

DIN EN 515

ICS 77.120.10; 77.150.01

EntwurfEinsprüche bis 2016-02-04
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 515:1993-12**Aluminium und Aluminiumlegierungen –
Halbzeug –
Bezeichnungen der Werkstoffzustände;
Deutsche und Englische Fassung prEN 515:2015**

Aluminium and aluminium alloys –
Wrought products –
Temper designations;
German and English version prEN 515:2015

Aluminium et alliages d'aluminium –
Produits corroyés –
Désignation des états métallurgiques;
Version allemande et anglaise prEN 515:2015

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-12-04 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an fnne@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Nichteisenmetalle (FNNE), 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 52 Seiten

DIN-Normenausschuss Nichteisenmetalle (FNNE)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 515:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 132 „Aluminium und Aluminiumlegierungen“ (Sekretariat: AFNOR, Frankreich) des Europäischen Komitees für Normung (CEN) erarbeitet.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 066-01-06 AA „Bänder, Bleche, Platten“ des DIN-Normenausschusses Nichteisenmetalle (FNNE) verantwortlich.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN 515 beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 515:1993-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) weitere Begriffe aufgenommen;
- b) bisherige Benennung „Zustand“ an DIN EN 12258-1 angepasst zu „Werkstoffzustand“;
- c) Teilweise Unterabschnitte, Tabelle 3 und Bild 2 aus ehem. Abschnitt 7 in neuen Anhang A aufgenommen;
- d) Tabelle 3 (ehem. Tabelle 4) überarbeitet;
- e) Abschnitt 8.4 überarbeitet,
- f) Berichtigung eingearbeitet, veröffentlicht in DIN-Anzeiger für techn. Regeln 12/96 – DIN-Mitt. 75. 1996: Tabelle 3, für Werkstoffzustand T832, Bedeutung berichtigt in:
„Lösungsgeglüht, um einen bestimmten Grad kontrolliert kaltumgeformt und warmausgelagert (gilt für gezogene Rohre aus Werkstoff 6063)“.

Aluminium und Aluminiumlegierungen — Halbzeug — Bezeichnungen der Werkstoffzustände

Aluminium et alliages d'aluminium — Produits corroyés — Désignation des états métallurgiques

Aluminium and aluminium alloys — Wrought products — Temper designations

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm

Dokument-Untertyp:

Dokument-Stage: CEN-Umfrage

Dokument-Sprache: D

STD Version 2.7g

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Grundlagen der Verschlüsselung	6
5 Bezeichnungen der Basiswerkstoffzustände	6
5.1 F — Herstellungszustand	6
5.2 O — Weichgeglüht	6
5.3 H — Kaltverfestigt	6
5.4 W — Lösungsgeglüht	6
5.5 T — Wärmebehandelt auf andere stabile Werkstoffzustände als F, O oder H (nur für aushärtbare Legierungen)	7
6 Unterteilungen der Werkstoffzustandsbezeichnungen O (weichgeglüht)	7
6.1 01 — Bei hoher Temperatur geglüht und langsam abgekühlt	7
6.2 02 — Thermomechanisch behandelt	7
6.3 03 — Homogenisiert	7
7 Unterteilungen der Werkstoffzustandsbezeichnungen H (kaltverfestigt)	7
7.1 Erste Ziffer nach dem H	7
7.2 Zweite Ziffer nach dem H	8
7.3 Dritte Ziffer nach dem H	9
7.4 Andere Ziffern nach dem H	10
8 Unterteilungen der Werkstoffzustandsbezeichnungen T (wärmebehandelt auf andere Werkstoffzustände als F, O oder H)	10
8.1 Erste Ziffer nach dem T	10
8.2 Zusätzliche Ziffern, die den Bezeichnungen T1 bis T10 hinzugefügt werden	12
8.3 Vergebene zusätzliche Ziffern für spannungsarme T-Werkstoffzustände	13
8.3.1 Spannungsarmer Werkstoffzustand durch Recken	13
8.3.2 Spannungsarmer Werkstoffzustand durch Stauchen	13
8.3.3 Spannungsarmer Werkstoffzustand durch kombiniertes Recken und Stauchen	13
8.3.4 Vergebene zusätzlich Ziffern für spannungsarme Werkstoffzustände W	13
8.4 Vergebene zusätzlich Ziffern für Varianten der Werkstoffzustände T7	14
8.5 Darstellung des Ansprechens auf eine Wärmebehandlung	14
8.5.1 Bezeichnungen der Werkstoffzustände für Hersteller/Lieferant — Labornachweis des Ansprechens auf eine Wärmebehandlung	14
8.5.2 Bezeichnungen der Werkstoffzustände für Hersteller/Lieferant — Nachweis des Ansprechens auf Werkstoffzustandskonversion	15
8.5.3 Bezeichnungen der Werkstoffzustände für die Wärmebehandlung durch den Käufer/Verbraucher	15
9 Zusammenfassung	15
Anhang A (informativ) Empfehlungen für zusätzliche Erweiterungen der Werkstoffzustände T	23
A.1 Zahl 1 als zweite Ziffer nach dem T	23
A.2 Zahlen 1 und 3 bis 9 als zweite Ziffer nach T3, T8 oder T9	23
A.3 Zahlen 1 und 3 bis 5 als zweite Ziffer nach T5 oder T6	23
A.4 Zahl 6 als zweite Ziffer nach T5 oder T6	23
A.5 Zusammenfassung der möglichen Anwendungen der zweiten Ziffer nach dem T	23
Literaturhinweise	25

