



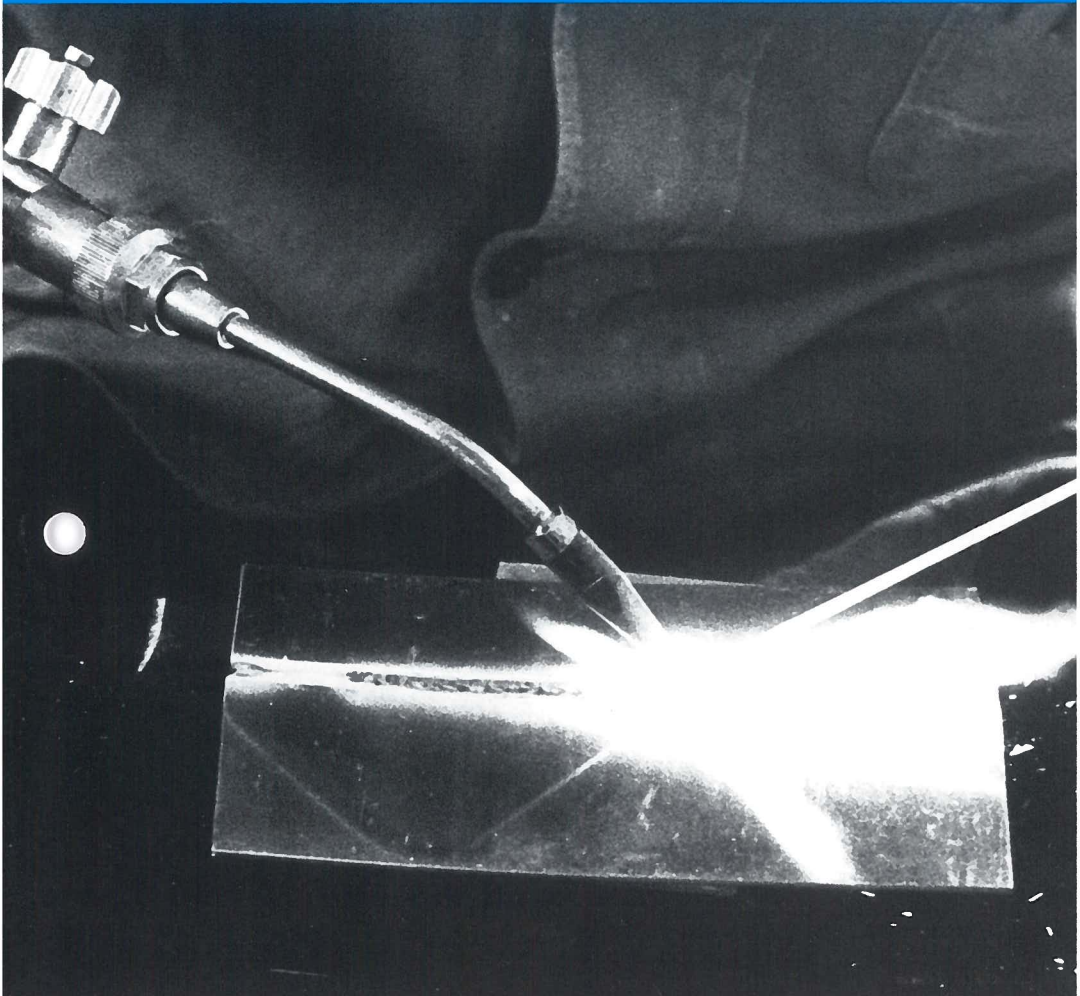
Aluminium-Zentrale e.V.
Beratung und Information

Am Bonnehof 5, 40474 Düsseldorf
Postfach 105463, 40045 Düsseldorf
Telefon: +49 211 - 47 96 0
Telefax: +49 211 - 47 96 410
E-Mail: technik@aluinfo.de
Web: www.aluinfo.de

Aluminium- Merkblatt V1

Gasschmelz- schweißen von Aluminium

6. Auflage



Inhalt

1 Verhalten von Aluminium beim Gasschmelzschweißen	3
2 Schweißgeräte, Schweißgase, Flußmittel und Schweißzusätze	6
3 Vorbereiten, Schweißausführungen und Nachbehandeln der Schweißnaht	7
4 Arbeitsschutz-Vorkehrungen	11
5 Materialerkennung (Tüpfelprobe)	12

