

# VDG - MERKBLATT

## Fertigungstechnische Voraussetzungen für die Herstellung von schweißgeeigneten Aluminium-Druckgußteilen

F 20  
November 1995

### Gliederung

#### Vorbemerkung

- 1 Geltungsbereich
- 2 Kolbensmierstoffe
- 3 Formtrennstoffe
- 4 Sprühtechnik
- 5 Hinweise für die Gestaltung der Druckgießform für schweißgeeignete Aluminium-Druckgußteile
- 6 Formentlüftung
- 7 Legierungen
- 8 Schweißverfahren
- 9 Schweißnahtvorbereitung
- 10 Weitere Maßnahmen
- 11 Qualitätssichernde Maßnahmen
- 12 Schrifttum

### Vorbemerkung

Der konsequente Einsatz bekannter Technologien ermöglicht unter der Voraussetzung, daß schweißtechnisches und gießtechnisches Know-how kombiniert werden, die Herstellung schweißgeeigneter Aluminium-Druckgußteile. Im industriellen Anwendungsfall tritt der Konstrukteur als dritter Partner hinzu, dessen Arbeit wesentlich über Erfolg oder Mißerfolg des Gesamtprojekts entscheidet, weshalb der Forschungsschwerpunkt zur Zeit bei der Konstruktion derartiger Teile angesiedelt ist.

Während die zum Druckgießen eingesetzten Werkstoffe prinzipiell als schweißbar anzusehen sind - d.h., daß sich die Druckgußlegierungen leicht durch Schweißen fügen lassen - , ergeben sich bei der verfahrensabhängigen Schweißbarkeit - für Gußstücke die nach dem Druckgießverfahren hergestellt wurden - erhebliche Unterschiede für die verschiedenen Schweißverfahren (Bild 1).

Während die verschiedenen Preßschweißverfahren für Aluminium-Druckguß grundsätzlich gut geeignet sind, bedingt der Einsatz von Strahlschweißverfahren wie Laser- und Elektronenstrahlschweißen bereits einen verminderten Gasgehalt im Gußstück. Voraussetzung für die am häufigsten eingesetzten Lichtbogenschweißverfahren ist, daß der Gasgehalt der Gußstücke extrem gasarm ist. Nichtmetallische Verunreinigungen wie z.B. Kohlenstoff können beim Lichtbogenschweißen zur Schlackenbildung führen.

Um eine für das gewählte Schweißverfahren hinreichende Schweißbarkeit zu erreichen, empfiehlt sich eine frühzeitige Zusammenarbeit von Bauteilkonstrukteur, Druckgießer und Schweißfachingenieur. Es ist davon auszugehen, daß die Schweißbarkeit nicht an allen Stellen des Gußstücks gleich gut sein kann, da die nachteiligen Gaseinschlüsse und Verunreinigungen z.B. aufgrund des Ablaufs der Formfüllung ungleichmäßig im Gußstück verteilt sind. Die Lage des Anschnitts sowie der dringend anzurathenden Formentlüftung und der Überläufe bestimmt auf diese Weise die in der Fügezone zu erreichenden Verarbeitungseigenschaften und die erzielbare Fertigungssicherheit.

Dies bedeutet, daß die Gestaltung des Bauteils (Konstruktion) wesentlichen Einfluß auf die erzielbare Nahtgüte (Qualität) ausübt, da sie die Formanlage (Gießerei) weitgehend vorherbestimmt und gleichzeitig die beim Fügen (Schweißen) zu beachtenden Bedingungen festlegt.

Eine Überprüfung der Konstruktion aus schweißtechnischer Sicht ist notwendig, um z.B. Fugenformen, Schweißpositionen und die Zugänglichkeit der Fugestelle und damit die Herstellbarkeit der Verbindung unter Einhaltung der Toleranzen zu ermöglichen. Beim Schweißfachingenieur liegt auch die Verantwortung für die Auswahl des Schweißverfahrens, der Abstimmung von Zusatzwerkstoff und Grundwerkstoff sowie einer möglichen Wärmenachbehandlung, um die geforderten Festigkeiten und Verformungseigenschaften erzielen zu können. Die Nahtvorbereitung als ein für die Nahtgüte ausschlaggebender Faktor ist besonders zu beachten.

