen Erscheinung der hohen Lichtemission zurück und wagte schließlich, den Gedanken in die Tat umzusetzen, diese besondere Eigenschaft technisch zu verwerten. Bereits im Jahre 1885 glaubte er seine Erfindung so weit ausgearbeitet, daß er sie in einem Vortrage im Österreichischen Gewerbeverein der Öffentlichkeit übergab. Kurz

darauf wurde in der Fabrik in Atzgersdorf die Herstellung der hierzu erforderlichen Präparate der seltenen Erden aufgenommen, und die ersten Glühstrümpfe wurden erzeugt, die, in den Handel gekommen, berechtigtes Aufsehen hervorriefen. Aber nicht ohne große Schwierigkeiten sollte die Einführung der Glühstrümpfe in die Gasbeleuchtung vor sich gehen. Es kamen Mißerfolge und Rückschläge. Die Fabrik mußte geschlossen werden, und Auer verwendete seine ganze frei gewordene Zeit, fest vertrauend auf den Erfolg seiner Erfindung, an wissenschaftliche Arbeiten, um den Glühstrumpf weiter zu verbessern. Seine und seines vortrefflichen Mitarbeiters Ludwig Haitinger Arbeiten und Beobachtungen führten



schließlich zu der Erkenntnis, daß die besonderen Lichtemissionseigenschaften der Oxyde bedingt sind durch kleine Mengen an zugesetzten fremden Oxyden, und daß eine optimale Mischung besteht, bei der die Lichtemission am größten ist. Nun war der letzte Schlüssel gefunden, denn es war ihm bekannt, daß der Glühstrumpf desto weniger leuchtete, je reiner das verwendete Thoroxyd war. Im Jahre 1892 entstand der heute noch benutzte Thoroxyd-Glühkörper mit 1% Ceroxyd in seiner endgültigen Gestalt. Was später von dritter Seite noch an Verbesserungen am Glühstrumpf hinzukam, betrifft Detailfragen. Wir erinnern an den Ersatz der Baumwolle durch Ramie und Kunstseide, der Platindrahtaufhängung durch einen Asbestfaden, an die Einführung des Invertglühkörpers, an Preßgas, an die Verwertung des Glühstrumpfes in der Beleuchtung mit Petroleum, Benzin und Spiritus.

Diese Erfindung, die den Namen Auer von Welsbachs mit Recht weltberühmt gemacht hat, hat die größten technischen und wirtschaftlichen Folgen gehabt. Denn sie brachte geradezu eine Umwälzung auf dem Gebiete des Beleuchtungswesens. Edison hatte die elektrische Kohlefadenlampe erfunden und ausgebildet, und sie drohte schon in den 80er Jahren die Gasbeleuchtung zurückzudrängen und die Leuchtgasindustrie zu vernichten. Schon der Name sagt, daß die maßgebenden Kreise damals dem Leuchtgas als Hauptaufgabe die Beleuchtung zusprachen. Die große Bedeutung, die dem Leuchtgas als Heiz- und Kraftquelle zukommt, war noch nicht durchgedrungen. In den Kreisen der Gasindustrie hat daher die Auer'sche Erfindung nach Überwindung der anfänglichen Zweifel und Anfeindungen die allergrößte Beachtung gefunden. Sie hat es tatsächlich vermocht, die Gasanstalten vor einer schweren Krise der Entwicklung zu bewahren und ihnen einen neuen mächtigen Impuls zu geben. Die heutige Bedeutung der Gasanstalten in dem wirtschaftlichen Leben der Städte ist jedenfalls mit zum größten Teil der rechtzeitig gekommenen Auer'schen Erfindung zu verdanken. Was wäre geschehen, wenn er zuerst die Osmiumfadenlampe erfunden hätte? Das Gasglühlicht hat auch, und das muß für die folgenden Ausführungen besonders betont werden, einerseits die Verbreitung der Kohlefadenlampe gehemmt und die weitere Einführung der elektrischen Beleuchtung um fast zwei Jahrzehnte verlangsamt, andererseits hat sie aber die elektrotechnische Industrie gezwungen, neue Wege zu suchen, um eine bessere Lichtausbeute je Einheit elektrischer Energie zu erzielen. Die Bogenlampe ist nur für Plätze, Straßen und größte Innenräume geeignet. Die Nernstlampe, die sich des Zirkonoxys als Strahler bedient, so beachtenswert sie in ihrer Ökonomie ist, ist zu empfindlich und kompliziert, um eine Vollendung der elektrischen Beleuchtungstechnik zu sein. Diese Vollendung hat die elektrische Metallfadenlampe gebracht, und Auer von Welsbach selbst hat ihre erste Gestalt in der Osmiumfadenlampe erfunden. So hat er die Folge in der allgemeinen geschichtlichen Entwicklung des Beleuchtungswesens in seinen beiden genialen Erfindungen wiederholt. Er hat zunächst die Gasbeleuchtung zu ihrer höchsten Vollendung geführt und dann erst, als er Beleuchtungstechniker geworden war, die Schwächen seines Gasglühlichtes gegen die Vorzüge der elektrischen Glühfadenlampenbeleuchtung richtig durchschaut und klar erkannt, daß nur die elektrische Metallfadenlampe einen weiteren technischen und wirtschaftlichen Fortschritt im Beleuch-