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 515:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 132 „Aluminium und Aluminiumlegierungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 515:1993 ersetzen.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die Bezeichnungen der Werkstoffzustände für alle Formen von Halbzeug (Knetzeugnisse) aus Aluminium und Aluminium-Knetlegierungen sowie für kontinuierlich gegossene Vormaterialien und Bänder (Gießdraht und Gießbänder) aus Aluminium und Aluminiumlegierungen fest.

ANMERKUNG Einige dieser Bezeichnungen der Werkstoffzustände können Gegenstand eines Patenten oder von Patentanwendungen sein und ihre Auflistung in dieser Norm bedeutet jedoch keinesfalls, dass dadurch eine Lizenzübertragung unter diesem Patentrecht erfolgt.

Zusätzliche Bezeichnungen der Werkstoffzustände nach dieser Norm dürfen unter folgenden Voraussetzungen in CEN/TC 132 und AECMA/5 genormt werden:

- der Werkstoffzustand wird von mehr als einem Verbraucher angewendet bzw. steht zur Anwendung zur Verfügung;
- die Grenzwerte der mechanischen Eigenschaften sind festgelegt;
- die Eigenschaften des Werkstoffzustandes unterscheiden sich deutlich von denjenigen aller anderen Werkstoffzustände, deren Grundbehandlungen in gleicher Reihenfolge ablaufen, und für die Bezeichnungen bereits für die gleiche Legierung und das gleiche Erzeugnis vergeben wurden;
- folgende Punkte werden auch festgelegt, sofern andere Merkmale als die mechanischen Eigenschaften als wesentlich angesehen werden:
 - Prüfverfahren und Grenzwerte dieser Eigenschaften, oder
 - die spezifischen Verfahren zur Erzielung des Werkstoffzustands.

2 Normative Verweisungen

Nicht anwendbar.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1 Werkstoffzustand

Zustand eines Metalls, der durch mechanische Behandlung und/oder Wärmebehandlung erreicht wird und im Allgemeinen durch ein bestimmtes Gefüge und festgelegte Eigenschaften gekennzeichnet ist

[QUELLE: EN 12258-1]

3.2 Warmumformung

Formung eines festen Metalls nach Vorwärmen

Anmerkung 1 zum Begriff: Während der Warmumformung kann eine Verformungsverfestigung entstehen.

[QUELLE: EN 12258-1]

3.3

Kaltumformung

Formung eines festen Metalls ohne Vorwärmen

[QUELLE: EN 12258-1]

Anmerkung 1 zum Begriff: Plastische Umformbarkeit bei derartigen Temperaturen und Umformgeschwindigkeit, sodass Kaltverfestigung entsteht.

3.4

Kaltverfestigung

Änderung der Struktur des Metalls durch Kaltumformung, die zu einer Erhöhung der Festigkeit und Härte und zu einem Verlust an Duktilität führt

3.5

Lösungsglühen

Erhitzen einer Legierung auf eine geeignete Temperatur und Halten dieser Temperatur über eine ausreichende Dauer um zu ermöglichen, dass lösliche Legierungszusätze in Lösung gehen, wobei dieser übersättigte Zustand nach dem Abschrecken erhalten bleibt

[QUELLE: EN 12258-1]

3.6

Auslagerung

Behandlung eines Metalls mit dem Ziel, seine Eigenschaften durch Ausscheidung intermetallischer Phasen aus der übersättigten festen Lösung zu ändern

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Auslagerung kann bei Raumtemperatur (Kaltauslagerung) oder durch eine Wärmebehandlung durchgeführt werden (Warmauslagerung).

Anmerkung 2 zum Begriff: In Nordamerika wird zur Bezeichnung dieses Begriffs die Benennung „aging“ angewendet.

[QUELLE: EN 12258-1]

3.7

Glühen

Wärmebehandlung zur Entfestigung des Metalls durch Verringerung oder Beseitigung der Kaltverfestigung und/oder durch Vergrößerung von Ausscheidungen aus der festen Lösung

[QUELLE: EN 12258-1]

3.8

aushärtbare Legierung

Legierung, die durch entsprechende Wärmebehandlung verfestigt werden kann

3.9

nichtaushärtbare Legierung

Legierung, die durch eine Wärmebehandlung nicht wesentlich verfestigt werden kann

3.10

spannungsarm Recken

Wärmebehandlung oder Behandlung durch mechanische Verfahren, um die sich aus der Kaltumformung oder Wärmebehandlung ergebenden Spannungen zu verringern

4 Grundlagen der Verschlüsselung

4.1 Die Bezeichnungen der Werkstoffzustände basieren auf der Reihenfolge der Grundbehandlungen, die zur Erzielung der verschiedenen Werkstoffzustände eingesetzt werden. Die Grenzwerte der (mechanischen oder physikalischen) Eigenschaften gelten für die individuellen Kombinationen „Legierung — Werkstoffzustand — Erzeugnis“.