1 Verhalten von Aluminium beim Gasschmelzschweißen

Beim Gasschmelzschweißen von Aluminium und seinen Legierungen sind die werkstoffspezifischen Eigenschaften, vorwiegend die Oxidationsneigung, die gute Wärmeleitfähigkeit und die hohe Wärmeausdehnung zu berücksichtigen. Sie erfordern gegenüber der Stahlschweißung besondere Arbeitsbedingungen.

Aluminium überzieht sich unter Einwirkung des Sauerstoffes der Luft mit einer dünnen, dichten, festhaftenden Oxidschicht, die sich nach dem Beseitigen sofort wieder neu bildet. Die Dicke der Oxidschicht wächst mit zunehmender Temperatur. Der Schmelzpunkt dieser Oxidschicht liegt bei über 2000 °C, so daß sie mit einer Brenngas-Sauerstoffflamme nicht aufgeschmolzen werden kann. Die Oxidschicht verhindert ein Zusammenfließen der Nahtflanken. Die Oxide müssen daher durch ein Flußmittel beseitigt werden.

Oxidschicht

Die Wärmeleitfähigkeit von Aluminium ist etwa dreimal so groß wie diejenige von Stahl. Sie ist einer der wesentlichen Faktoren für den Wärmebedarf beim Schweißen. Gegenüber Stahl ist beispielsweise bei sehr kleinen Werkstücken weniger Wärme und bei großen Teilen mehr Wärme aufzuwenden. Diesen Wärmeabfluß begegnet man beim Gasschmelzschweißen von größeren Teilen durch Vorwärmen.

Wärmeleitfähigkeit

Trotz des größeren Wärmeausdehnungskoeffizienten von Aluminium gegenüber Stahl ist kaum mehr Verzug der Fügeiteile zu erwarten, da Wärmeleitfähigkeit und geringerer Schmelzbereich des Aluminiums ausgleichend wirken.

Wärmeausdehnung

Das Gasschmelzschweißen ist eines der ältesten Schmelzschweißverfahren. Die Bedeutung dieses Verfahrens ist jedoch durch die Anwendung des wesentlich leistungsfähigeren Schutzgasschweißverfahrens zurückgegangen. Es wird auch von keiner anerkannten Zulassungsstelle und Klassifikationsgesellschaft anerkannt.

Verwendung

Nachteile sind:

- breite Wärmeeinflußzone
- geringe Schweißleistung
- Flußmittel sind immer erforderlich
- häufig aufwendige Beseitigung der Flußmittelrückstände nach dem Schweißen

Trotz dieser Nachteile wird in bestimmten Anwendungsbereichen und in besonderen Fällen das Gasschmelzschweißen nach wie vor mit Vorteil eingesetzt:

- in der Elektrotechnik zum Schweißen von Kabeln, Kabelschuhen, Stromschienen, Dehnungsbändern
- im Karosserie- und Fahrzeugbau, vor allem bei kleineren Reparaturarbeiten
- im Klempner- und Dachdeckerhandwerk beim Schweißen im Bedachungsbereich
- beim Schweißen von Profilen und Rohren, in Bereichen, wo die breite Wärmeeinflußzone unbedeutend ist
- in der Blechbearbeitung, vor allem im Dünnblechbereich beim Schweißen kurzer Nähte (Ecknähte)

Wegen der verhältnismäßig großen Wärmeeinflußzone, die eine Entfestigung des Grundwerkstoffes bis auf den Zustand „weich“ hervorruft, wird das Gasschmelzschweißen nicht für hochbeanspruchte Schweißkonstruktionen verwendet. Daraus folgt auch die hauptsächlichliche Anwendung des Verfahrens für unlegierte bzw. niedrig legierte Aluminium-**Knetwerkstoffe**.

