

Tiefätzen von Aluminiumguss

1. Vorgeschichte

Damit man mit dem Rasterelektronenmikroskop eine Struktur abbilden kann, muss diese eine gewisse Rauigkeit aufweisen. Besonders gilt das für die Verwendung von Sekundärelektronen, welche bekanntermaßen die höchste Auflösung liefern (Topographiekontrast). Ein normaler metallographischer Schliff ist dafür zu glatt.

Wenn die Legierung jedoch zweiphasig ausgebildet ist, kann man ihre Struktur dadurch heraus arbeiten, dass man kräftig ätzt. Die Matrix wird abgetragen, die ausgeschiedene Phase steht über.

Ein gutes Beispiel liefern Aluminiumgusslegierungen, da sie mit Silizium legiert sind. Bei einem Anteil von 11,7 % Silizium findet sich ein Eutektikum, welches eine gute Formfüllung beim Gießen liefert.

Legiert man geringer, als es dem eutektischen Punkt entspricht, scheiden sich zuerst (primäre) Aluminiumkristalle (α - Phase) aus. Bei einer Zusammensetzung oberhalb des eutektischen Punktes erstarrt zunächst reines Silizium (β - Phase), siehe Bild 1.

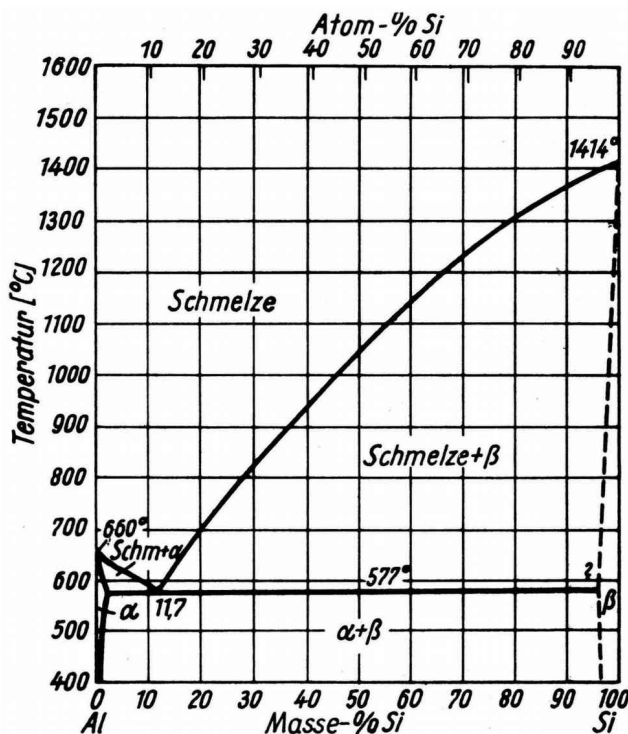


Bild 1:
Zustandsdiagramm
Aluminium-Silizium,
Eutektikum bei 11,7 % Si, aus [1]

α = primäre Kristalle aus
Aluminium

β = reines Silizium

Übereutektische Legierungen werden für Kolben von Verbrennungsmotoren eingesetzt. Die harte Siliziumphase sorgt für einen guten Verschleißwiderstand. Diese Primärkristalle sind relativ grob ausgebildet, weswegen sie leicht ausbrechen. Indem man die Oberfläche des Kolbens umschmolz, hoffte man, diese Kristalle verfeinern zu können.

Als Legierung kam G-AlSi12 zum Einsatz, also mit etwa eutektischer Zusammensetzung. Das Umschmelzen erfolgte mit dem Elektronenstrahl.

Geätzt wurde mit dem Verfahren nach Keller:
50 ml Wasser, 25 ml Salpetersäure, 15 ml Salzsäure, 10 ml Flusssäure.

Diese Mittel wird üblicherweise angewendet, wenn man die Makrostruktur des Gussgefüges darstellen will [1].

Umschmelzen und Ätzen wurden ausgeführt im Zentralinstitut für Schweißtechnik in Halle/Saale im Jahre 1988.

