

## Silumin, eine neue Leichtlegierung.

Von J. Czochralski, Leiter des Metalllaboratoriums der Metallbank und Metallurgischen Gesellschaft Frankfurt a. M.

*Die neue Legierung besteht aus Aluminium und Silizium und wird durch gewisse Zuschläge veredelt. Ihr Gefüge und ihre technologischen Eigenschaften unterscheiden sich vorteilhaft von denen der bisherigen Gußlegierungen ähnlicher Art. Die Möglichkeit der Verwendung von Leichtlegierungen für Konstruktionszwecke wird dadurch erheblich erweitert.*

Silizium und Aluminium sind, abgesehen vom Sauerstoff, die in der Erdkruste am meisten und in den ausgiebigsten Mengen vorkommenden Elemente. Die allgemeinen Mengenverhältnisse veranschaulicht kennzeichnend Abb. 1. Die technische Ausbeutung der beiden Elemente drängt sich dem Technologen geradezu auf. Die mächtigen Kulturmittel Stein, Bronze und Eisen werden durch das jüngste unter den technischen Metallen unaufhaltsam und in immer steigendem Maße verdrängt. Seit der Entdeckung des Aluminiums sind noch nicht ganz 100 Jahre verflossen (Wöhler 1827). Die Anfänge der technischen Gewinnung des Metalls liegen nicht viel über ein halbes Jahrhundert zurück. Die Erzeugung stieg aber in dieser kurzen Zeitspanne von einigen

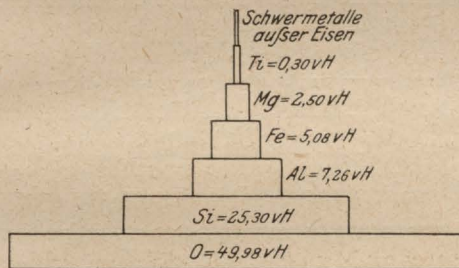


Abb. 1. Allgemeine Mengenverhältnisse von Sauerstoff, Leicht- und Schwermetallen in der Erdkruste.

wenigen Hundert auf mehr als 100 000 000 kg (100 000 t).

Silizium und Aluminium standen sich bisher legierungstechnisch feindlich gegenüber. Gelegentlich im Laboratorium hergestellte Legierungen erreichten nicht die Eigenschaften der andern, bekannten Gußlegierungen des Aluminiums. Nur Minet kam zu etwa gleichwertigen Leistungen. Diese Ergebnisse konnten aber bei Versuchen, die Fleury, Schirrmeister u. a. anstellten, nicht wiederholt werden. Die Gußerzeugnisse waren stets minderwertiger. Weder die Wissenschaft noch die Technik waren in der Lage, hochwertige Al-Si-Legierungen in technischem Maßstab oder auch im kleinen herzustellen.

Als Ergebnis neuerer Forschungen, die planmäßig im Metalllaboratorium der Metallbank und Metallurgischen Gesellschaft A.-G., Frankfurt a. M., durchgeführt worden sind, ist es gelungen, eine Al-Si-Legierung auf den Markt zu bringen, die einen bedeutenden Fortschritt in dieser Hinsicht darstellt. Es wurde nämlich gefunden,

daß bei dieser Art von Legierungen gewisse Zuschläge eine eigentümliche Verfeinerung des Kornes hervorrufen. Schon mit bloßem Auge kann man den auffälligen Unterschied am

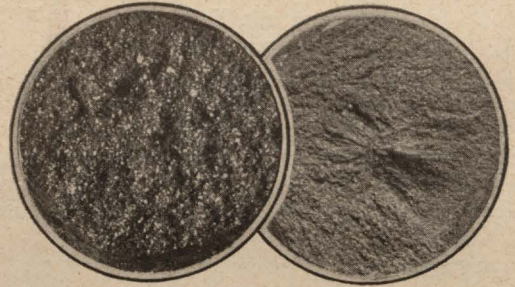


Abb. 2. u. 3. Makroskopisches Bruchgefüge von unveredeltem und veredeltem Silumin.