Zumindest für Pilotprojekte empfiehlt es sich, die Unterstützung von mit der Thematik vertrauten und erfahrenen Beratern zu nutzen.

### 1 Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für die Herstellung von schweißgeeigneten Aluminium-Druckgußteilen. Es werden Voraussetzungen für die Gießtechnologie genannt.

*Anmerkung:* Maßgebenden Einfluß auf die Schweißbarkeit von Aluminium-Druckgußteilen hat die Gestaltung der Druckgießformen und damit die Konstruktion des Bauteiles im Rahmen einer Konstruktions-Fehlermöglichkeiten- und Einfluß-Analyse (Konstruktions-FMEA).

Vom Fachausschuß "Druckguß" erstellte Richtlinie.



VEREIN DEUTSCHER GIESSEREIFACHLEUTE



Geeignete Schweißverfahren

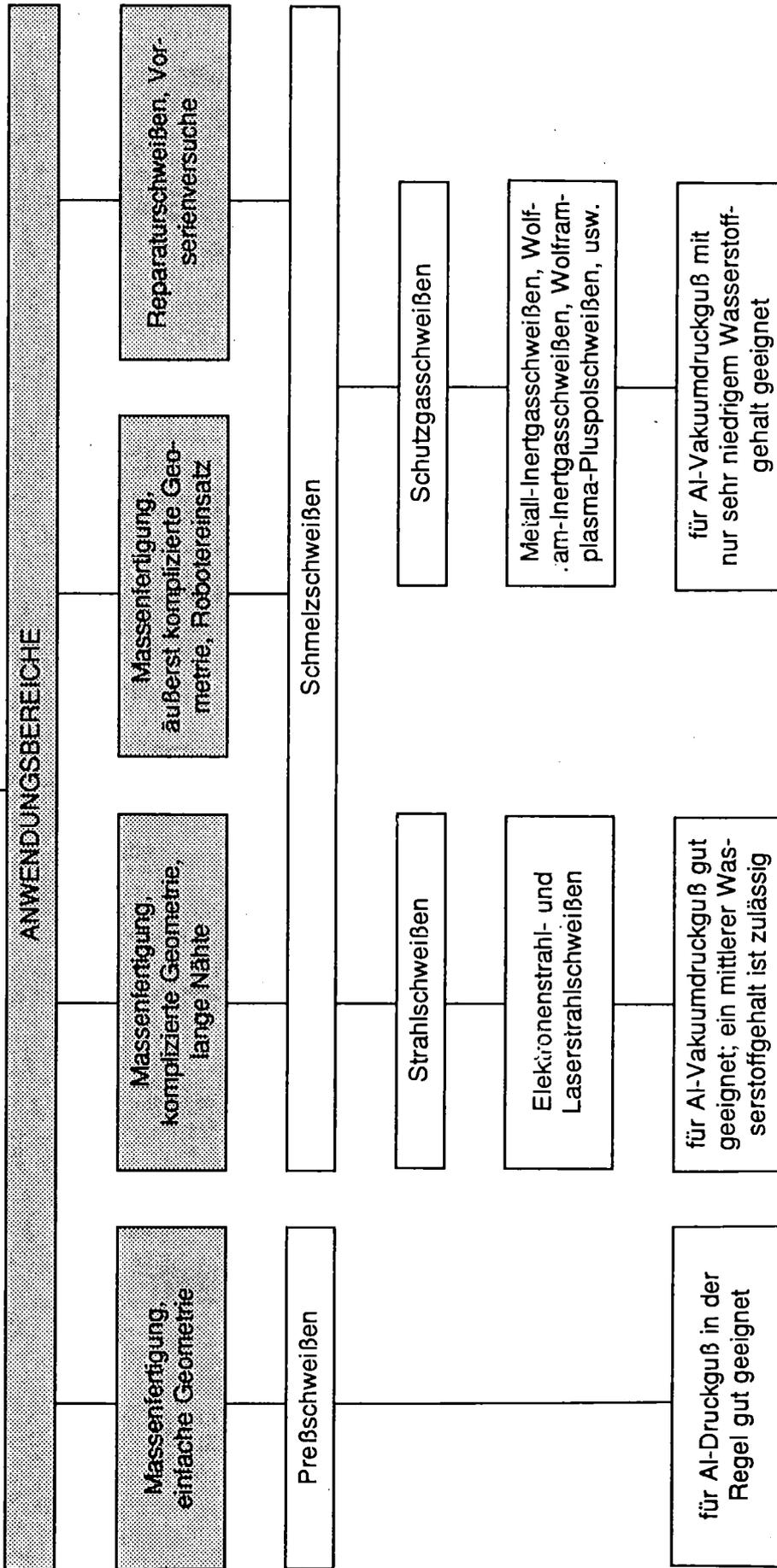


Bild 1: Für das Fügen von Aluminium-Druckguß anwendbare Schweißverfahren

## 2 Kolbenschmierstoffe

Für die Kolbensprühschmierung wird eine Wasser-Graphit-Emulsion empfohlen. Bei ihrer Verwendung ist darauf zu achten, daß der Gießkolben vor dem Einfahren in die Gießkammer möglichst gut abgetrocknet ist. Eine Schmierung mit Öl kann beim späteren Schmelzschweißen der Teile zur Schlackenbildung auf der Nahtoberseite und zu erhöhter Nahtporosität führen (vgl. VDG-Merkblatt "Schmierstoffe für Gießkolben und Gießkammer").

## 3 Formtrennstoffe

Bei der Wahl des Trennstoffs für die Herstellung schweißbarer Aluminium-Druckgußteile sind folgende Punkte zu beachten:

- Wahl eines wenig begasenden Trennstoffs; es sollten Trennstoffe auf Wasserbasis verwendet werden (vgl. VDG-Merkblatt "Trennstoffe für die Druckgießverfahren" und [1]).
- Mineralöhlhaltige und pastöse Trennstoffe sollten nicht eingesetzt werden.