2. Untersuchungen

Abbildung mit Rasterelektronenmikroskop

Im Kernbereich heben sich die Siliziumkristalle klar aus der eutektischen Matrix heraus, während am umgeschmolzenen Rand ein feinmaschiges Muster erscheint (Bild 2).

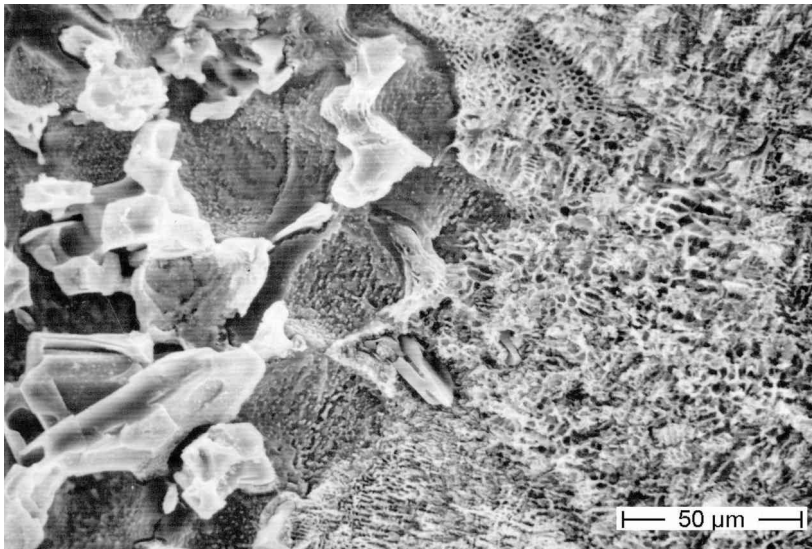


Bild 2:

Kern (links):
Siliziumkristalle
in der Größe bis
50 μm
Rand:
feinmaschiges
Gefüge

Bei höherer Vergrößerung offenbaren die Primärkristalle eine zweigartige Ausbildung, wie sie für das freie Wachstum der Kristalle in die Schmelze typisch ist (Bild 3). Solche Wachstumsformen werden als Dendriten bezeichnet, was von dem griechischen Wort „déndron“ (Baum) abgeleitet wurde.

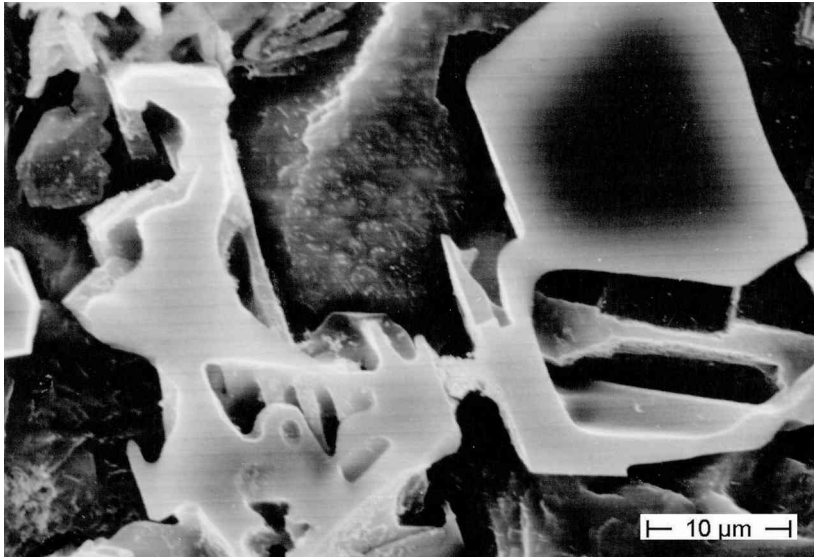


Bild 3:
baumartige
Struktur der
Si-Kristalle
(kein direkter
Bezug zu Bild 2)

Im Umschmelzbereich sind die Primärkristalle, soweit erkennbar, etwa 2 μm groß (Bild 4).