4.2 Die Bezeichnung des Werkstoffzustands steht hinter der Legierungsbezeichnung; sie wird durch einen Bindestrich getrennt.

4.3 Die Bezeichnungen der Basiswerkstoffzustände bestehen aus Buchstaben. Sind Unterteilungen dieser Basiswerkstoffzustände gefordert, werden diese durch eine oder mehrere Ziffern gekennzeichnet, die dem Buchstaben für den Basiswerkstoffzustand folgen. Diese Ziffern beziehen sich auf eine spezifische Reihenfolge der Grundbehandlungen, es werden jedoch nur diejenigen Behandlungen oder Arbeitsgänge angegeben, die nachweislich die Erzeugnismerkmale wesentlich beeinflussen.

Sollte bei der gleichen Legierung eine weitere Variante mit gleicher Reihenfolge der Basisarbeitsgänge angewendet werden, die andere Eigenschaften zur Folge hat, wird die Bezeichnung durch zusätzliche Ziffern ergänzt.

5 Bezeichnungen der Basiswerkstoffzustände

5.1 F — Herstellungszustand

Diese Bezeichnung gilt für Erzeugnisse aus Umformverfahren, bei denen keine spezielle Kontrolle der thermischen Bedingungen oder der Kaltverfestigung angewendet wird. Für diesen Werkstoffzustand sind keine Grenzwerte der mechanischen Eigenschaften festgelegt.

5.2 O — Weichgeglüht

Diese Bezeichnung gilt für Erzeugnisse, die zur Erzielung eines Werkstoffzustandes mit möglichst geringer Festigkeit gegläht werden. Dem O darf nur eine andere Ziffer als die Null folgen¹⁾.

5.3 H — Kaltverfestigt

Diese Bezeichnung gilt für Erzeugnisse, die zur Sicherstellung der festgelegten mechanischen Eigenschaften nach dem Weichglühen (oder nach dem Warmumformen) einer Kaltumformung oder einer Kombination aus Kaltumformung und Teilentfestigung oder Stabilisierungsglühen unterzogen werden. An den Buchstaben H schließen sich immer mindestens zwei Ziffern an, die erste zur Kennzeichnung der spezifischen Kombination der Basisarbeitsgänge und die zweite zur Kennzeichnung des Grades der Kaltverfestigung. Eine dritte Ziffer kennzeichnet die Variante eines Werkstoffzustand es mit zwei Ziffern und sie wird angewendet, wenn die mechanischen Eigenschaften oder andere Merkmale sich von dem (denen) für die Werkstoffzustandsbezeichnung H mit zwei Ziffern, an die diese dritte Ziffer angefügt wird, unterscheiden.

5.4 W — Lösungsgeglüht

Diese Bezeichnung kennzeichnet einen instabilen Werkstoffzustand. Sie gilt nur für Legierungen, die nach dem Lösungsglühen spontan bei Raumtemperatur aushärten. Diese Bezeichnung ist nur dann eindeutig, wenn die Zeitspanne des Kaltauslagerns angegeben ist, z. B. W ½ h.

¹⁾ Erzeugnisse, die nach Warmumformverfahren die für den weichgeglühten Werkstoffzustand geforderten Eigenschaften aufweisen, dürfen mit Werkstoffzustand O bezeichnet werden.

5.5 T — Wärmebehandelt auf andere stabile Werkstoffzustände als F, O oder H (nur für aushärtbare Legierungen)

Diese Bezeichnung gilt für Erzeugnisse, die zur Erzielung stabiler Werkstoffzustände mit oder ohne zusätzliche Kaltverfestigung wärmebehandelt werden. An das T schließen sich immer eine oder mehrere Ziffern an, die die spezifische Reihenfolge der Behandlungen kennzeichnen.

6 Unterteilungen der Werkstoffzustandsbezeichnungen O (weichgeglüht)

6.1 01 — Bei hoher Temperatur geglüht und langsam abgekühlt²⁾

Diese Bezeichnung gilt für Halbzeug, das annähernd bei Lösungsglüh-temperatur und –zeit wärmebehandelt und langsam auf Raumtemperatur abgekühlt wird, um das Ansprechverhalten auf Ultraschall zu präzisieren und/oder Maßstabilität zu vermitteln. Sie gilt für Erzeugnisse, die vor dem Lösungsglühen beim Verbraucher spanend bearbeitet werden müssen. Grenzwerte für mechanische Eigenschaften sind nicht festgelegt.

6.2 02 — Thermomechanisch behandelt

Diese Bezeichnung gilt für Halbzeug, das einer speziellen thermomechanischen Behandlung unterzogen wird. Sie gilt für Erzeugnisse, die vor dem Lösungsglühen beim Verbraucher superplastisch geformt werden müssen.

6.3 03 — Homogenisiert

Diese Bezeichnung gilt für kontinuierlich gegossenen Vormaterialien und Bänder (Gießdraht und Gießbänder), die einer Durchwärmebehandlung bei hoher Temperatur unterzogen werden, um Seigerungen zu beseitigen oder zu reduzieren und somit die Formbarkeit und/oder das Ansprechen auf Lösungsglühen zu verbessern.