Werden bei Produktionsbeginn oder während der Fertigung pastöse Trennstoffe aufgetragen, so haben die ersten Teile nach dem Auftrag jedoch in der Regel einen erhöhten Gasgehalt.

## 4 Sprühtechnik

Beim Trennstoffauftrag sind folgende Grundregeln einzuhalten:

- Die Trennstoffe sollen automatisch aufgetragen werden.
- Die Zugabemenge des Trennstoffs soll möglichst gering sein; ein Trennstoffüberschuß ist zu vermeiden.
- Die Trennstoffkonzentration ist so gering, wie gießtechnisch noch vertretbar, einzustellen.
- Vor dem Schließen der Form sollte die Formoberfläche trocken sein; gegebenenfalls muß die Gravur trockengeblasen werden; vor allem bei Schiebern und Kernen soll die Feuchtigkeit aus Fugen und Spalten ausgeblasen werden.

## 5 Hinweise für die Gestaltung der Druckgießform für schweißgeeignete Aluminium-Druckgußteile

Das Gußteil ist konstruktiv so auszulegen, daß Schweißnähte in Bereichen liegen, in denen beim Gießen nur geringe Gaseinschlüsse zu erwarten sind.

Dies kann Bestandteil einer Konstruktions-FMEA sein.

Die Lage des Teils in der Form und die Gestaltung des Anschnittes bestimmen den Bereich von Wirbeln und legen die zuletzt gefüllten Zonen fest. In diesen werden

verstärkt Verunreinigungen eingeschlossen, die beim Schweißen zu Poren und zur Schlackenbildung führen können. Durch Optimieren der Gießparameter läßt sich die Schweißbeignung nur in engen Grenzen verbessern [2]. Da verfahrensbedingt in einem Druckgußteil nicht alle Bereiche gleichermaßen schweißgeeignet sein können, ist die Lage der Schweißzonen in den Fertigungszeichnungen eindeutig zu kennzeichnen.

