

Beitrag zur prozesssicheren und kosteneffektiven Herstellung
von verschleißbeanspruchten Druckgussteilen aus
übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierungen

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Ingenieurwissenschaften

vorgelegt von

Dipl.-Ing. (FH) Alexander Baesgen
aus Heidenheim a.d. Brenz

Genehmigt von der
Fakultät für Natur- und Materialwissenschaften
der Technischen Universität Clausthal

Tag der mündlichen Prüfung: 22. November 2012

Dissertation Clausthal 2012

Vorsitzender der Promotionskommission

Herr Prof. Dr. Jürgen Heinrich

Hauptberichterstatterin

Frau Prof. Dr.-Ing. Babette Tonn

Mitberichterstatter

Herr Prof. Dr.-Ing. Lothar H. Kallien

Berichte aus der Fertigungstechnik

Alexander Baesgen

**Beitrag zur prozesssicheren und kosteneffektiven
Herstellung von verschleißbeanspruchten
Druckgussteilen aus übereutektischen
Aluminium-Silizium-Legierungen**

D 104 (Diss. TU Clausthal)

Shaker Verlag
Aachen 2013

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Clausthal, Techn. Univ., Diss., 2012

Copyright Shaker Verlag 2013

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-2006-9

ISSN 0945-0769

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

1	Eidesstattliche Erklärung	3
2	Danksagung	4
3	Abkürzungsverzeichnis.....	5
4	Kurzfassung	6
5	Einleitung und Motivation	17
6	Stand der Technik	19
6.1	Grundlagen des Zweistoffsystems Aluminium - Silizium.....	19
6.1.1	Erstarrungsablauf und Gefügeausbildung übereutektischer Aluminium - Silizium -Legierungen	20
6.1.2	Kornfeinung und Veredelung von übereutektischen Aluminium - Silizium -Legierungen.....	20
6.2	Grundlagen des Druckgießens.....	23
6.3	Historie von Aluminium - Zylinderkurbelgehäusen.....	26
6.4	Laufflächenkonzepte bei Aluminium - Zylinderkurbelgehäusen	26
6.5	Entwicklung der Legierung AlSi17Cu4Mg als Gusswerkstoff für Zylinderkurbelgehäuse.....	30
6.6	Die Legierung AlSi17Cu4Mg (390) und ihre Anwendungsgrenzen im konventionellen Druckguss	33
6.7	Weiterentwicklung der Legierung AlSi17Cu4Mg für das Druckgießen.....	35
6.8	Grundlagen zur Entwicklung einer naheutektischen eisenhaltigen Aluminium-Silizium-Legierung mit hoher Verschleißbeständigkeit.....	37
6.9	Einfluss von Ethanolbeimengungen in Otto-Kraftstoffen auf das Korrosionsverhalten von Vollaluminium Zylinderkurbelgehäusen.....	40
7	Experimentelle Untersuchungen	42
7.1	Basisversuche mit der modifizierten Legierung AlSi17Cu4Mg.....	42
7.1.1	Planung und Auslegung des Probegussteils	42
7.1.2	Referenzabgüsse aus AlSi9Cu3 und aus AlSi17Cu4Mg (A390).....	48
7.1.3	Versuchsplanung	48
7.1.4	Verwendete Gießeinrichtungen und Festlegung der Versuchsparameter.....	50
8	Ergebnisse und Diskussion	53
8.1	Auswertung der Testgussteile aus der modifizierten Legierung AlSi17Cu4Mg	53
8.1.1	Gießeingenschaften der Versuchslegierungen und ihre Verschleißwirkung auf das Gießwerkzeug	53
8.1.2	Formtemperatur und Klebeneigung.....	55

8.1.3	Warmrissneigung	59
8.1.4	Festigkeitsuntersuchungen mittels Zugversuch.....	63
8.1.5	Gefügeuntersuchung	65
8.2	Ermittlung der Fließeigenschaften der Versuchslegierungen.....	77
8.3	Abgießen monolithischer Zylinderkurbelgehäuse im Druckguss.....	80
8.4	Einfluss der Gießgeschwindigkeit auf die Gefügeausbildung	88
8.5	Gießversuche im Semi-Solid-Bereich.....	93
8.5.1	Verfahrensablauf.....	94
8.5.2	Gießversuche im Rheometal-Verfahren	95
8.5.3	Ergebnisse der Gießversuche im Semi-Solid-Bereich	96
8.6	Gießversuche mit naheutektischen, eisenhaltigen Aluminium-Silizium-Legierungen im Druckguss.....	105
8.6.1	Vorversuche.....	105
8.6.2	Ergebnisse der Gießversuche mit dem „Universal-Testgussteil“	109
9	Tribologische Untersuchungen	115
9.1	Grundlagen	115
9.2	Auswertung.....	116
10	Zusammenfassung und Ausblick	119
11	Literaturverzeichnis	124