7 Unterteilungen der Werkstoffzustandsbezeichnungen H (kaltverfestigt)

Die folgenden Unterteilungen werden entsprechend den in 3.3 beschriebenen Basisarbeitsgängen und dem endgültigen Grad der Kaltverfestigung vorgenommen:

7.1 Erste Ziffer nach dem H

Die erste Ziffer nach dem Buchstaben H kennzeichnet die spezifische Kombination der Basisarbeitsgänge wie folgt:

— **H1x** nur kaltgefestigt

Diese Bezeichnungen gelten für Erzeugnisse, die zur Erzielung der gewünschten Festigkeit ohne zusätzliche Wärmebehandlung kaltverfestigt werden.

— **H2x** kaltverfestigt und teilentfestigt (rückgeglüht)

Diese Bezeichnungen gelten für Erzeugnisse, die über die gewünschte Endfestigkeit hinaus kaltverfestigt und dann durch Teilentfestigung (Rückglühen) auf den gewünschten endgültigen Grad der Festigkeit reduziert werden. Bei Legierungen, die sich durch Lagerung bei Raumtemperatur entfestigen, weisen die H2x-Werkstoffzustände die gleiche Mindestzugfestigkeit wie die entsprechenden H3x-Werkstoffzustände auf. Bei den anderen Legierungen weisen die H2x-Werkstoffzustände die gleiche Mindestzugfestigkeit wie die entsprechenden H1x-Werkstoffzustände sowie eine geringfügig höhere Dehnung auf.

²⁾ Früher bezeichnet als T41.

- **H3x** kaltverfestigt und stabilisiert

Diese Bezeichnungen gelten für kaltverfestigte Erzeugnisse, deren mechanische Eigenschaften durch eine Wärmebehandlung bei niedriger Temperatur oder durch eine während der Fertigung vorgenommene Erwärmung stabilisiert werden. Stabilisierungsglügen verbessert im Allgemeinen die Duktilität. Diese Bezeichnung gilt nur für diejenigen Legierungen, die sich ohne Stabilisierungsglügen bei Raumtemperatur allmählich entfestigen.

- **H4x** kaltverfestigt und lackiert oder beschichtet

Diese Bezeichnungen gelten für kaltverfestigte Erzeugnisse, die einer teilweisen Teilentfestigung während der thermischen Aushärtung ausgesetzt sind, die dem Beschichten oder Lackieren folgt.

7.2 Zweite Ziffer nach dem H

Die zweite Ziffer nach dem Buchstaben H gibt den endgültigen Grad der Kaltverfestigung an, der durch den Mindestwert der Zugfestigkeit gekennzeichnet ist.

- Die Zahl 8 wurde den härtesten Werkstoffzuständen, die üblicherweise hergestellt werden, zugeordnet. Die Mindestzugfestigkeit der Werkstoffzustände Hx8 darf aus Tabelle 1 bestimmt werden und basiert auf der Mindestzugfestigkeit der Legierung im weichgeglühten Werkstoffzustand.
- Werkstoffzustände zwischen 0 (weichgeglüht) und Hx8 werden mit den Zahlen 1 bis 7 bezeichnet.
 - Die Zahl 2 bezeichnet Werkstoffzustände, deren Zugfestigkeit etwa in der Mitte zwischen der des Werkstoffzustandes 0 und der des Werkstoffzustandes Hx4 liegt.
 - Die Zahl 4 bezeichnet Werkstoffzustände, deren Zugfestigkeit etwa in der Mitte zwischen der des Werkstoffzustandes 0 und der des Werkstoffzustandes Hx8 liegt.
 - Die Zahl 6 bezeichnet Werkstoffzustände, deren Zugfestigkeit etwa in der Mitte zwischen der des Werkstoffzustandes Hx4 und der des Werkstoffzustandes Hx8 liegt.
 - Die Zahlen 1, 3, 5 und 7 bezeichnen jeweils Zwischenzustände der oben genannten Werkstoffzustände.
- Die Zahl 9 bezeichnet Werkstoffzustände, deren Zugfestigkeit die des Werkstoffzustandes Hx8 um 10 MPa oder mehr überschreitet.
- Die nach der vorstehenden Darstellung ermittelte Zugfestigkeit von Zwischenzuständen muss, sofern sie nicht auf 0 oder 5 endet, auf 0 oder 5 aufgerundet werden.

Tabelle 1 — Bestimmung der Mindestzugfestigkeit des Werkstoffzustandes Hx8

Mindestzugfestigkeit im weichgeglühten Werkstoffzustand	Erhöhung der Zugfestigkeit auf den Werkstoffzustand Hx8
MPa	MPa
bis 40	55
45 bis 60	65
65 bis 80	75
85 bis 100	85
105 bis 120	90
125 bis 160	95
165 bis 200	100
205 bis 240	105
245 bis 280	110
285 bis 320	115
325 und höher	120

7.3 Dritte Ziffer nach dem H

Die gegebenenfalls angewendete dritte Ziffer kennzeichnet eine Variante eines Werkstoffzustandes mit zwei Ziffern. Sie wird angewendet, wenn der Grad der Kontrolle des Werkstoffzustandes oder die mechanischen Eigenschaften oder beides sich von dem (oder denen) für die Werkstoffzustandsbezeichnung H mit zwei Ziffern, an die diese dritte Ziffer angefügt wird, unterscheiden, aber nur geringfügig, oder wenn ein bestimmtes anderes Merkmal deutlich beeinflusst wird.