Bruchaussehen wahrnehmen. Der sonst sehr grobkristalline Bruch, wie ihn Abb. 2 wiedergibt, wird durch die erwähnte Behandlung äußerst feinkörnig, Abb. 3. Die Feinheit des Bruchgefüges wird selbst durch das Bruchaussehen der hochwertigen Konstruktionsstähle nicht übertroffen.

Auch metallographisch läßt sich der eigenartige Vorgang genau verfolgen. Das grob-

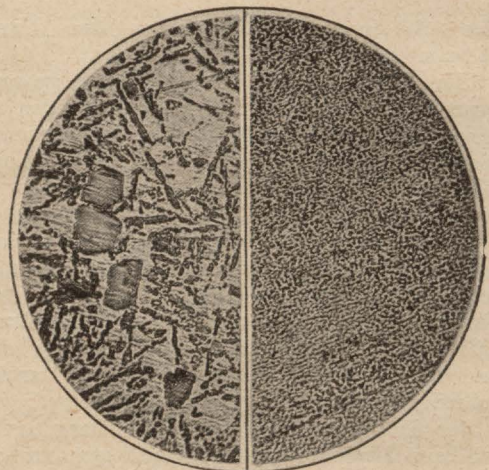


Abb. 4. u. 5. Mikroskopisches Gefüge von unveredeltem und veredeltem Silumin.

kristalline Gefüge, Abb. 4, wird durch den Veredelungsvorgang in ein hoch disperses System gemäß Abb. 5 übergeführt. In den Abbildungen entsprechen die dunklen Teile den Silizium-



anteilen, die hellen denen des Aluminiums, das als Grundmasse auftritt.

Diese Eigentümlichkeiten führten dazu, sich mit den Eigenschaften der Legierung näher zu befassen. Bei der planmäßigen Erforschung wurde gefunden, daß die so behandelten Legierungen auch hinsichtlich der sonstigen technologischen Eigenschaften von den bisher bekannten Al-Si-Legierungen sehr verschieden sind.

Die in der Aluminium-Industrie bisher gebräuchlichen Gußlegierungen einschließlich der neuen Legierung lassen sich in drei Hauptarten einteilen:

1. Legierung mit Silizium,
2. Legierung mit Kupfer,
3. Legierung mit Zink.

Die Legierung mit Silizium<sup>1)</sup>, im folgenden mit S bezeichnet, ist gelegentlich der Deutschen Automobil-Ausstellung Berlin im September d. J. zum erstenmal in Gußstücken von Rud. Rautenbach, Solingen, gezeigt worden<sup>2)</sup>. Sie trägt im Anklang an ihre Bestand-

Dehnungseigenschaften der drei Gußlegierungen gehen aus Zahlentafel 1 hervor. Bemerkenswert ist, daß das spezifische Gewicht der Legierung S um etwa 10 vH niedriger als das der Legierungen A und D ist, aber auch dem des Reinaluminiums gegenüber im Vorteil steht.

Zahlentafel 1.

Legierung	Zusammensetzung				Spezifisches Gewicht	Mechanische Prüfung	
	Zn vH	Cu vH	Si vH	Al vH		Festigkeit kg/mm <sup>2</sup>	Dehnung vH
S	—	—	11 bis 14	Rest	2,5 bis 2,65	20	5 bis 10
A	—	8	Spuren	Rest	2,85 „ 2,9	12	1 „ 2
D	10	2	Spuren	Rest	2,9 „ 2,95	15	2 „ 4

Die Festigkeitswerte der Legierung S liegen um 25 bis 30 vH höher als die der besten Vergleichslegierung D, während die Dehnung im Mittel über den doppelten Betrag über-

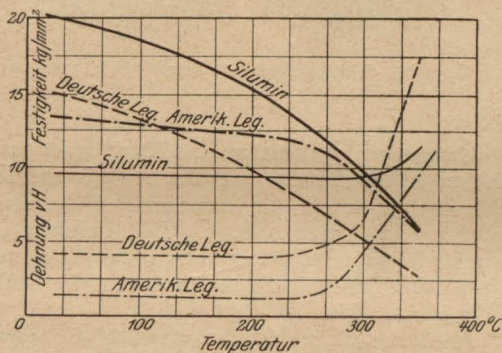


Abb. 6. Warmfestigkeit.