Aluminiumwerkstoffe

Gasschmelzschweißen von **Formgußteilen**, zum Beispiel bei der Reparatur sowie in der Verbindung von Knetwerkstoffen ist möglich. Die Entfestigung der Grundwerkstoffe in der Wärmeeinflußzone von gasgeschweißten, ausgehärteten Guß- und Knetwerkstoffen ist zu beachten.

Tabelle 1: Auswahl der Schweißzusätze für das Gasschmelzschweißen von Aluminium und Aluminiumlegierungen (in Anlehnung an DIN 1732, Ausgabe 6 '88)

Schweißzusatz	Grundwerkstoffe								
Werkstoff-Bezeichnung	G-AlMg3Si						+		+
	G-AlMg3						+		
	G-AlSi6Cu4							+	+
	G-AlSi8Cu3								+
	G-AlSi5Mg							+	+
	G-AlSi7Mg							+	+
	G-AlSi9Mg								+
	G-AlSi10Mg(Cu)								+
	G-AlSi10Mg								+
	G-AlSi11								+
	G-AlSi12(Cu)								+
	G-AlSi12								+
	AlMg1SiCu								+
	AlMgSi1								+
	AlMgSi0,7							+	+
	AlMgSi0,5							+	+
	AlMg2,7Mn							+	
	AlMg2Mn0,8							+	
	AlMg3							+	
	AlMg2							+	
	AlMg1						+	+	
	AlMnCu						+		
	AlMn1						+		
AlMn0,6						+			
Al99			+	+					
Al99,5	+		+	+					
E-Al	+		+						
Al99,7	+			+					
Al99,8	+			+					
SG-Al99,8									
SG-Al99,5									
SG-Al99,Ti									
SG-AlMn1									
SG-AlMg3									
SG-AlSi5									
SG-AlSi12									

+ Geeignete Kombination Schweißzusatz/Grundwerkstoff für das Gasschmelzschweißen

2 Schweißgeräte, Schweißgase, Flußmittel und Schweißzusätze

Gasschmelzschweißen wird üblicherweise mit Azetylen-Sauerstoffflamme durchgeführt. Es werden dazu die herkömmlichen Schweißgeräte verwendet. Die Brenner-einsätze und die Durchmesser der Schweißstäbe werden in Abhängigkeit von der zu schweißenden Materialdicke ausgewählt.

Schweißgeräte

Tabelle 2: Richtwerte für Brennergröße, Durchmesser der Schweißstäbe und Spaltbreite beim Gasschmelzschweißen

Blechdicke mm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Brennergröße	0,5–1	1–2	2–4	4–6		6–9		9–14		
Schweißstab-durchmesser mm	3	3		4		5		6		8
Spaltbreite mm	–		2	3		4		5		

In der Praxis hat sich das Schweißen mit Azetylen und Sauerstoff durchgesetzt, da sich mit diesem Gasgemisch die höchste Flammentemperatur erzielen läßt.

Schweißgase

Die Flußmittel haben die Aufgabe:

Flußmittel

- die Oxidschicht auf chemischem Wege zu lösen
- eine erneute Oxidation während des Schweißens zu verhindern
- die Arbeitstemperatur anzuzeigen

Die Flußmittelhersteller bieten auf die jeweiligen Füge-teilwerkstoffe abgestimmte Flußmittel an. Zwei Fluß-mitteltypen kommen zur Anwendung:

Hygroskopische Flußmittel:

Vorteile:

- durch Abstimmung auf den Werkstofftyp ist der Arbeitstemperaturbereich gut zu erkennen
- das Oxidlösungsvermögen ist gut
- preisgünstig

Nachteile:

- Flußmittelreste müssen nach dem Schweißen wegen der Korrosionsgefahr restlos beseitigt werden
- nur begrenzte Lagerfähigkeit, da durch Feuchtigkeitsaufnahme die Flußmittel unwirksam werden
- angerührte Flußmittel sind nur einige Tage wirksam

Nicht hygroskopische Flußmittel:

Vorteile:

- Rückstände müssen nicht unbedingt beseitigt werden, keine Korrosionsgefahr
- großer Anwendungsbereich
- gut geeignet für Bördelnähte und im Dünoblechbereich, wo ohne Schweißzusatzwerkstoffe gearbeitet werden muß, bei Überlappungen und Kehlnähten, in der E-Technik, bei Rohren und Hohlprofilen
- unbegrenzt lagerfähig.