Folgende dreistellige Werkstoffzustandsbezeichnungen H wurden vergeben:

- **Hx11:** Gilt für Erzeugnisse, die nach dem Fertigglühen soweit kaltverfestigt werden, dass sie nicht mehr als weichgeglüht eingestuft werden können, jedoch nicht so stark oder so gleichmäßig kaltverfestigt sind, um sie als Hx1 einzustufen.
- **H112:** Gilt für Erzeugnisse, die durch Warmumformung oder eine geringfügige Kaltumformung eine bestimmte Kaltverfestigung erlangen können und für die Grenzwerte der mechanischen Eigenschaften vorliegen.
- **H116:** Gilt für Erzeugnisse aus Legierungen der Reihe 5xxx, bei denen der Magnesiumanteil $\geq 3\%$ ist. Diese Erzeugnisse werden im letzten Arbeitsgang kaltverfestigt, um Grenzwerte der stabilen Zugfestigkeitseigenschaft (Zug-Dehnungsverhalten) festzulegen und um den spezifizierten Werten der Korrosionsbeständigkeit in der beschleunigten Korrosionsprüfung zu entsprechen. Die Korrosionsprüfungen umfassen die Prüfung der interkristallinen Korrosion und der Schichtkorrosion. Dieser Werkstoffzustand ist für den kontinuierlichen Einsatz bei Temperaturen nicht höher als 65 °C geeignet.
- **H321:** Gilt für Erzeugnisse aus Legierungen der Reihe 5xxx, bei denen der Magnesiumanteil $\geq 3\%$ ist. Diese Erzeugnisse werden im letzten Arbeitsgang thermisch stabilisiert, um Grenzwerte der stabilen Zugfestigkeitseigenschaft (Zug-Dehnungsverhalten) festzulegen und um den spezifizierten Werten der Korrosionsbeständigkeit in der beschleunigten Korrosionsprüfung zu entsprechen. Die Korrosionsprüfungen umfassen die Prüfung der interkristallinen Korrosion und der Schichtkorrosion. Dieser Werkstoffzustand ist für den kontinuierlichen Einsatz bei Temperaturen nicht höher als 65 °C geeignet.

- **H1x8:** Gilt für Erzeugnisse aus Legierungen der Reihe 5xxx, bei denen der Magnesiumanteil $\geq 3\%$ ist. Diese Erzeugnisse werden im letzten Arbeitsgang kaltverfestigt, um Grenzwerte der stabilen Zugfestigkeitseigenschaft (Zug-Dehnungsverhalten) festzulegen und um nach einer Wärmebehandlung, die für den Nachweis des verbesserten Korrosionsschutzes bei Umgebungsbedingungen vorgesehen ist, den spezifizierten Werten der Korrosionsbeständigkeit in den beschleunigten Korrosionsprüfungen zu entsprechen. Dieser Werkstoffzustand ist für den kontinuierlichen Einsatz bei Temperaturen nicht höher als $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ geeignet. Die Korrosionsprüfungen umfassen die Prüfung der interkristallinen Korrosion und der Schichtkorrosion.
- **H131:** Gilt für Erzeugnisse aus Legierungen der Reihe 5xxx, bei denen der Magnesiumanteil $\geq 3\%$ ist. Diese Erzeugnisse sind speziell für ballistische Anwendungen freigegeben.
- **H136:** Gilt für Erzeugnisse aus Legierungen der Reihe 5xxx, bei denen der Magnesiumanteil $\geq 3\%$ ist. Diese Erzeugnisse sind speziell für ballistische Anwendungen freigegeben.
- **Hxx4:** Gilt für dessinierter oder geprägte Bleche und Bänder, die aus dem entsprechenden Werkstoffzustand Hxx hergestellt sind. Die mechanischen Eigenschaften des angegebenen Werkstoffzustandes dürfen von denen des ursprünglichen Werkstoffzustandes abweichen (nach dem Prägen oder Gravieren). H114 gilt für Erzeugnisse, die aus den Werkstoffzuständen O, Hx1, H111 oder H121 hergestellt sind.

BEISPIEL Ein aus einem Werkstoffzustand H42 geprägtes Blech wird mit H424 bezeichnet.
- **Hxx5:** Gilt für geschweißte Rohre. Je nach Legierung und Form der Rohre dürfen die Grenzwerte der mechanischen Eigenschaften von denen für Bänder aus dem entsprechenden Werkstoffzustand Hxx abweichen.

7.4 Andere Ziffern nach dem H

Falls erforderlich, dürfen andere oder zusätzliche Ziffern zur Kennzeichnung weiterer Varianten innerhalb einer Untergruppe des Basiswerkstoffzustandes H angewendet werden. Je nach Bedarf werden solche Zusatzkennzeichnungen für spezifische Legierungen vergeben.