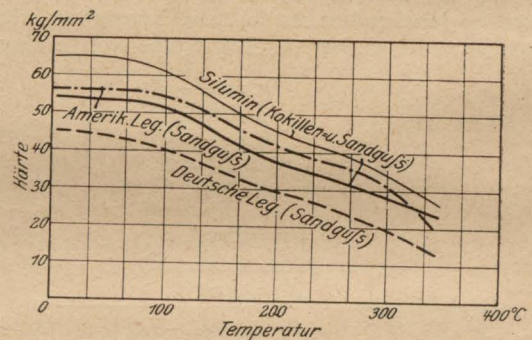


Abb. 7. Warmhärte.

teile Silizium und Aluminium den Namen Silumin.

Die Legierung mit Kupfer, die sogenannte „amerikanische Legierung“, im folgenden mit A bezeichnet, wird nicht ganz so oft verwendet, wie die in folgendem mit D bezeichnete Legierung mit Zink, die sogenannte „deutsche Legierung“.

Bei den weitaus meisten Konstruktionsstoffen spielt neben der Festigkeit, die möglichst groß sein soll, die Dehnung eine sehr wichtige Rolle. Insbesondere ist bei Gußmaterialien, die im allgemeinen sehr spröde sind, eine hohe Dehnung erwünscht, da die fertigen Gußstücke infolge zu geringer Dehnung bereits in der Gußform leicht zur Ribbildung neigen und beim Einbau sowie im Betrieb gegen mechanische Beanspruchungen (Stoßwirkungen) sehr empfindlich sind. Unter allen anderen Al-Gußlegierungen hat nun Silumin diese Eigenschaft in erhöhtem Maße.

Angaben über die Zusammensetzung, die spezifischen Gewichte, die Festigkeits- und

legen ist. Die Warmfestigkeit der drei Legierungen geht aus Abb. 6 hervor, ebenso die Warmhärte aus Abb. 7. Die Torsionsfähigkeit der drei Legierungen beträgt bei S 420°, bei D 340° und bei A 110°. Bei Dauerschlagversuchen (rd. 10 cmkg Schlagarbeit) ergaben sich für S 530, für D 260 und für A 20 Schläge.

Die Widerstandsfähigkeit gegen Naß- und Sattedampf (13 at) sowie gegen konzentrierte Salpetersäure geht aus Abb. 8 bis 11 hervor. Bemerkenswert ist auch die verhältnismäßig hohe Wärmeleitfähigkeit der Legierung, die im Vergleich mit den andern Legierungen in Abb. 12 wiedergegeben ist. Endlich beträgt der Wärmeausdehnungs-Koeffizient (für Reinaluminium = 1 gesetzt) für S 0,88, für A 0,98 und für D 1,01.

Den Ergebnissen ist zu entnehmen, daß durch die Verwendung gewisser spezifisch wirkender Zuschläge bei den Al-Si-Legierungen bisher in der Legierungskunde noch nicht bekannte Wirkungen hervorgerufen werden, die sich neben der Kornverfeinerung in der Beeinflussung der physikalischen Eigenschaften

<sup>1)</sup> In vielen Staaten patentiert, in Deutschland ausgelegt.

<sup>2)</sup> Vergl. Oktoberheft S. 477 und 479.