Nachteile:

- hoher Preis
- zum Schweißen von Formgußteilen weniger gut geeignet
- Beseitigung der Rückstände sehr aufwendig

Wichtig: Bearbeitungshinweise der Hersteller sind zu beachten. Die Schweißflußmittel sind nicht genormt.

Schweißzusatz für das Gasschmelzschweißen von Aluminium und seinen Legierungen sind in der DIN 1732 genormt und erhalten als Kennzeichen vor der Werkstoffangabe ein „SG“. Jeder einzelne Schweißstab ist so gekennzeichnet, daß die Zugehörigkeit zum Legierungstyp und der Hersteller erkennbar sind. Diese Auswahl richtet sich nach den Fügeleitwerkstoffen. (Tabelle 1)

Schweißzusatz

3 Vorbereiten, Schweißausführung und Nachbehandeln der Schweißnaht

3.1 Vorbereiten zum Schweißen

Schweißposition und Fugenform unterliegen beim Gasschmelzschweißen von Aluminium keiner Einschränkung. Das Schweißen in Zwangslage erfordert jedoch Übung. Bei Gefahr von Flußmitteleinschluß (z. B. einseitig geschweißte Kehlnähte, Überlappungen, Hochbördelnähte, Stirnflachnähte) wird nicht hygroskopisch wirkendes Flußmittel verwendet.

Schweißposition

Die Bördelnaht bewirkt bei dünnen Blechen eine Versteifung, die dem Verzug entgegenwirkt. Im Fassaden- und Dachbereich werden wegen der einfachen Handhabung Bördelnähte ausgeführt. Die Hochbördelnaht hat den Vorteil der einfachen Anpassung der zu fügenden Teile.

Naht- und Fugenform

Tabelle 3: Fugenformen für das Gasschmelzschiessen von Aluminium und Aluminiumlegierungen (in Abhängigkeit an DIN 8552 T1, Ausgabe 5/81)

Werkstück- dicke s	Aus- führungs- art	Benen- nung	Sinn- bild	Fugenform Schnitt	Steg- abstand b	Bemerkungen
bis 2	einseitig	Bördel- naht			—	ohne Zusatzwerkstoff
bis 2	einseitig	I-Naht			—	—
2 bis 6	einseitig				bis 4	—
5 bis 12	beidseitig				bis 6	beidseitig gleich- zeitig schweißen (Steignaht)

Die Wirksamkeit hygroskopischer Flußmittel wird vor Beginn des Schweißens geprüft, indem das Flußmittel auf dem Schweißzusatzdraht aufgetragen und erwärmt wird. Bei wirksamen Flußmitteln bildet sich eine kugel- oder tropfenförmige Verdickung am Stabende. Eine sackartige Ausbildung mit sehr rauher Oberfläche weist auf Unwirksamkeit des Flußmittels hin. Die Ursache kann die Aufnahme von Feuchtigkeit während der Lagerung sein, oder die Wirkzeit des angerührten Mittels ist überschritten.

Prüfen des Flußmittels

3.2 Schweißausführung

Die Fügeile sollten staub- und schmutzfrei sein. Handelsüblich sachgemäß gelagertes Aluminium-Knet- halbezeug erfordert in der Regel keine besondere Reinigung. Verschmutzte oder verölte Teile (z. B. Gußstücke) sind vorher mit Lösungsmittel oder durch Abkochen- fettung sorgfältig zu reinigen. Hartnäckig verschmutzte Oberflächen können durch Bürsten (Edelstahlborsten) gereinigt werden.

Reinigen der Fugenflanken

Schweißstäbe müssen trocken, öl- und fettfrei sein. Gegebenenfalls kann ein Abziehen mit Schmirgelpapier, evtl. Beizen mit Natronlauge erforderlich sein, um eine metallblanke Oberfläche zu erreichen.