8 Unterteilungen der Werkstoffzustandsbezeichnungen T (wärmebehandelt auf andere Werkstoffzustände als F, O oder H)

8.1 Erste Ziffer nach dem T

Die erste Ziffer nach dem Buchstaben T dient der Kennzeichnung der spezifischen Reihenfolge der Grundbehandlungen. Die Zahlen 1 bis 10 wurden wie folgt vergeben³⁾:

- **T1:** Abgekühlt von der erhöhten Temperatur eines Umformverfahrens und kaltausgelagert auf einen weitgehend stabilen Werkstoffzustand.

Diese Bezeichnung gilt für Erzeugnisse, die nach dem Abkühlen von der erhöhten Temperatur eines Umformverfahrens nicht kaltumgeformt werden, oder bei denen sich der durch Richten (Verbesserung der Ebenheit/Geradheit oder der Form- und Maßabweichungen) bedingte Kaltumformungseffekt nicht auf die Grenzwerte der mechanischen Eigenschaften auswirken darf.

- **T2:** Abgekühlt von der erhöhten Temperatur eines Umformverfahrens, kaltumgeformt und kaltausgelagert auf einen weitgehend stabilen Werkstoffzustand.

³⁾ Zwischen oder nach den für T-Werkstoffzustände angegebenen Arbeitsgängen kann eine Zeitspanne der Kaltauslagerung bei Raumtemperatur liegen. Wenn es metallurgisch von Bedeutung ist, wird diese Zeitspanne kontrolliert.

Diese Bezeichnung gilt für Erzeugnisse, die nach dem Lösungsglühen zur Verbesserung der Festigkeit kaltumgeformt werden, oder bei denen sich der durch Richten (Verbesserung der Ebenheit/Geradheit oder der Form- und Maßabweichungen) bedingte Kaltumformungseffekt auf die Grenzwerte der mechanischen Eigenschaften auswirkt.

— **T3:** Lösungsgeglüht⁴⁾, kaltumgeformt und kaltausgelagert auf einen stabilen Werkstoffzustand.

Diese Bezeichnung gilt für Erzeugnisse, die nach dem Lösungsglühen zur Verbesserung der Festigkeit kaltumgeformt werden, oder bei denen sich der durch Richten (Verbesserung der Ebenheit/Geradheit oder der Form- und Maßabweichungen) bedingte Kaltumformungseffekt auf die Grenzwerte der mechanischen Eigenschaften auswirkt.

— **T4:** Lösungsgeglüht⁴⁾ und kaltausgelagert auf einen weitgehend stabilen Werkstoffzustand.

Diese Bezeichnung gilt für Erzeugnisse, die nach dem Lösungsglühen nicht kaltumgeformt werden, oder bei denen sich der durch Richten (Verbesserung der Ebenheit/Geradheit oder der Form- und Maßabweichungen) bedingte Kaltumformungseffekt nicht auf die Grenzwerte der mechanischen Eigenschaften auswirkt.

— **T5:** Abgekühlt von der erhöhten Temperatur eines Umformverfahrens und warmausgelagert.

Diese Bezeichnung gilt für Erzeugnisse, die nach dem Abkühlen von der erhöhten Temperatur eines Umformverfahrens nicht kaltumgeformt werden, oder bei denen sich der durch Richten (Verbesserung der Ebenheit/Geradheit oder der Form- und Maßabweichungen) bedingte Kaltumformungseffekt nicht auf die Grenzwerte der mechanischen Eigenschaften auswirken darf.

— **T6:** Lösungsgeglüht⁴⁾ und warmausgelagert.

Diese Bezeichnung gilt für Erzeugnisse, die nach dem Lösungsglühen nicht kaltumgeformt werden, oder bei denen sich der durch Richten (Verbesserung der Ebenheit/Geradheit oder der Form- und Maßabweichungen) bedingte Kaltumformungseffekt nicht auf die Grenzwerte der mechanischen Eigenschaften auswirken darf.

— **T7:** Lösungsgeglüht⁴⁾ und überhärtet/stabilisiert.

Diese Bezeichnung gilt für Erzeugnisse, die nach dem Lösungsglühen warmausgelagert werden, und zwar über den Punkt der maximalen Festigkeit hinaus, um bestimmte wesentliche Merkmale, die nicht zu den mechanischen Eigenschaften zählen, zu kontrollieren⁵⁾.

— **T8:** Lösungsgeglüht⁴⁾, kaltumgeformt und warmausgelagert.

4) Einige Legierungen der Reihe 6000 oder 7000 erreichen die gleichen festgelegten mechanischen Eigenschaften, ob sie nun im Ofen lösungsgeglüht oder abgekühlt von der erhöhten Temperatur eines Umformverfahrens mit einer Abkühlgeschwindigkeit abgekühlt werden, die schnell genug ist, um die Bestandteile in der übersättigten Lösung zu halten. In diesen Fällen, sofern durch Werkstoffspezifikationen zulässig oder vom Käufer zugelassen, werden die Werkstoffzustandsbezeichnungen T3, T4, T6, T7, T8 und T9 gleichwertig für beide Verfahren angewendet, und sind unter der Voraussetzung geeignete Bezeichnungen, dass das Verfahren überwacht wird, um sicherzustellen, dass das Erzeugnis spezifische mechanische Eigenschaften erfordert, und falls festgelegt, jegliche andere Eigenschaften (z. B. Beständigkeit gegen Korrosion).

