

Luft- und Raumfahrt
**Wärmebehandlung von Gußstücken
aus Aluminium- und Magnesiumlegierungen**

DIN
65 582

Aerospace; heat treatment of aluminium- and magnesium-alloy castings

Aéronautique et espace; traitement thermique des produits moulés en alliages d'aluminium et de magnésium

In case of dispute the German wording shall be valid.

Diese Norm ist anerkannt durch das Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung und das Luftfahrt-Bundesamt.

This Standard is approved by the Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung and the Luftfahrt-Bundesamt.

Inhalt

Contents

	Seite		Page
1 Anwendungsbereich und Zweck	1	1 Field of application and scope	1
2 Allgemeines	2	2 General	2
3 Begriffe	2	3 Definitions	2
3.1 Anlieferungszustand	2	3.1 As-received condition	2
3.2 Wärmebehandlung	2	3.2 Heat treatment	2
4 Wärmebehandlungsanlagen	4	4 Heat treatment facilities	4
4.1 Wärmeübertragungsmittel	4	4.1 Heating media	4
4.2 Güteklassen der Wärmebehandlungsanlagen ...	4	4.2 Category classification of heat treatment facilities	4
4.3 Abschreckanlage	4	4.3 Quenching equipment	4
5 Durchführung der Wärmebehandlung	5	5 Heat-treating procedure	5
Tabelle 1. Bedeutung der Zustandsbezeichnungen	5	Table 1. Definition of temper designations	5
Tabelle 2. Temperaturen und Zeiten für die Wärmebehandlung von Gußstücken aus Aluminiumlegierungen	6	Table 2. Temperatures and times for heat treatment of aluminium-alloy castings	6
Tabelle 3. Sonderwärmebehandlungen für Gußstücke aus Aluminiumlegierungen	7	Table 3. Special heat treatment of aluminium-alloy castings	7
Tabelle 4. Temperaturen und Zeiten für die Wärmebehandlung von Gußstücken aus Magnesiumlegierungen	8	Table 4. Temperatures and times for heat treatment of magnesium-alloy castings	8
Zitierte Normen und andere Unterlagen	7	Quoted standards and further documents	7

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm ist für die Wärmebehandlung von Gußstücken aus Aluminium- und Magnesiumlegierungen nach dem Werkstoff-Handbuch der Deutschen Luftfahrt, Teil I, 2. Band, anzuwenden. Sie gibt Hinweise für die notwendigen Einrichtungen und deren Überwachung. Die vorkommenden Begriffe für die Wärmebehandlungen werden erläutert.

1 Field of application and scope

This Standard is applicable to the heat treatment of aluminium- and magnesium-alloy castings included in the German Aviation Materials Manual, Part I, Volume 2. It provides information on the required equipment and its surveillance. The terms relating to thermal treatments employed are defined.

Fortsetzung Seite 2 bis 8
(Continued on pages 2 to 8)

Normenstelle Luftfahrt (NL) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
Normenausschuß Maschinenbau (NAM) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, gestattet.

Die in dieser Norm angegebenen Wärmebehandlungsdaten ¹⁾ stellen im Regelfall die im betreffenden Werkstoff-Leistungsblatt geforderten Eigenschaften sicher. In besonderen Fällen (z. B. bei Stufenbehandlungen) kann eine Optimierung der Wärmebehandlungsbedingungen erforderlich sein.

Werden vom Gießer besondere Maßnahmen getroffen, die eine von dieser Norm abweichende Wärmebehandlung erforderlich machen, so sind diese zwischen Gießer und Besteller zu vereinbaren und die geänderten Wärmebehandlungsdaten im Abnahmeprüfzeugnis anzugeben.

Wiederholungen von Wärmebehandlungen und eventuelle Richtvorgänge beim Verbraucher können die Werkstoffeigenschaften ändern. In diesen Fällen sind die Forderungen des Werkstoff-Leistungsblattes nachzuweisen.

2 Allgemeines

Die Wärmebehandlung für die einzelnen Aluminium- und Magnesium-Gußwerkstoffe ist in Temperaturhöhe und Haltezeit unterschiedlich. Um die in den Tabellen 2 bis 4 angegebenen engen Temperaturbereiche einhalten zu können, muß die Eignung der Anlagen zur Wärmebehandlung nachgewiesen werden. Die bisher verwendeten Zustandszahlen .0 bis .9 für die Definition des Werkstoffzustandes werden in Anlehnung an die Wärmebehandlungsbezeichnungen der Aluminum Association (AA) in eine Buchstaben-Zahlenkombination geändert. Eine Gegenüberstellung und Beschreibung der neuen und bisher verwendeten Zustandszahlen enthält Tabelle 1.