tungswesen bringen kann. Und seine erfinderische Begabung hat ihm den richtigen Weg gewiesen und die erste Lösung dieses Problems finden lassen.

Aus der Osmiumlampe ist schließlich die Wolframlampe (Osramlampe) entstanden, die heute die Beleuchtungstechnik beherrscht. In der ersten Zeit sind die Osramlampen nach dem Verfahren hergestellt worden, das Auer von Welsbach für die Osmiumlampe gewiesen hatte.

Die Erfindung des Glühstrumpfes und die der Metallfadenlampe haben eine Fülle wissenschaftlicher Probleme zutage gefördert. Erinnert sei nur an die lebhaften wissenschaftlichen Diskussionen über die Gründe des Helleuchtens des Auerstrumpfes, an deren wissenschaftlicher Erforschung sich schließlich die Größen der Chemie und Physik beteiligt haben. Die Erkenntnis der selektiven Strahlung war zur Zeit, als Auer den Glühstrumpf erfand, ganz unbekannt. Um so größere Bewunderung verdient daher seine Erfindung, bei der er den Leitfaden, den jede feststehende wissenschaftliche Erkenntnis bietet, entbehren mußte.

Schließlich, als letzte Gabe, hat er uns das Cereisen geschenkt, das den Feuerstein und den Schlagstahl in technisch vollendeter Form wiedergibt. Für alle die Probleme, die Auer von Welsbach sich gestellt und gelöst hat, ist ihre Neuheit und Unabhängigkeit charakteristisch. Hervorzuheben sind die neuen technischen Wege, die er bei der Ausführung seiner Erfindungen gegangen ist, und die technische Reife, die sie unter seiner Leitung in kurzer Zeit erlangten. Der Fortschritt, den seine Erfindungen brachten, liegt darin, daß sie es ermöglichten, mit demselben Aufwand an Energie ein Vielfaches der bis dahin erzielbaren Lichtausbeute zu gewinnen. Diese enorme Steigerung der Wirtschaftlichkeit hat es möglich gemacht, Licht so billig zu erzeugen und in so reichem Maße zu verschwenden, wie es heute unser Auge im Heim und auf den Straßen der Städte erfreut. Diesen enormen Fortschritt der durch die Auer'schen Erfindungen gegebenen Wirtschaftlichkeit der Beleuchtung mögen einige trockene Zahlen kennzeichnen: Im Leuchtgasschnittbrenner brauchte man für eine Hefnerkerze Licht etwa zwölf Liter Leuchtgas. Dieselbe Lichtmenge erreicht man im Stehlichtglühstrumpf mit  $1\frac{1}{4}$  Liter, im Hängelichtglühstrumpf mit 1 Liter, mit Preßgas mit  $\frac{1}{2}$  Liter Gas. Damit ist aber die Wirtschaftlichkeit noch nicht erschöpft. Denn dadurch, daß es bei Anwendung von Glühstrümpfen nicht mehr nötig ist, ein bei der Verbrennung hochwertiges und teures, selbstleuchtendes Gas zu haben, ist es den Gasanstalten möglich geworden, ihrem Leuchtgas in steigendem Maße das billige Wassergas beizumischen. Bei der elektrischen Beleuchtung verbrauchte die Kohlefadenlampe pro Hefnerkerze  $3\frac{1}{4}$  Watt, die Osmiumlampe  $1\frac{1}{2}$ , während die besten Wolframdrahtlampen heute die Hefnerkerze mit unter  $\frac{1}{2}$  Watt zu erzeugen gestatten.