Saubere Schweißzusatzstäbe

Das Flußmittel wird mit sauberem Wasser im Verhältnis 1:1 zu einer sämigen Flüssigkeit im Glas-, Keramik-, Kunststoff- oder Niro-Behälter angerührt. Wegen der Korrosionsgefahr werden Aluminium-, Stahl-, Zink-, Zinn- oder Kupferbehälter und metallgebundene Pinsel nicht verwendet. Bei hygroskopischen Flußmitteln sollte wegen der begrenzten Wirksamkeit nur der Tagesbedarf angerührt werden. Das Flußmittel wird sowohl auf die beiden Nahtflanken in jeweils 10 mm Breite als auch auf den Schweißzusatzstab aufgetragen.

Flußmittelauftrag

Gasschmelzschweißen von Aluminium erfolgt mit neutraler Flamme oder mit geringem Azetylenüberschuß. Die Flamme soll „weich“ (nur leise rauschend) eingestellt sein. (Bild 1)

Flammeneinstellung

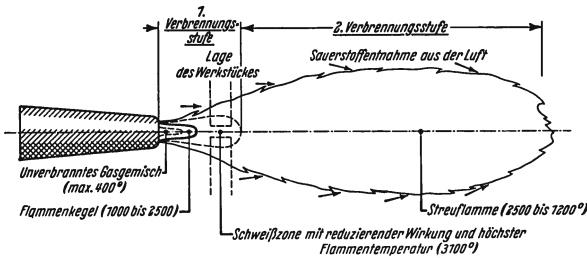


Bild 1:
Flammeneinstellung



Harte Flamme
höchste Leistungsfähigkeit der Brennerspitze



Weiche Flamme
geringe Leistungsfähigkeit der Brennerspitze



Ungeeignete Flamme
infolge Düsenverschmutzung

Heftschweißen ist erforderlich, um die Nahtflanken zu fixieren. Der Abstand der einzelnen Heftschweißungen richtet sich nach der Blechdicke; er beträgt bei Blechdicken bis ca. 1,5 mm 20 bis 30 mm, über 1,5 mm 100 bis 200 mm. Bei Blechdicken über 1,5 mm erfolgt das Heftschweißen mit Schweißzusatz. Beim Heftschweißen mit Zusatzstab sind die Heftungen möglichst flach, ohne große Überhöhungen auszuführen, da andernfalls beim Schweißen Bindefehler auftreten. Beim Heftschweißen von größeren Materialdicken ist ein Vorwärmen der Heftzone erforderlich. Heft- und Schweißfolge siehe Bild 2.

Heftschweißen

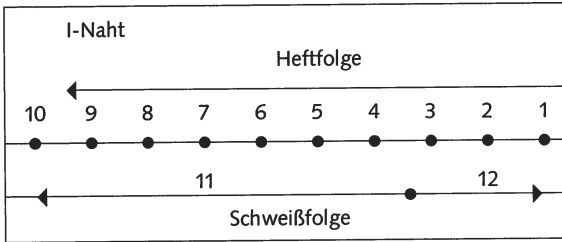


Bild 2: Heftschiweißen dünner Bleche, Reihenfolge und Schweißfolge. 1–10 kennzeichnet die Reihenfolge beim Heften, 11 und 12 die Schweißfolge.

Ein Spalt zwischen den zu verschweißenden Teilen ist etwa ab einer Materialdicke von 2 mm vorzusehen. Bei zu geringem Spalt füllt das Zusatzmaterial den Schweißspalt wurzelseitig nicht vollständig aus, es wird nicht durchgeschweißt. Die Spaltbreiten sind der Tabelle 2 zu entnehmen.

Spaltbreite

Beim Gasschmelzschweißen von Aluminium mit einer Dicke von mehr als 1,5 mm ist der Nahtbereich vorzuwärmen. Dies erfolgt durch gleichmäßiges Kreisen der Flamme über der Schweißzone im Abstand von 30 bis 50 mm. Beide Nahtflanken sollen bei Beginn des Schweißens etwa gleiche Vorwärmtemperatur von ca. 300°C haben.