äußern. Daß gewisse Salzzuschläge das Aluminium leichtflüssiger machen und auf den Guß eine reinigende Wirkung ausüben, war zwar bekannt; einen darüber hinausgehenden veredelnden Einfluß auf die mechanischen Eigenschaften

und Werkzeugbaues seien nur alle diejenigen Fälle hervorgehoben, wo es sich um Schwingmassenverminderung (Massenkräfte), Verminderung der toten Lasten und ungefederten Massen handelt. Im Verkehrs- und Beförde-

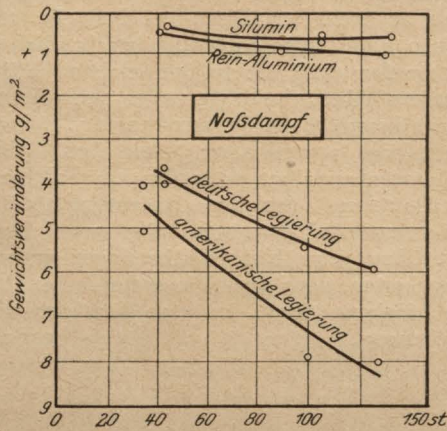


Abb. 8. Einfluß von Naßdampf.

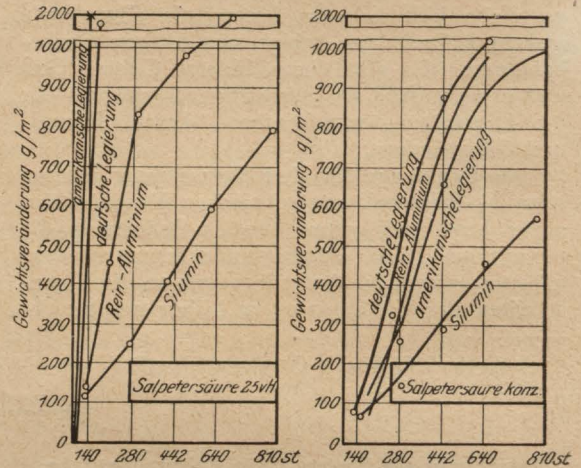


Abb. 10. u. 11. Einfluß auf Salpetersäure.

übten die Zusätze aber nicht aus. Nur im Sonderfall der Al-Si-Legierung kommt gewissen Zuschlägen diese spezifische Wirkung zu. Darin besteht ein grundsätzlicher Unterschied zwischen den bisher bekannten Reinigungsverfahren und dem neuen Veredelungsweg.

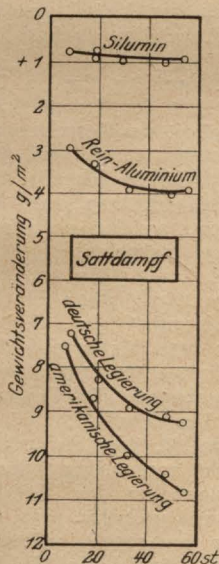


Abb. 9. Einfluß von Satt-dampf.

Die mitgeteilten Versuchszahlen weisen der neuen Legierung als Konstruktionsmaterial eine bevorzugte Stellung unter den bisher gebräuchlichen ähnlichen Legierungen an. Für die Herstellung der Legierung dürfen nur sehr reine Ausgangsstoffe verwendet werden. Der Preis ist demzufolge heute noch verhältnismäßig hoch. Der Materialpreis entspricht etwa dem des Reinaluminiums. Dazu kommen noch die Kosten der Formgebung, die denen der übrigen Aluminiumlegierungen gleich sind. Eine gewisse Herabsetzung erfährt der Preis infolge

des niedrigen spezifischen Gewichtes sowie dadurch, daß bei den günstigen mechanischen Eigenschaften die Konstruktionsteile in gewissen Grenzen geringer bemessen werden können.

Die Verwendungsmöglichkeit des Silumins ist nach dem Gesagten äußerst mannigfaltig. Auf dem Gebiete des Dampfkessel-, Maschinen-

rungsweesen, in der Motorwagen-, Motorrad- und Fahrrad-Industrie, im Eisenbahnbau (Ersatz von Bronze-Lagerschalen, Herstellung von Tür- und Fensterrahmen, Verkleidungen), im Fahrstuhl- und Hängebahnbau, Förderkorb- und Förderwagenbau, Straßenbahn- und Wagenbau, dürften die gleichen Erfordernisse eine bestimmende Rolle spielen. Motorengehäuse, Motorboote, Karosserien, Wagen-Untergestelle, Schleifbügel, Ausrüstungsteile gehören zu den besonders naheliegenden Verwendungsgebieten des Silu-