So ist Auer von Welsbach der Gründer und Erfinder von drei Industrien geworden, der Industrie der seltenen Erden und des Cereisens, der Industrie der Glühstrümpfe und endlich derjenigen der elektrischen Metallfadenlampen. Seine großen Erfindungen haben durch Ausnutzung seltener, nicht benutzter Schätze unserer Erde uns eine unerhörte Fülle von Licht gespendet. Für diese Taten hat er schon reiche Ehren empfangen, den erblichen Adel, hohe Auszeichnungen, den Ehrendoktor und Ehrensensator verschiedener Universitäten und Technischer Hochschulen und das Ehren-

bürgerrecht einer großen Zahl von Städten, von denen manche seiner engeren Heimat es ihm mit für seine mildtätigen Gaben verliehen haben.

Der Verein deutscher Chemiker hat Auer von Welsbach 1912 „in Ansehung seiner Verdienste um die Glühlichtbeleuchtung für Gas und Elektrizität, die

Herstellung pyrophorer Legierungen und seiner epochemachenden Entdeckungen auf dem Gebiete der Chemie der seltenen Erden“ zu seinem Ehrenmitglied ernannt und fügt heute zu seinem 70. Geburtstag dieser kurzen Würdigung seiner Verdienste die besten Glückwünsche hinzu.  
[A. 174.]

## Gesetzmäßigkeiten der Plastizierung in der Technologie der Werk- und Formerstoffe.

Von OTTO MANFRED und JOSEF OBRIST.

Physikalisches Institut der Deutschen Techn. Hochschule Brünn.

(Eingeg. 15. Mai 1928.)

Die Bestrebungen zur Veredlung von Rohstoffen im Sinne einer Vergütung ihrer mechanisch-elastischen Eigenschaften bilden heute, soweit sie als Werkstoffe verschiedenster Art der technischen Verwendung zugeführt zu werden bestimmt sind, eines der Ziele — wenn nicht das Hauptziel — der technologischen Arbeitsprozesse. Im besonderen war es die Metallurgie, die es verhältnismäßig bald verstanden hat, einerseits durch mechanisch-physikalische Mittel, wie Warm- und Kaltverformung, Anlassen, Abschrecken u. dgl. m., andererseits durch chemische Eingriffe mit Hilfe von Zusätzen die Eigenschaften ihrer Materialien innerhalb weiter Grenzen zu beeinflussen, und die nach Ausbildung der metallographischen und später der röntgenspektrographischen Methoden erkannt hat, daß derartige Eigenschaftsänderungen die Folge von mikroskopischen und submikroskopischen Änderungen im Gefügebau der Metalle sind, wie sie eben durch die genannten Einwirkungen bedingt werden. Ganz unabhängig davon haben sich auf einer Reihe der verschiedensten Gebiete, wie etwa der Keramik, der Glastechnik, der Kautschukindustrie, der großen Gruppe der plastischen Massen usw., wo ebenfalls entsprechend dem Verwendungszweck dieser Stoffe die Forderung nach Beherrschung der mechanischen Eigenschaften, wenn schon nicht durchaus in den Vordergrund tritt, so doch in höherem oder geringerem Maße sich weitgehend geltend macht, Verfahren entwickelt, die in gleicher Weise eine mechanische Vor- bzw. Hauptbehandlung bei gleichzeitiger Mitwirkung von chemischen Agenzien bezwecken. Auch hier treten empfindliche Abhängigkeiten der mechanisch-elastischen Eigenschaften von den durch die Art der Behandlung verursachten Gefügeveränderungen der Ausgangsstoffe zutage. Es ist darum verfahrenstechnisch von nicht geringem Interesse, an Hand der in der Literatur befindlichen zahlenmäßigen Angaben den Schwankungen der mechanischen Daten innerhalb der verschiedenen Stoffgruppen vergleichend nachzugehen und so die Zusammenhänge zwischen Verfahrenstyp bzw. Arbeitsprinzip und mechanisch-elastischen Eigenschaften aufzuzeigen<sup>1)</sup>.

In besonders einfacher und augenfälliger Weise lassen sich diese Abhängigkeiten an den künstlichen und natürlichen plastischen Massen feststellen, wie sie großtechnisch in Form der Casein-Kunsthorne, der Kunstharze und der verschiedenen Zellstoffmassen und Kunstfasern, ferner des Kautschuks und kautschukähnlicher Körper, der keramischen Massen usw. erzeugt werden, weshalb diese Stoffgruppen zunächst in den Kreis der Betrachtung gezogen werden mögen.