5) Das Prüfverfahren und der Grenzwert zur Beurteilung des Werkstoffes in Bezug auf diese Merkmale werden bei Definition des Werkstoffzustandes festgelegt.

Diese Bezeichnung gilt für Erzeugnisse, die zur Verbesserung der Festigkeit kaltumgeformt werden, oder bei denen sich der durch Richten (Verbesserung der Ebenheit/Geradheit oder der Form- und Maßabweichungen) bedingte Kaltumformungseffekt auf die Grenzwerte der mechanischen Eigenschaften auswirkt.

— **T9**: Lösungsgeglüht⁴⁾, warmausgelagert und kaltumgeformt.

Diese Bezeichnung gilt für Erzeugnisse, die zur Verbesserung der Festigkeit kaltumgeformt werden.

— **T10**: Abgekühlt von der erhöhten Temperatur eines Umformverfahrens, kaltumgeformt und warmausgelagert.

Diese Bezeichnung gilt für Erzeugnisse, die nach dem Abkühlen von einer erhöhten Temperatur der Warmumformung kaltumgeformt werden, oder bei denen sich der durch Richten (Verbesserung der Ebenheit/Geradheit oder der Form- und Maßabweichungen) bedingte Kaltumformungseffekt auf die Grenzwerte der mechanischen Eigenschaften auswirkt.

Tabelle 2 gibt eine Zusammenfassung der vorstehend festgelegten Definitionen.

Tabelle 2 — Zusammenfassung von Verfahren zum Erreichen des Werkstoffzustandes T

Auslagerung	Kalt umgeformt	Abgekühlt von der erhöhten Temperatur eines Umformverfahrens	Im Ofen lösungsgeglüht ^a
kalt	Nein	T1	T4
	Ja	T2	T3
warm	Nein	T5	T6, T7
	Ja — vor dem Auslagern	T10	T8
	Ja — nach dem Auslagern	—	T9

^a Siehe Fußnote zu Text 4 auf Seite 10.

8.2 Zusätzliche Ziffern, die den Bezeichnungen T1 bis T10 hinzugefügt werden

Zusätzliche Ziffern, deren erste nicht 0 sein darf, dürfen den Bezeichnungen T1 bis T10 hinzugefügt werden, um eine Behandlungsvariante zu kennzeichnen, die die Merkmale des Erzeugnisses in Bezug auf die Grundbehandlung signifikant verändert. Diese Ziffern dürfen auf einen oder mehrere der folgenden Aspekte bezogen werden:

- Lösungsglühen und/oder Aushärten mit anschließendem Auslagern (Ausscheidungswärmebehandlung);
- Grad der Kaltumformung nach dem Lösungsglühen;
- Arbeitsgang des spannungsarmen Reckens.

Diese zusätzlichen Ziffern dürfen nach Abschnitt 1 und nach 8.3 und 8.4 genormt und vergeben werden.

Behandlungsvarianten, die die Merkmale des Erzeugnisses nicht verändern, werden als alternative Behandlungen angesehen, für die keine zusätzlichen Ziffern vergeben werden.

8.3 Vergebene zusätzliche Ziffern für spannungsarme T-Werkstoffzustände

8.3.1 Spannungsarmer Werkstoffzustand durch Recken

- **Tx51** oder **Txx51** gelten für Platten, Bleche und gewalzte oder kalt nachverformte Stangen, Freiformschmiedestücke oder geschmiedete und gewalzte Ringe, die nach dem Lösungsglühen oder dem Abkühlen von der erhöhten Temperatur eines Umformverfahrens um einen bestimmten Grad gereckt werden. Die Erzeugnisse werden nach dem Recken nicht nachgerichtet.
 - Platten: 1,5 % bis 3 % bleibende Dehnung;
 - Bleche: 0,5 % bis 3 % bleibende Dehnung;
 - gewalzte oder kalt nachverformte Stangen: 1 % bis 3 % bleibende Dehnung;
 - Freiformschmiedestücke oder geschmiedete oder gewalzte Ringe: 1 % bis 5 % bleibende Dehnung.
- **Tx510** oder **Txx510** gelten für stranggepresste Stangen, Profile und Rohre sowie für gezogene Rohre, die nach dem Lösungsglühen oder dem Abkühlen von der erhöhten Temperatur eines Umformverfahrens um einen bestimmten Grad gereckt werden. Die Erzeugnisse werden nach dem Recken nicht nachgerichtet.
 - stranggepresste Stangen, Profile und Rohre: 1 % bis 3 % bleibende Dehnung;
 - gezogene Rohre: 0,5 % bis 3 % bleibende Dehnung.
- **Tx511** oder **Txx511** gelten für stranggepresste Stangen, Profile und Rohre sowie für gezogene Rohre, die nach dem Lösungsglühen oder dem Abkühlen von der erhöhten Temperatur eines Umformverfahrens um einen bestimmten Grad gereckt werden. Diese Erzeugnisse dürfen zur Einhaltung der genormten Grenzabmaße anschließend geringfügig nachgerichtet werden.
 - stranggepresste Stangen, Profile und Rohre: 1 % bis 3 % bleibende Dehnung;
 - gezogene Rohre: 0,5 % bis 3 % bleibende Dehnung.