Vorwärmen

Aluminium wird nur nach links geschweißt. Der Brenner wird im Winkel von 60 bis 80° pendelfrei und in gleichmäßigem Abstand mittig über die Naht geführt, so daß beide Nahtflanken gleichzeitig aufschmelzen. Der Schweißzusatzstab wird im Winkel von 20 bis 30° dabei ins Bad eingetaucht und in gleichmäßigen Tropfen abgeschmolzen. Hierdurch ergeben sich eine gleichmäßige Nahtbreite und Nahtüberhöhung.

Brennerführung

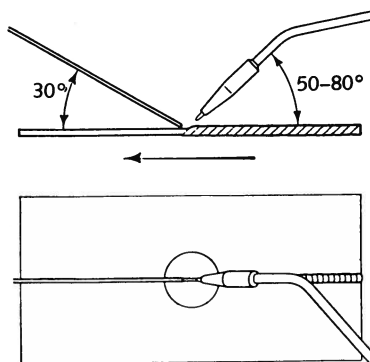


Bild 3: Brenner- und Drahhaltung bei der Nachlinksschiweißung

Das Flußmittel zeigt durch gleichzeitiges Flüssigwerden auf den beiden Fügeteilen die gleichmäßige Vorwärmung und ein Erreichen der Schweißtemperatur an. Bei unterschiedlichen Materialdicken müssen die dickeren Teile eine große Wärmezufuhr erhalten.

Durchführung

Eine gute Durchschweißung wird bei Materialdicken bis 4 mm erzielt, indem die Breite der Oberraupe etwa 4 bis 5 mal der Materialdicke beträgt. Nach Unterbrechung des Schweißvorganges wird 10 bis 20 mm vor dem Ende der Schweißnaht wieder begonnen und erst bei Erreichen des Schweißnahtendes Schweißzusatz zugeführt. Zur Vermeidung von Haarrissen wird der Endkrater aufgefüllt. Dies geschieht durch horizontal geführten Brenner und Abschmelzen des senkrecht gehaltenen Zusatzstabes.

Auf die Schweißfolge (siehe Bild 2) sowie auf das Schweißen von innen nach außen und auf langsames Abkühlen ist zu achten.

Hygroskopische Flußmittelrückstände müssen nach dem Erkalten der Fügeteile mit einer Kunststoff- oder Wurzelbürste beseitigt werden. Danach erfolgt ein Neutralisieren mit verdünnter, 3 bis 10% iger Salpetersäure, Spülen mit Wasser und trocknen.

Entfernen des Flußmittels

Nicht hygroskopische Flußmittelrückstände werden in Wasser aufgeweicht und mit einer nichtrostenden Stahlbürste entfernt.

4 Arbeitsschutz – Vorkehrungen

Beim Gasschmelzschweißen von Aluminium muß eine Schutzbrille mit den Schutzstufen 4 A bis 6 A getragen werden. Diese Schutzgläser sind in DIN 4647 „Sichtscheiben für Augenschutzgeräte“ genormt.

Schutzgläser

Alle Flußmittel, sowohl in Pulverform als auch in angerührtem Zustand, enthalten ätzende Bestandteile. Sie sollten nicht mit der Haut in Berührung kommen. Bei Dauereinwirkung von Flußmitteldämpfen ist eine Absaugung am Arbeitsplatz geboten.

Flußmittel

Geschweißte Aluminiumteile sollten nur mit Zangen bewegt werden, da erwärmte Teile keine Glühfarben aufweisen.

Glühfarben

5 Materialerkennung (Tüpfelprobe bei Aluminiumlegierungen)

Die Tüpfelprobe ist eine einfache handwerkliche Untersuchungsmethode, um die Legierungsbestandteile Cu, Si und Zn eines Aluminiumwerkstückes festzustellen.

Erforderliche Chemikalien:

ca. 100 cm³ NaOH

(verdünnte 20% ige Natronlauge)

ca. 100 cm³ HNO₃

(verdünnte 30% ige Salpetersäure)

ca. 100 cm³ NH₃

(handelsüblicher Salmiakgeist oder Ammoniak)

Filterpapier

Schaber, Drahtbürste oder Schmirgelpapier

Durchführung der Tüpfelprobe:

Die Oxidschicht wird mit Schaber, Drahtbürste oder Schmirgelpapier an der Prüfstelle entfernt.