3 Begriffe

3.1 Anlieferungszustand

Der Anlieferungszustand ist der Werkstoffzustand, in dem die Gußstücke an den Besteller/Weiterverarbeiter geliefert werden. Die Werkstoff-Kennzahl gibt den Werkstoff in seinem Wärmebehandlungszustand an.

3.2 Wärmebehandlung

Die Wärmebehandlung ist ein Verfahren, bei dem die Gußstücke zum Erzielen bestimmter Eigenschaften einer thermischen Behandlung im Luftumwälzofen unterzogen werden. Das Verfahren muß stets am ganzen Gußstück durchgeführt werden; eine teilweise Wärmebehandlung ist nicht zulässig.

Bei Weiterverarbeitung der Gußstücke angewendete Verfahren mit örtlicher Wärmebeeinflussung, z. B. Schweißen, werden in dieser Norm nicht behandelt.

¹⁾ Z. Z. sind diese Wärmebehandlungsdaten auch in den betreffenden Werkstoff-Leistungsblättern enthalten. Bei der Überarbeitung dieser Werkstoff-Leistungsblätter werden diese Daten gestrichen und durch einen Querverweis zu der vorliegenden Norm ersetzt.

The heat-treatment data ¹⁾ given in this Standard are sufficient in general to assure the properties required by the relevant material data sheet. In specific cases (e. g. step treatments) it may be necessary to optimize the heat-treatment conditions.

If the foundry takes provisions requiring a thermal treatment deviating from this Standard, this shall be agreed upon between the foundry and the customer, and the modified heat-treatment data shall be stated in the acceptance test certificate.

Reheat treatments and straightening operations, if any, performed by the user may alter the material properties. In such cases, conformance to the requirements of the material data sheet shall be demonstrated.

2 General

Heat treatment of the different aluminium and magnesium casting alloys varies with respect to temperature and holding time. To permit adherence to the narrow temperature ranges as specified in tables 2 to 4, the suitability of the heat treatment facilities shall be demonstrated. The temper numerals .0 to .9 formerly used for temper identification have been replaced by alphanumeric combinations based on the Aluminum Association (AA) temper designations. A cross-reference index and description of the new and former temper designations appear in table 1.

3 Definitions

3.1 As-received condition

The as-received condition is the material condition in which the castings are supplied to the customer/processor. The material identification number indicates the material and its temper.

3.2 Heat treatment

Heat treatment is a process in which the castings are subjected to a thermal treatment in an air-chamber furnace in order to confer certain properties. The process shall always be conducted on the whole of a casting; partial heat treatment is prohibited.

Methods used in further processing castings, involving heat effects in local areas, e. g. welding, are not dealt with in this Standard.

¹⁾ At present, these heat-treatment data are also included in the applicable material data sheets. Upon revision of the material data sheets, these data will be deleted and replaced by a reference to the present Standard.

3.2.1 Aushärten

Das Aushärten ist eine Wärmebehandlung an aushärtbaren Gußwerkstoffen und besteht aus dem Lösungsglühen mit anschließendem Abschrecken, Auslagern bei Raumtemperatur (RT) *) oder erhöhten Temperaturen.

3.2.1.1 Lösungsglühen und Abschrecken

Die für das Lösungsglühen und Abschrecken anzuwendenden Temperaturen und Zeiten sind in den Tabellen 2 und 4 festgelegt. Das Lösungsglühen findet bei einer Temperatur statt, die kurz unter der Schmelztemperatur der am niedrigsten schmelzenden Legierungsphase liegt, wobei die aushärtend wirkenden Legierungselemente im Mischkristall in Lösung gebracht werden. Durch schnelles Abschrecken bleiben diese Legierungselemente eine bestimmte Zeit in übersättigter Lösung. In diesem Zustand sind die Gußstücke, je nach Legierung, innerhalb einer Zeit von etwa 6 Stunden formbar. Diese Eigenschaft läßt sich durch Lagerung bei tiefen Temperaturen (z. B. - 15 °C) längere Zeit erhalten. Dieser Zeitraum wird zum Richten von Verzug durch die Wasserabschreckung genutzt.