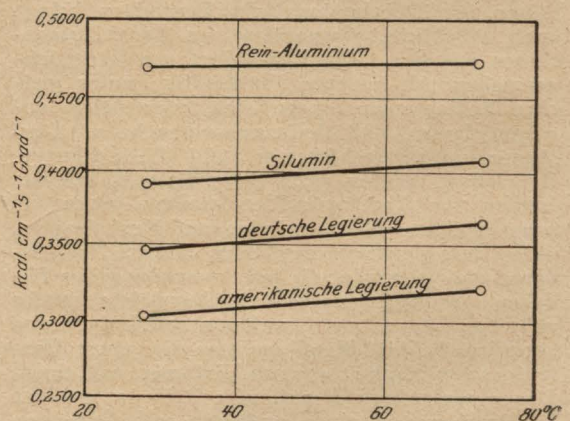


Abb. 12. Wärmeleitfähigkeit.

mins. Infolge seiner guten Wärmeleitfähigkeit kommt es auch für Wärmeausgleichplatten, Kühler, Kühlbutzen, Zylinder, Kolben, Destilliervorrichtungen, Kondensstöpfe usw. in Frage. Auf allen diesen Gebieten sind planmäßige Versuche über die Verwendung des Silumins in Gange oder in Vorbereitung. Von den bis-



herigen Erfolgen hat die Deutsche Automobil-Ausstellung Berlin im September d. J. einige beachtenswerte Beispiele gebracht<sup>3)</sup>).

Die neue Legierung ist gut bearbeitbar; sie läßt sich ebenso leicht wie alle anderen Al-Legierungen schleifen, polieren und schweißen. Farb-anstriche hält Silumin besser als Eisenblech, und es bedarf dazu keiner sorgfältigen Vorbe-handlung. Es gibt einen äußerst dichten Guß und erweist sich als hervorragend geeignet für die Herstellung von Wasser-, Luft-, Dampf- und Gaszylindern.

Als Grundlage für ihre Verwendung müssen stets die konstruktionstechnischen Vorteile der neuen Legierung gelten. In den Industrien, die Aluminium und Aluminiumlegierungen ver-arbeiten, waren die Anforderungen an die Eigen-schaften der Gußlegierungen bisher meist nicht

<sup>3)</sup> Vergl. Z. f. Metallk. Oktoberheft S. 477.

### Duralumin als Baustoff für Zahnradgetriebe.

Auf der letzten Hauptversammlung der Ame-rican Gear Manufacturers Association berichtete nach „Automotive Industries“ vom 20. Oktober 21 R. W. Daniels über die Anwendung von Duralumin als Baustoff für Getriebeteile. Bei Schneckenantrieben hat man danach mit Duralumin sehr gute Erfahrungen gemacht. Das Ge-wicht des Duraluminstückes beträgt nur  $\frac{1}{3}$  der für den Zweck üblichen Bronze. Die einheitliche Struktur und gleichmäßige Härte des warmbe-handelten Duralumins haben ein Freisein von den bei Bronze häufigen Fehlern, wie z. B. von po-rösen und schwammigen Stellen oder harten Einschlüssen zur Folge. Diese Fehler äußern sich bei den Bronzerädern dadurch, daß die Zähne im Betrieb uneben werden. Das günstige Ver-halten des Duralumins beim Bearbeiten bringt auch erhebliche Ersparnisse an Bearbeitungs-kosten mit sich. Die Ergebnisse von Vergleich-versuchen mit anderen Werkstoffen unter glei-chen Bedingungen lassen sich kurz dahin zu-sammenfassen, daß Abnützungsversuche mit Duralumin und mit gehärtetem Stahl gleich günstige Ergebnisse zeigten. Ein gutes Beispiel bot das Laufen von Duralumin-Pleuelstangen ohne die sonst üblichen Bronzeschalen auf Kurbelzapfen, wobei bei gleicher Tragfläche längere Lebens-dauer erzielt wurde als bei Anwendung der üb-lichen Bronzelagerschalen. Vergleichversuche zwischen Lagern aus Duralumin und Lagern aus „genuine babbit“-Metall zeigten bei einer Um-laufgeschwindigkeit von 300 Uml./min und einem Druck von 14 kg/cm<sup>2</sup> geringere Reibung, weniger Erwärmung und einen praktisch unbedeutenden Gewichtsverlust. Für Lager mit niedrigen Drücken und Geschwindigkeiten ist dagegen Babbit-Metall geeigneter.

