

Die Zweistoff-Legierungen des Bleies mit Lithium bis zu 2,2% Li

Von J. Czochralski und E. Rassow, Frankfurt a. M.

Das System Pb-Li besteht bis 2,2% Li aus Pb-Mischkristallen und einer Verbindung, die der Formel Pb_3Li_2 zu entsprechen scheint. Beide bilden ein Eutektikum, dessen Konzentration bei 0,65% Li liegt.

Über den Aufbau der Blei-Lithiumlegierungen lag bisher keine Untersuchung vor. Bekanntlich werden durch kleine Lithiumzusätze die Eigenschaften der Bleilegierungen in ähnlicher Weise verändert wie durch Zusätze von Natrium; die Härte der Legierungen wird wesentlich verbessert und die Legierungen erhalten die Fähigkeit des Alterns. In der Regel genügen hierfür sehr geringe Gehalte an den betreffenden Metallen, die sich meist nur auf hundertstel Prozente erstrecken. Die Legierungen mit hohen Gehalten sind technologisch nicht mehr wertvoll, da sie die unangenehme Eigenschaft geringeren Korrosionswiderstandes annehmen. Die Untersuchung erstreckt sich deshalb nur auf Bleilegierungen mit niedrigen Lithiumgehalten.

Die Legierungen wurden sowohl thermisch als auch mikroskopisch untersucht. Für die Herstellung wurde reines Blei verwendet. Das Lithium wurde als metallisches Lithium (98%) eingetragen. Als Schutzdecke wurde anfangs ein Gemisch von Lithiumchlorid und Kaliumchlorid (60 : 40) verwendet. Im

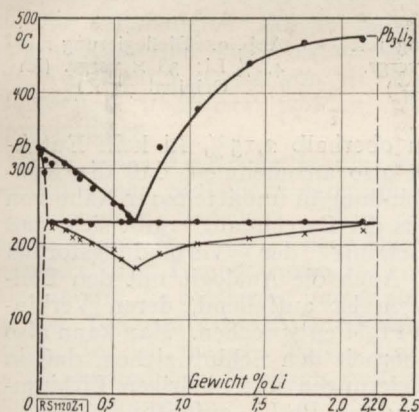


Abb. 1.
Teilschaubild des
Systems Pb-Li

Laufe der Untersuchung ergab sich aber die Notwendigkeit, das Kaliumchlorid durch ein Lithiumsalz (Lithiumfluorid) zu ersetzen, da bei der starken Erhöhung der Schmelztemperatur eine Reaktion zwischen dem Bade und der Schutzdecke eintrat, sodaß Kalium in die Legierung aufgenommen wurde. Die Aufnahme der Abkühlungskurven geschah im Schmortiegel mit jeweils 300 g Einsatz. Trotz vorsichtigen Einlegierens und sofortigen Umrührens konnte besonders bei höheren Lithiumgehalten ein Lithiumverlust nicht vermieden werden. Jede Legierung wurde daher einer analytischen Überprüfung unterzogen. Beim Einlegieren des Lithiums trat bei höheren Lithiumgehalten eine starke Reaktion auf. Die Temperatur stieg teilweise um mehr als 100° C., und in der Schmelze war längere Zeit ein leichtes Knallen hörbar, das wahrscheinlich auf verbrennenden Wasserstoff zurückzuführen sein dürfte.

In dem Schaubild (Abb. 1) und in Zahlentafel 1 sind die Ergebnisse der thermischen Untersuchung zusammengestellt.