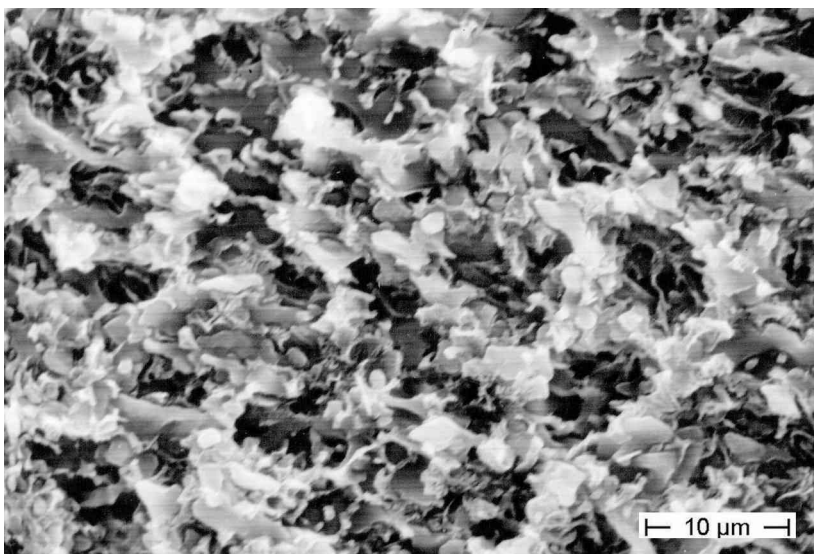


Bild 4:
Umschmelzgefüge.
Si-Kristalle
rundlich in der
Größe von etwa
2 μm ,
Matrix dunkel

Untersuchungen mit energiedispersiver Röntgenanalyse

Gewünscht wurde, die Verteilung der Elemente abzubilden („Mapping“). Das interessierende Gebiet wird zunächst in Sekundärelektronenabbildung von Bild 5 wiedergegeben.

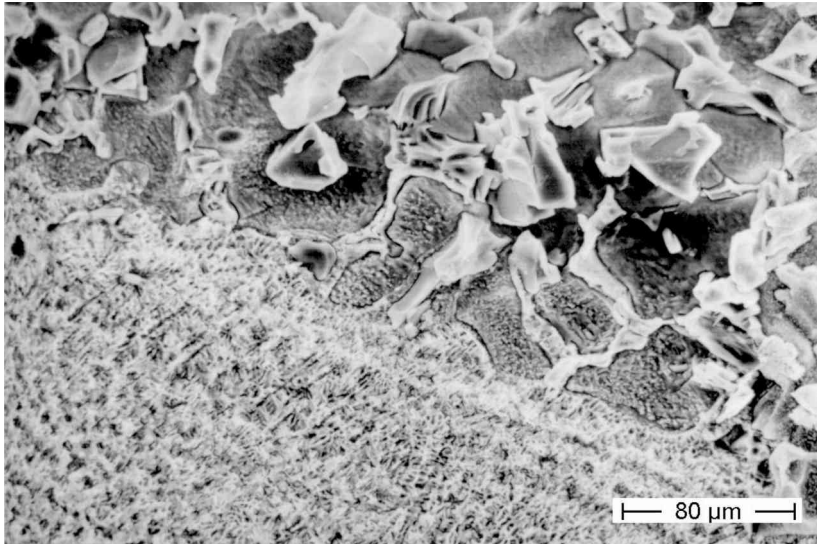


Bild 5

Übersichtsaufnahme
mit
Sekundärelektronen
analog Bild 2

Normalgefüge rechts
oben,
Zone des
Umschmelzens links
unten

Die Verteilung des Siliziums ist in Bild 6 zu sehen. Die Primärkristalle des Grundgefüges heben sich gut ab. Im Umschmelzbereich lassen sich die einzelnen Teilchen nicht mehr auflösen.