3.2.1.2 Kaltauslagern

Das Kaltauslagern ist ein Lagern bei Raumtemperatur nach dem Lösungsglühen und Abschrecken, während dem die Festigkeitswerte ansteigen.

Der stabile Werkstoffzustand wird nach mindestens 72 Stunden auslagern bei RT erreicht und mit T4 bezeichnet.

3.2.1.3 Warmauslagern

Die für das Warmauslagern anzuwendenden Temperaturen und Zeiten sind in den Tabellen 2 und 4 festgelegt. Das Warmauslagern ist eine thermische Behandlung nach dem Lösungsglühen und Abschrecken. Einige Magnesiumlegierungen werden direkt aus dem Gußzustand warmausgelagert. Beim Warmauslagern steigt die Festigkeit bis zu einem Maximum an, bei gleichzeitigem Abfall der Dehnung. Bei höheren Temperaturen steigt die Festigkeit schneller an, die maximalen Festigkeitswerte liegen jedoch tiefer. Die angegebenen Temperaturen und Zeiten sind daher einzuhalten. Nach dem Warmauslagern erfolgt immer eine Abkühlung an Luft.

3.2.1.4 Entspannen

Die für das Entspannen anzuwendende Temperatur und Zeit ist in Tabelle 3 festgelegt. Das Entspannen von Gußstücken dient dem Abbau von Eigenspannungen. Beim Abkühlen von der Entspannungstemperatur ist eine niedrige Abkühlgeschwindigkeit (Ofenabkühlung) erforderlich.

*) Nach DIN 50 014 bezieht sich die Angabe "bei Raumtemperatur" auf einen Raum, in dem die Lufttemperatur in einem festgelegten Bereich liegt, ohne Berücksichtigung der relativen Luftfeuchte, des Luftdrucks und der Luftgeschwindigkeit.

Im allgemeinen gilt der Lufttemperaturbereich von 15 bis 35 °C. Wird ein engerer Lufttemperaturbereich gefordert, so ist der von 18 bis 28 °C zu verwenden.

3.2.1 Precipitation heat treatment

Thermal treatment of heat-treatable casting alloys consisting of solution heat treatment followed by quenching, ageing at room temperature (RT) *) or elevated temperatures.

3.2.1.1 Solution heat treatment and quenching

Temperatures and times applicable to solution heat treatment and quenching are given in tables 2 and 4. Solution heat treatment is performed at a temperature just below the melting temperature of the lowest melting-point alloy phase, allowing soluble alloying constituents to enter into solid solution. Rapid quenching allows the alloying constituents to be retained in super-saturated solution for a certain time. In this condition, the castings exhibit good formability within a period of approx. 6 hours, depending on the alloy employed. This property can be retained for a longer period by refrigerated storage (e. g. - 15 °C). This period may be used to remove distortion resulting from water quenching.

3.2.1.2 Natural ageing

Ageing at room temperature after solution heat treatment and quenching, resulting in an increase in strength values.

The stable temper, designated T4, is reached after ageing for not less than 72 hours at RT.

3.2.1.3 Artificial ageing

Temperatures and times applicable to artificial ageing are given in tables 2 and 4. Artificial ageing is a thermal treatment after solution heat treatment and quenching. Certain magnesium alloys are immediately subjected to artificial ageing in the as-cast condition. Artificial ageing increases strength to a maximum, with attendant loss in elongation. At higher temperatures, the strength increase is accomplished more rapidly, while the maximum strength values are lower. It is therefore essential to adhere to the specified temperatures and times. Artificial ageing is always followed by air cooling.

3.2.1.4 Stress relieving

Temperature and time applicable to stress relieving are given in table 3. Stress relieving of castings is intended to reduce residual stresses. A low cooling rate (furnace cooling) is required when cooling from stress-relieving temperature.

*) According to DIN 50 014, the expression "at room temperature" refers to an environment, the air temperature of which lies within a specified range, no consideration being given to relative humidity, atmospheric pressure or air speed.

In general, the air temperature extends from 15 to 35 °C. If a narrower air temperature range is required, then the range extending from 18 to 28 °C shall be applied.