Es ergibt sich, daß eine sehr geringe Löslichkeit von Lithium in Blei vorliegen dürfte, die zwischen 0,04 und 0,09% Li liegt. Von diesem Lithiumgehalt an bis zu 2,1% Li tritt eine eutektische Horizontale

Zahlentafel 1. Ergebnis der thermischen und mikroskopischen Prüfung von Pb-Li-Legierungen

Nr. der Leg.	Gewicht $\frac{0}{0}$ Li	Thermische Untersuchung				Mikrosk. Prüfung Flächenprozent			Abb. Nr.
		Primäre Erstarrung		Eut. Temp. ° C	Halte- zeit min.	Pb-Li- Misch- krist- alle	Eutek- tikum	Ver- bindg. $Pb_3 Li_2$	
		Beginn ° C	Ende ° C						
1	—	329	329	—	12	100	—	—	—
2	0,02	329	322	—	—	100	—	—	—
3	0,04	311	296	—	—	100	—	—	2
4	0,09	309	—	230	2	93	7	—	3
5	0,18	310	—	231	3	85	15	—	—
6	0,24	295	—	231	5	75	25	—	—
7	0,27	289	—	231	6	65	35	—	—
8	0,36	272	—	226	7	55	45	—	—
9	0,50	255	—	230	9	40	60	—	4
10	0,55	250	—	230	12	15	85	—	—
11	0,60	240	—	231	13	5	95	—	—
12	0,65	—	—	230	15	—	100	—	5
13	0,80	330	—	229	10	—	90	10	6
14	1,05	380	—	229	7	—	75	25	—
15	1,2	400	—	{ nicht auf- genommen }		—	65	35	—
16	1,4	440	—	231	5	—	50	50	7
17	1,75	465	—	230	4	—	30	70	—
18	2,15	470	—	232	3	—	10	90	—

bei 230° C. auf. Die eutektische Konzentration liegt bei 0,65% Li. Oberhalb dieser Konzentration steigt die Temperatur der primären Erstarrung stark an. Sie erreicht bei 2,15% Li 470° C.

Bei dieser Konzentration konnte die eutektische Horizontale eben noch beobachtet werden. Noch höhere Lithiumgehalte steigern die Temperatur der primären Erstarrung weiter, und es treten neue Haltepunkte auf, während die eutektische Horizontale bei 230° C. nicht mehr zu beobachten ist. Diese Legierungen wurden jedoch nicht in das Schaubild aufgenommen, da die thermischen und mikroskopischen Erscheinungen sich nicht eindeutig klären ließen und die Legierungen infolge ihrer starken Zersetzlichkeit keine technische Bedeutung haben. Erwähnt sei noch, daß beim Erstarren der Legierungen mit mehr als 5% Li bei etwa 200° C metallisch glänzende Tropfen aus dem Innern an die Oberfläche herausgepreßt wurden.

Die mikroskopische Untersuchung bestätigte den Befund der thermischen Analyse vollauf. Abb. 2 bis 9 geben die Schlißbilder von Bleilegierungen mit steigendem Lithiumgehalt wieder. Bei 0,09% Li (Abb. 3) ist bereits eine deutliche eutektische Ausscheidung zu erkennen, während unterhalb dieser Konzentration nichts beobachtet worden ist. Abb. 2 gibt eine Probe mit 0,04% Li wieder. Mit einer Übergangsstufe entsprechend einem Gehalt von 0,5% Li, Abb. 4, gelangt man alsbald zu dem reinen Eutektikum (Abb. 5), bei einem Lithiumgehalt von 0,65% übereinstimmend mit dem thermischen Befund. Weitere Steigerung des Lithiumgehaltes läßt eine Kristallart auftreten, die dem einen Bestandteil des Eutektikums in freier Form entspricht (Abb. 6 mit 0,8% Li). Der Flächenanteil dieses Bestandteiles nimmt mit steigendem Lithiumgehalt zu. Abb. 7 zeigt das Gefügebild einer Legierung mit 1,4% Li. Das Eutektikum ließ sich mikroskopisch bis 2,15% Li nachweisen. Oberhalb 2,15% Li treten

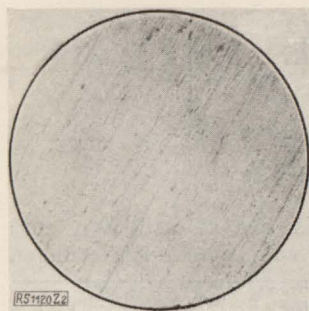


Abb. 2. Bleilegierung mit
0,04 % Li; 130 × vergr.
(im Original 250 ×)