8.3.2 Spannungsarmer Werkstoffzustand durch Stauchen

- **Tx52** oder **Txx52** gelten für Erzeugnisse, die nach dem Lösungsglühen oder Abkühlen von der erhöhten Temperatur eines Umformverfahrens durch Stauchen mit 1 % bis 5 % bleibender Dehnung spannungsarm werden.

8.3.3 Spannungsarmer Werkstoffzustand durch kombiniertes Recken und Stauchen

- **Tx54** oder **Txx54** gelten für Gesenkschmiedestücke, die im Fertiggesenk durch Kaltnachrichten spannungsarm werden.

8.3.4 Vergebene zusätzlich Ziffern für spannungsarme Werkstoffzustände W

Zur Kennzeichnung instabiler lösungsgeglühter und spannungsarmer Werkstoffzustände dürfen die gleichen Ziffern, die in 8.3.1, 8.3.2 und 8.3.3 festgelegt sind, auch der Bezeichnung W hinzugefügt werden (beispielsweise: W51, W510, W511, W52, W54).

8.4 Vergebene zusätzlich Ziffern für Varianten der Werkstoffzustände T7

Diese Bezeichnungen gelten für Erzeugnisse, die zu folgenden Zwecken überhärtet (warmausgelagert) werden:

- Verbesserung einer Eigenschaft, wie z. B. Beständigkeit gegen Spannungsrisskorrosion, Bruchzähigkeit, Beständigkeit gegen Schichtkorrosion;
- oder zur Erzielung eines guten Kompromisses zwischen den vorstehend genannten Eigenschaften und der Zugfestigkeit.

Es wird empfohlen, dass die folgenden Richtlinien bei der Normung neuer Kombinationen „Legierung — Werkstoffzustand — Erzeugnis“ angewendet werden:

- **T79:** sehr begrenzte Überhärtung zur Erzielung einer verbesserten Korrosionsbeständigkeit im Vergleich zum Werkstoffzustand T6 und einhergehend mit einer begrenzten Reduzierung der Zugfestigkeit im Vergleich zum Werkstoffzustand T6.
- **T78:** begrenzte Überhärtung zur Erzielung einer optimalen Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion. Dieser Werkstoffzustand gilt speziell für Legierungen der Reihe 6000.
- **T77:** ausgelagerter Werkstoffzustand, zur Erzielung von Festigkeiten gleich oder angenähert dem Werkstoffzustand T6 und einer Korrosionsbeständigkeit ähnlich dem Werkstoffzustand T76.
- **T76:** begrenzte Überhärtung zur Erzielung einer gemäßigten Beständigkeit gegen Korrosion, einhergehend mit einiger Reduzierung der Festigkeit. Der Werkstoffzustand T76 hat eine geringere Festigkeit und eine bessere Korrosionsbeständigkeit als der Werkstoffzustand T79.
- **T74:** gemäßigte Überhärtung zur Erzielung guter Korrosionsbeständigkeit mit größerer Reduzierung der Festigkeit gegenüber dem Werkstoffzustand T76. Die Eigenschaften der Festigkeit und der Korrosionsbeständigkeit im Werkstoffzustand T74 liegen zwischen den Werkstoffzuständen T73 und T76.
- **T73:** vollständige Überhärtung zur Erzielung optimaler Korrosionsbeständigkeit in den T7x-Werkstoffzuständen, einhergehend mit einer größeren Reduzierung der Festigkeit gegenüber dem Werkstoffzustand T74.

Die Entwicklung der Werkstoffeigenschaften von T79 bis T73 ist in Bild 1 zusammengefasst.

8.5 Darstellung des Ansprechens auf eine Wärmebehandlung

8.5.1 Bezeichnungen der Werkstoffzustände für Hersteller/Lieferant — Labornachweis des Ansprechens auf eine Wärmebehandlung

Folgende Bezeichnungen der Werkstoffzustände wurden für Versuchswerkstoffe von Halbzeug vergeben, die aus dem weichgeglühten Werkstoffzustand (0, 01 usw.) oder dem F-Werkstoffzustand im Ofen wärmebehandelt werden, um das Ansprechen auf eine Wärmebehandlung nachzuweisen.

- T42:** Lösungsgeglüht aus dem weichgeglühten oder F-Werkstoffzustand und kaltausgelagert auf einen weitgehend stabilen Werkstoffzustand;
- T62:** Lösungsgeglüht aus dem weichgeglühten oder F-Werkstoffzustand und warmausgelagert;
- T7x2:** Lösungsgeglüht aus dem weichgeglühten oder F-Werkstoffzustand und überhärtet (warmausgelagert), um die mechanischen Eigenschaften und die Grenzwerte der Beständigkeit gegen Korrosion des zulässigen Werkstoffzustands T7x zu erfüllen.