### Organische plastische Massen.

Das mechanische Verhalten der hierher gehörigen Stoffgruppen ist weitgehend durch ihren kolloiden Zu-

<sup>1)</sup> Selbstverständlich können derartige Ziffern für diesen Zweck nur insofern Vergleichswert haben, als Produkte des gleichen oder nahezu gleichen Ausgangsstoffes einander gegenübergestellt werden. Darauf wurde bei der im folgenden gegebenen Auswahl soweit wie möglich Bedacht genommen.

stand bestimmt, insbesondere durch die Teilchengröße und Teilchenform des Ausgangsmaterials in einem bestimmten Stadium der Bearbeitung. Alle Vorgänge, die ein strömungsartiges Fortbewegen des Gutes in der Arbeitsmaschine bedingen, etwa Streckung (Reckung), Durchtreiben durch eine Strangpresse, Walzung, Pressung, ja sogar das bloße Rühren und Gießen bei zähflüssiger Konsistenz oder Rütteln bei körniger Beschaffenheit des Zwischenproduktes haben unter sonst gleichen Umständen je nach Dauer und Länge dieser Strömung zunächst eine Orientierung der Teilchen in der „Fließrichtung“ und weiterhin in größerem oder geringerem Grade eine Verkettung und Packung bzw. Verfilzung (Reaggregation) der Teilchen zur Folge. Mit dem Grade der Teilchenorientierung einerseits und mit der Art der Verkettung sowie der Packungsdichte andererseits ist aber ceteris paribus das physikalische und im besonderen das mechanisch-elastische Verhalten des plastizierten Stoffes innig verknüpft<sup>2)</sup>.

De Vissor<sup>3)</sup>, welcher den Einfluß der Kalandrierung u. a. auch an Fellen des Casein-Gels studiert hat, fand, daß die Bruchgrenze, die natürlich stark vom Wassergehalt abhängig ist, in der Walzrichtung beachtlich höher ist als senkrecht dazu. So ergab z. B. eine Versuchsreihe bei praktisch konstantem Feuchtigkeitsgehalt im Mittel für die Bruchgrenze:

In der Längs- (Kalandrier-) Richtung 44,6 kg/qcm.

In der Quer- (Kalandrier-) Richtung 35,6 kg/qcm.

Dieser Richtungseffekt, der bei der Formelhärtung des Caseins, wie sie technisch bei der Kunsthornherzeugung durchgeführt wird, erhalten bleibt und zur Fixierung gelangt, äußert sich fernerhin sehr schön bei Casein-Kunsthornplatten, die dadurch gewonnen werden, daß man Strangabschnitte aus Caseinpreßgut, welches durch die Schneckenpresse gegangen war, mit parallel gestellten Achsen nebeneinander legt und dann verpreßt. Solcherart hergestellte Hartcasein- (Galalith-) Platten zeigen nämlich gegenüber Hartcasein- (Galalith-) Stäben, die also unmittelbare „Härtung“ von Preß-

<sup>2)</sup> Zwecks Wahrung der Einheitlichkeit der Darstellung wird im folgenden darauf verzichtet, auf die Rolle chemischer Zusätze, der Plastifikantien (Weichmachungs-, Gelatinierungs-, Anätzmittel usw.), näher einzugehen. Aufgabe dieser chemischen Zusatzstoffe, die für jeden Rohstoff spezifisch sind (z. B. für Cellulose oder Cellulosenitrat Campher; für Plastifikantien des Kautschuks vgl. die methodisch vorbildliche Arbeit von Aultman und North, Ind. engin. Chem. 1922 bzw. Le Caoutchouc et la Gutta-Percha 20, 11808 [1923]), und welche dem zu verformenden Rohstoff vor oder während der mechanisch-maschinellen Plastizierung zugesetzt werden, ist es in jedem Falle, die mechanische Plastizierung zu unterstützen, sei es durch Dispersitätsgraderhöhung, „Schmiermittelwirkung“ od. dgl. die Bildsamkeit erhöhende Wirkung mehr. Näheres zu den „eigentlichen“ plastischen Massen vgl. Kolloid-Ztschr. 41, 348; 42, 174; 43, 41 [1927].

<sup>3)</sup> W. de Visser, Kalandrier- und Schrumpfeffekt von unvulkanisiertem Kautschuk, Diss. T. H. Delft 1925.