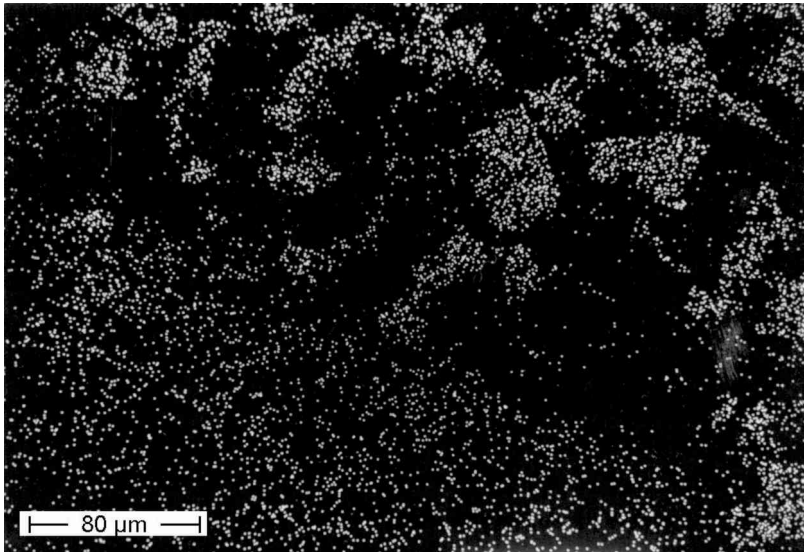


Bild 6:
Verteilungsbild
für Silizium.
Primärkristalle
des Grundgefüge
erkennbar
(vgl. Bild 5).

Die Verteilung des Aluminiums als eutektische Matrix findet sich in Bild 7. Das Signal erscheint deutlich intensiver. Das Umschmelzgefüge erscheint wiederum homogen.

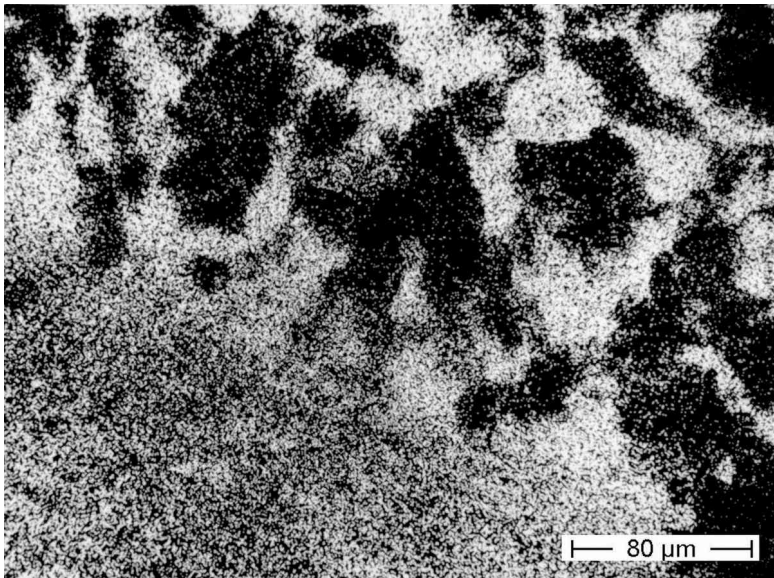


Bild 7:
Verteilungsbild
für Aluminium
(ergänzend zu
Bild 6)

3. Diskussion

Bei Aluminiumguss lässt sich durch eine Tiefätzung die Verteilung der Primärphase (Silizium) räumlich darstellen. Es haben sich Dendriten in Größen bis zu 50 µm ausgebildet. Im umgeschmolzenen Bereich sind die Siliziumteilchen etwa 2 µm groß.

Obwohl eine ungefähr eutektische Zusammensetzung vorgegeben war, hat sich die Legierung übereutektisch verhalten, was als Entartung bezeichnet wird und wiederum typisch für Sandguss ist. Im Vergleich mit Kokillenguss verläuft die Erstarrung hier langsam.

[1] Schumann, H.: Metallographie. 10. Auflage, Leipzig, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, S. 551 bzw. 590