### Temperaturbestimmungen im Metallbogen.

In den Physikalischen Berichten Bd. 2, 1921, S. 589, wird die Arbeit von Karl Langbein

erheblich. Der neuzeitliche Konstruktions-ingenieur pflegt aber an die Zuverlässigkeit und Hochwertigkeit von Konstruktionsstoffen die allergrößten Anforderungen zu stellen. Das be-ruht auf der tiefen Erkenntnis, daß die hoch-wertigsten Konstruktionsstoffe meist auch die billigsten sind. Während die Verwendung von Silumin an Stelle von Eisen und Stahl in jedem einzelnen Falle technisch und wirtschaftlich ge-prüft werden muß, ist in den meisten Fällen, wo andere Aluminiumlegierungen oder Rotguß in Frage kommen, die Verwendung des Silumins wirtschaftlich vorteilhafter. Auf dem Gebiete des Motorenbaues hat es in der kurzen Spanne seines Bestehens schon seine Bedeutung als Kon-struktionsmaterial erwiesen. Die neue Legie-rung eröffnet dem Konstruktionsingenieur neue Möglichkeiten, aber auch die metallischen Bau-stoffe erfahren durch sie eine beachtenswerte Bereicherung. [745 a]

eingehend besprochen. Die Messungen wurden gemacht durch Bestimmung der logarithmischen Isochromaten einer Kohlenfadenlampe in ver-schiedenen Spektralbereichen und Verwendung der positiven und der negativen Ansatzstelle des zu untersuchenden Lichtbogens als Vergleich-lichtquelle. Die Koordinate des Schnittpunktes der Isochromaten auf der Temperaturachse gibt die wahre absolute Temperatur der Vergleich-lichtquelle. Durch das Ergebnis der Versuche werden die Metalle in zwei Gruppen geteilt, solche, bei denen der Bogen am Metall ansitzt, und solche, bei denen sich an den Elektroden eine Oxydschicht bildet.

Zu der ersten Gruppe gehören Ag, Cu, Fe, Ni, W. Die Temperatur steigt mit der Stromstärke und mit der Wärmeleitfähigkeit des betreffenden Metalls ist. Die Höchsttemperaturen sind den Siedetemperaturen des betreffenden Metalls fast gleich, und zwar für Cu bei 18 Amp. 2430 bis 2450° abs. an der positiven, an der negativen Elektrode eine wesentlich geringere, nicht mehr meßbare Temperatur, für Fe bei 3,5 bis 17 Amp. positiv 2590° abs., negativ 2430° abs.; für Ni bei 4,5 Amp. positiv 2430 bis 2450° abs., negativ 2365° abs.; für W positiv 4150 bis 4250° abs., negativ 3900° abs. Als Siedetemperaturen wer-den zum Vergleich herangezogen: für Cu 2100 bis 2310° C, für Fe 2300 bis 2450° C.

Bei der zweiten Gruppe Al, Mg, Zn ergibt die leuchtende Oxydschicht wesentlich höhere Temperaturen als die Siedepunkte des Metalls, und zwar für Al positiv und negativ 3350 bis 3450°; für Mg 3000°, für Zn 2350°, während die Siedepunkte von Al bei 1800°, von Mg bei 1120° und von Zn bei 918° liegen. Um zu zeigen, daß die Metalloxyde die Ursache der höheren Temperatur sind, wurden die Messungen an den genannten Metallen in einer Stickstoff-atmosphäre wiederholt und wesentlich niedrigere, dem Siedepunkt sich mehr nähernde Tempera-turen erhalten. Die Siedepunkte selbst wurden wegen Nitridbildungen an den Elektroden nicht erreicht. [706] A. Schulze.