Vorbehandlung

Auf die zu prüfende Stelle werden einige Tropfen NaOH (Natronlauge) gegeben. Zeigt sich nach etwa 15 Minuten eine Reaktion, die an der Entwicklung von Gasbläschen erkennbar ist, wird die gebeizte Stelle mit sauberem Wasser gespült. Verbleibt ein metallweißer Fleck, liegt eine der folgenden Legierungen vor: Al99,5, AlMn, AlMgMn oder AlMgSi (Si < 3%) vor. Eine Dunkelfärbung (dunkelgrau bis schwarz) weist auf Cu-, Zn- oder Si-Gehalte (Si > 3%) hin.

NaOH-Probe

Nunmehr wird nach dem Trocknen auf die erwähnte Dunkeltönung einige Tropfen Salpetersäure gegeben. Lassen sich nach einigen Sekunden der Einwirkzeit die benetzten Stellen blankbeizen, so liegt eine Aluminiumlegierung mit Cu- oder Zn-Gehalte vor. Bleibt Dunkelbeizung erhalten oder wird nur etwas heller, so liegen Si-Gehalte über 3% vor. Je dunkler die Verfärbung, um so größer der Si-Gehalt.

HNO₃-Probe

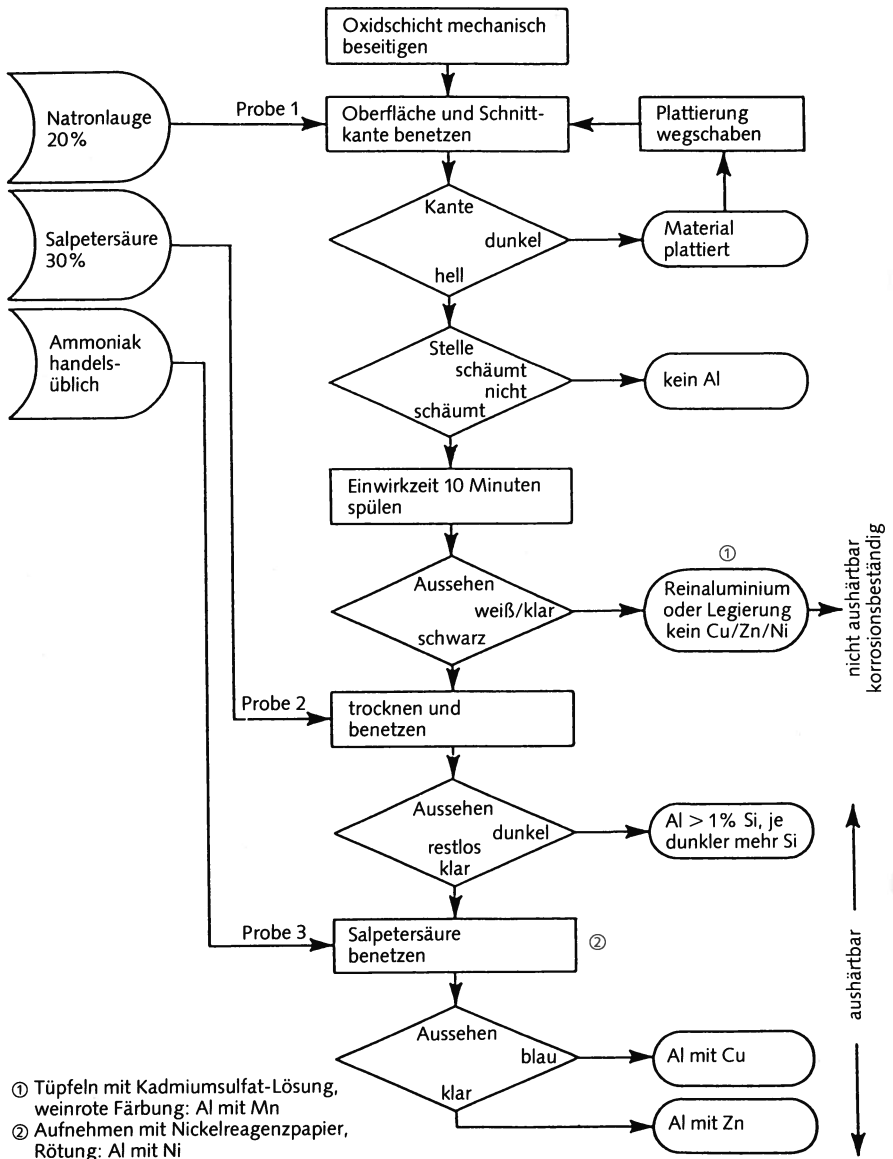
Bei Vorliegen von Cu- oder Zn-Gehalten werden in die Salpetersäure einige Tropfen Salmiakgeist gegeben. Beim Nachweis von Cu zeigt sich auf dem Säurebad anschließend ein bläulich-violetter Niederschlag. Bleibt der Säurespiegel metallblank, liegt Zn-Gehalt vor. Im ersteren Falle handelt es sich um den Aluminiumtyp AlCuMg, im letzteren Fall um AlZnMg.