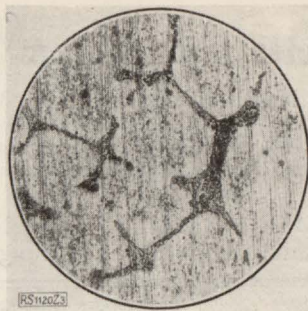


Abb. 3. Bleilegierung mit
0,09 % Li; 130 × vergr.
(im Original 250 ×)

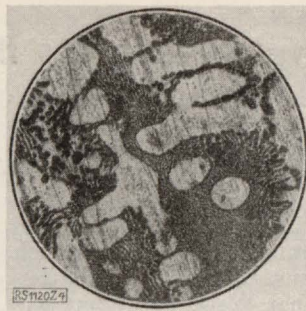


Abb. 4. Bleilegierung mit
0,5 % Li; 130 × vergr.
(im Original 250 ×)

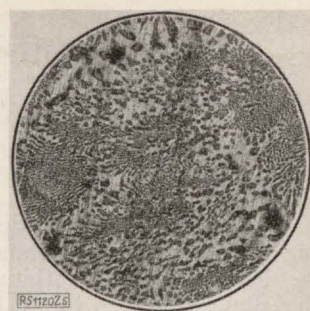


Abb. 5. Bleilegierung mit
0,65 % Li (reines Eutek-
tikum). 130 × vergr. (im
Original 250 ×)

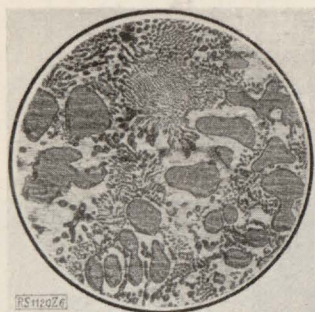


Abb. 6. Bleilegierung mit
0,8 % Li; 130 × vergr.
(im Original 250 ×)

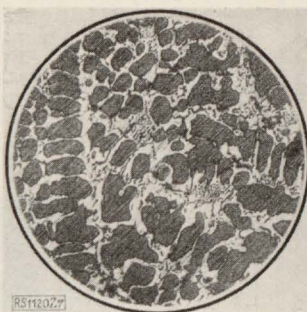


Abb. 7. Bleilegierung mit
1,4 % Li; 38 × vergr. (im
Original 75 ×)

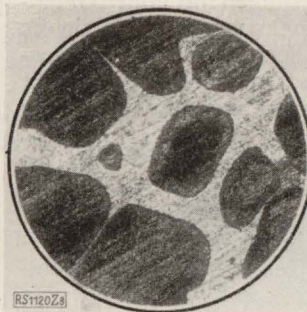


Abb. 8. Bleilegierung mit
3,5 % Li; 130 × vergr.
(im Original 250 ×)



Abb. 9. Bleilegierung mit
4,6 % Li; 38 × vergr. (im
Original 75 ×)

neue Gefügebestandteile auf, wie aus Abb. 8 und 9 mit 3,5 und 4,6% Li hervorgeht.

Einige Schwierigkeiten bot die Herstellung der mikroskopischen Abbildungen, da besonders bei höheren Lithiumgehalten wenige Sekunden nach der Schliffherstellung genüßten, um die Schlifffläche durch Anlaufen unbrauchbar zu machen. Das Fertigpolieren geschah in unmittelbarer Nähe des photographischen Apparates, und zwar zur Verdrängung der Feuchtigkeit des Poliermittels zuletzt auf einem mit wenig Alkohol benetzten Tuch. Nur auf diese Weise gelang es, die Gefügebilder festzuhalten.