## 6 Formentlüftung

Der Formhohlraum muß besonders im Bereich der Fügezone der Teile gut entlüftet werden. Eine Zwangsentlüftung durch Absaugen hat sich als geeignete Maßnahme für die Entlüftung des Formhohlraums erwiesen. Bei Anwendung der Zwangsentlüftung sollte diese überwacht werden.

## 7 Legierungen

### 7.1 Druckgußlegierungen

Im allgemeinen sind Druckgußlegierungen schweißgeeignet.

### 7.2 Knetlegierungen in Mischverbindungen

Mischverbindungen zwischen Knetmaterial und Aluminium-Druckguß mit hinreichend reduziertem Gasgehalt lassen sich porenarm herstellen. Beispiele für bereits untersuchte Werkstoffpaarungen sind in [3 bis 8] zu finden. Die Knetlegierung muß schweißgeeignet sein. Die Liquidustemperaturen der Werkstoffe sollten jeweils etwa gleich sein. Das gleiche gilt für die Solidustemperaturen. Bei der Herstellung von Mischverbindungen ist auf unterschiedliche Wärmeleitfähigkeiten zu achten. Es ist vorteilhaft, wenn die verschiedenen Werkstoffe vergleichbare Wärmeleitfähigkeiten haben. Ist dies nicht der Fall, können als Gegenmaßnahme die Energiedichte beim Schweißen und die Schweißgeschwindigkeit erhöht sowie die Nahtform geändert werden.

### 7.3 Zusatzwerkstoffe

Bei der Auswahl des Zusatzwerkstoffs müssen der (die) Grundwerkstoff(e) und das Schweißverfahren berücksichtigt werden. Die Wahl des Zusatzwerkstoffs hängt von den Werkstoffeigenschaften und dem Aufmischungsgrad ab. Im Hinblick auf eine hohe Fertigungssicherheit bei mechanisierten Schweißprozessen sollte der Draht eine große Festigkeit und Steifigkeit haben, wie z.B. SG- $\text{AlMg4,5Mn}$ . Für Nähte zwischen Druckgußteilen aus AlSi-Legierungen sind der Höhe des Siliciumgehaltes entsprechend die Werkstoffe SG- $\text{AlSi10Mg}$ , SG- $\text{AlSi12}$  und SG- $\text{AlSi5}$  gemäß DIN 1732 Teil 1 zu empfehlen. Bei technisch gegebener Möglichkeit können Schweißzusätze vor dem Schweißen vorsorglich noch einmal gereinigt werden, falls sie längere Zeit in ungünstiger Umgebung, z.B. an feuchter Atmosphäre, gelagert wurden. Für die Reinigung eignen sich insbesondere abtragende Verfahren, z.B. eine Beizbehandlung.

## 8 Schweißverfahren

Die Schweißverfahren stellen unterschiedliche Anforderungen an den Werkstoff. Je nach Verfahren ist der zulässige Gasgehalt des Werkstoffs verschieden. Bild 1 enthält eine Einteilung der anwendbaren Verfahren und eine qualitative Bewertung des zulässigen Gasgehalts. Am günstigsten sind die Preßschweißverfahren in bezug auf die Porosität zu bewerten.

## 9 Schweißnahtvorbereitung

Der günstigste Schweißstoß ist der I-Stoß ohne Behinderung des Nahtdurchhanges. Wird der Nahtdurchhang behindert, kommt es in der Regel an diesen Stellen zu einer erhöhten Porosität. Stellen erhöhter Porosität treten in der Regel am Nahtübergang auf. Um Wurzelfehler zu vermeiden, muß eine Nahtvorbereitung entsprechend DIN 8552 erfolgen. Da Fett die schädlichste Verunreinigungen ist, müssen gegebenenfalls die Fügestellen vor dem Schweißen gereinigt werden.