NH₃-Probe

Bei Aluminiumblechen immer eine Schnittkante mit Natronlauge benetzen. Zeigt sich an der Schnittkante eine Dunkelbeizung und auf dem Blech eine Hellbeizung, ist der Werkstoff plattiert. Die Plattierschicht beträgt etwa 5% der Blechdicke. Sie muß vor der Durchführung der Tüpfelprobe mechanisch beseitigt werden.

Plattierte Bleche

Tafel 4: Materialerkennung-Tüpfelprobe



Technische Merkblätter

- A 1 Aluminium-Dachdeckung und -Wandbekleidung
- A 2 Aluminium-Dachdeckung – Doppelfalz- und Leistendach
- A 5 Reinigen von Aluminium im Bauwesen / A 5 Cleaning of Aluminium in the Building Industry
- A 6 Folien und dünne Bänder aus Aluminium als Funktionsträger für Dämmelemente und Dichtungsbahnen im Bauwesen
- A 7 Richtlinie für die Verlegung von Aluminium-Profiltafeln
- A 8 Aluminium-Wellprofile
- A 9 Verbindungen von Profiltafeln und dünnwandigen Bauteilen aus Aluminium
- A 11 Bemessung von Aluminium-Trapezprofilen und ihren Verbindungen. Berechnungsbeispiele

- B 1 Biegen von Aluminium-Halbzeug in der handwerklichen Praxis
- B 2 Spanen von Aluminium

- E 1 Aluminium in der Elektrotechnik und Elektronik

- K 5 Einfache Spannungsnachweise

- O 2 Chemische Oxidation, Chromatieren, Phosphatieren von Aluminium
- O 3 Beschichten von Aluminium
- O 4 Anodisch oxidiertes Aluminium
- O 5 Schleifen und Polieren von Aluminium
- O 6 Beizen und Entfetten von Aluminium
- O 8 Galvanische und chemische Überzüge

- V 1 Gasschmelzschweißen von Aluminium
- V 2 Lichtbogenschweißen von Aluminium
- V 4 Löten von Aluminium
- V 5 Nieten von Aluminium
- V 6 Kleben von Aluminium

- W 1 Der Werkstoff Aluminium / W 1 The Metal Aluminium
- W 2 Aluminium-Knetwerkstoffe
- W 3 Formguss von Aluminium-Werkstoffen
- W 7 Wärmebehandlung von Aluminiumlegierungen
- W17 Aluminiumschäume »Herstellung, Anwendung, Recycling«
- W18 Aluminium in der Verpackung »Herstellung, Anwendung, Recycling« /
W 18 Aluminium in the Packaging Industry »Manufacture , Use, Recycling«

Hinweis: Weitere Literatur rund um das Thema Aluminium finden Sie auf unserer Homepage unter www.aluinfo.de in der Rubrik „Shop“.



GESAMTVERBAND DER
ALUMINIUMINDUSTRIE e.V.

Am Bonneshof 5
40474 Düsseldorf

Postfach 10 54 63
40045 Düsseldorf

Tel.: 0211 - 47 96 - 279/285

Fax: 0211 - 47 96 - 410

information@aluinfo.de
www.aluinfo.de