Die Beobachtungen lassen den Schluß berechtigt erscheinen, daß der zweite Bestandteil des Eutektikums eine Verbindung ist. Die Schmelzkurven und

Schliffbilder zeigen oberhalb 2,15% Li kein Eutektikum mehr, es ist also anzunehmen, daß die Konzentration der Verbindung in unmittelbarer Nähe von 2,15% Li liegt. Aus der Berechnung ergibt sich, daß diese Zusammensetzung der Verbindungsformel Pb_3Li_2 entspricht. Auch die Analogie mit den Blei-Erdalkali-Legierungen ist auffallend, deren Verbindungen der Formel Pb_3M entsprechen. Man kann also mit ziemlicher Sicherheit den Schluß ziehen, daß in den Blei-Lithiumlegierungen mit niedrigen Lithiumgehalten die Verbindung Pb_3Li_2 auftritt.

Die Legierungen bis 2,15% Li sind auch bei längerem Liegen an Luft beständig. Legierungen mit mehr als 2,15% Li zerfallen an der Luft rasch.

Eingegangen 27. Dezember 1926. [RS 1120]

Bücherschau¹⁾

Bei der Schriftleitung eingegangene Bücher

(Besprechung vorbehalten.)

- Taschenbuch für Hütten- u. Gießereileute. 1927. Von Hubert Hermanns. 2. Jg. Halle/S. 1927. Wilhelm Knapp. 392 S. m. 171 Abb. Preis: 7,20 RM.
- Verein Deutscher Ingenieure 1856—1926. Von Conrad Matschoß. Berlin 1926, VDI-Verlag G. m. b. H. 128 S. m. einz. Abb. Preis: 3 RM.
- Metallographie. Von W. Guertler. 2. Bd., 2. T., 5. Abschnitt, 2. Lfg.: Die thermische Ausdehnung. Von A. Schulze. Berlin 1926, Gebr. Borntraeger. 336 S. m. 105 Abb. Preis: 18,80 RM. [RS 36]
- Wirtschaftliches Verpacken. Von E. Sachsenberg. Berlin 1926, VDI-Verlag G. m. b. H. 242 S. m. 343 Abb. Preis: geh. 6,70 RM, geb. 7,80 RM.
- Handbuch der Physik. Hrsg. von H. Geiger u. Karl Schael. 10. Bd.: Thermische Eigenschaften der Stoffe. Red. von F. Henning. Berlin 1926, Julius Springer. 486 S. m. 207 Abb. Preis: geh. 35,40 RM, geb. 37,50 RM.

Zeitungs-Katalog 1927. 53. Aufl. Berlin 1927, Rudolf Mosse. Preis: 10 RM.

Über die Festigkeitsbedingungen. Von G. D. Sandel. Leipzig 1926, Max Jänecke. 72 S. m. 24 Abb. Preis: 4,65 RM.

Geschichte der Atomistik vom Mittelalter bis Newton. Von Kurd Laßwitz. 1. Bd.: Die Erneuerung der Korpuskulartheorie. 518 S. 2. Bd.: Höhepunkt und Verfall der Korpuskulartheorie des 17. Jahrhunderts. 609 S. 2. Aufl. Leipzig 1926, Leopold Voß. Preis: zus. 45 RM.

Aluminium. The metal and its alloys. Von M. G. Corson. London 1926, Chapman & Hall, Ltd. 291 S. m. 92 Abb. u. rd. 120 Taf. Preis: 36/— net.

Der Spritzguß und seine Anwendung. Herausgegeben vom Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung (AWF). Berlin 1927, Beuth-Verlag G. m. b. H. 40 S. m. versch. Abb. Preis: 1,50 RM.

Mechanik der Massenpunkte und der starren Körper. Von Arthur Haas. Leipzig 1926, Akademische Verlags-G. m. b. H. Preis: geb. 30 RM.

Meß-Methoden und Meßtechnik. Von Ludwig Holborn. Leipzig 1926, Akademische Verlags-G. m. b. H. Preis: geb. 42 RM.

¹⁾ Vergl. auch S. 106 und 124.