## 10 Weitere Maßnahmen

Für die Herstellung von schweißbaren Aluminium-Druckgußteilen sollte es das Ziel sein, eine möglichst gasarme Schmelze bereitzustellen. Folgende Maßnahmen können den Wasserstoffgehalt der Schmelze bzw. des Druckgußteils vermindern:

- Temperaturführung der Schmelze,
- Entgasung der Schmelze mit Argon oder Stickstoff,
- Filtrieren der Schmelze beim Einfüllen in den Warmhalteofen,
- turbulenzarmes Einfüllen der Schmelze, beispielsweise mit einem Warmhalteofen mit Dosiereinrichtung,
- Reinigung und Trocknung der Druckluft für den Dosierofen,
- Vermeidung von Leckagen in der Form, damit z.B. Temperieröl, Kühlwasser und Hydraulikmedien nicht in den Formhohlraum gelangen.

Der Gießprozeß sollte durch ein geeignetes System überwacht werden (z.B. Bestimmung und Kontrolle von Kenngrößen wie Umschaltunkte, Kolbengeschwindigkeiten, absoluter Gasdruck im Formhohlraum, Preßrestdicke, Metalltemperatur, Formtemperatur, Sprühmenge usw).

## 11 Qualitätssichernde Maßnahmen

Zur Qualitätsüberwachung der Schweißseignung werden folgende Verfahren vorgeschlagen:

- Blindnaht im Bauteil an einer gefährdeten Stelle,
- Blasentest, Ermittlung der Blasenhöhe nach dem Lösungsglühen bei 500° C,

- Anfertigen von Durchstrahlungsaufnahmen vor und nach dem Blasentest,
- Dichtemessung vor und nach dem Blasentest,
- Beurteilung metallographischer Schliffe von Blindnähten und
- Überwachung des Wasserstoffgehaltes in Schmelze.

## 12 Schrifttum

- [1] **Ruge J.; Nörenberg, K.:**  
Untersuchung der Wasserstofffreisetzung verschiedener Aluminiumwerkstoffe beim Aufschmelzen unter besonderer Berücksichtigung der Schweißbarkeit von Aluminium-Druckguß. Giesserei 79 (1992) Nr. 5, S. 180 - 186.
- [2] **Ruge, J.; Rehbein, D.-H.:**  
Untersuchung der Minimierung des Gasgehalts von Aluminium-Druckguß zur Verminderung der Gasporosität sowie zur Verbesserung der Schweißseignung und Warmaushärtbarkeit. Abschlußbericht zum AiF-Forschungsvorhaben Nr. 7642. Braunschweig 1991.
- [3] **Nörenberg, K.:**  
Untersuchungen zur Schweißbarkeit von Aluminium-Druckguß; Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1991; Schweißtechnischer Forschungsbericht; Bd. 44; Düsseldorf: Deutscher Verlag für Schweißtechnik, 1991
- [4] **Wohlfahrt, H.; Hoffmann, N.:**  
Verarbeitung von gasarmem Aluminium-Druckguß für artgleiche sowie Mischverbindungen mit Aluminium-Knetmaterial mittels Wolfram-Plasma-Schweißen. Abschlußbericht zum AiF-Forschungsvorhaben Nr. 8316. Braunschweig 1993
- [5] **Ruge, J.; Nörenberg, K.:**  
Untersuchung der Schweißseignung von Druckguß des Legierungstyps Aluminium-Silicium zum Widerstandspreßschweißen, Abschlußbericht zum AiF-Forschungsvorhaben Nr. 6964. Braunschweig 1989
- [6] **Ruge, J.; Nörenberg, K.:**  
Untersuchungen zum Widerstandspunkt- und Buckelschweißen von Aluminium-Druckguß mit Gleichstrom; Schweißen und Schneiden 42 (1990), S. 34-39
- [7] **Ruge, J.; Nörenberg, K.:**  
Herstellung und schweißtechnische Verarbeitung von gasarmem Aluminium-Druckguß; Gießerei-Rundschau 37 (1990) 7/8, S. 327-332
- [8] **Ruge, J.; Lutze, P.:**  
Eignung verschiedener Schweißverfahren zum Schweißen von Aluminium-Druckguß des Legierungstyps Aluminium-Silicium. Gießerei 72 (1985) 12, S. 360-366