

AD 2000-Merkblatt

ICS 23.020.30

Ausgabe März 2009

Werkstoffe für Druckbehälter	Kupfer und Kupfer-Knetlegierungen	AD 2000-Merkblatt W 6/2
---	--	------------------------------------

Die AD 2000-Merkblätter werden von den in der „Arbeitsgemeinschaft Druckbehälter“ (AD) zusammenarbeitenden, nachstehend genannten sieben Verbänden aufgestellt. Aufbau und Anwendung des AD 2000-Regelwerkes sowie die Verfahrensrichtlinien regelt das AD 2000-Merkblatt G1.

Die AD 2000-Merkblätter enthalten sicherheitstechnische Anforderungen, die für normale Betriebsverhältnisse zu stellen sind. Sind über das normale Maß hinausgehende Beanspruchungen beim Betrieb der Druckbehälter zu erwarten, so ist diesen durch Erfüllung besonderer Anforderungen Rechnung zu tragen.

Wird von den Forderungen dieses AD 2000-Merkblattes abgewichen, muss nachweisbar sein, dass der sicherheitstechnische Maßstab dieses Regelwerkes auf andere Weise eingehalten ist, z. B. durch Werkstoffprüfungen, Versuche, Spannungsanalyse, Betriebserfahrungen.

Fachverband Dampfkessel-, Behälter- und Rohrleitungsbau e.V. (FDBR), Düsseldorf

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Berlin

Verband der Chemischen Industrie e.V. (VCI), Frankfurt/Main

Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA), Fachgemeinschaft Verfahrenstechnische Maschinen und Apparate, Frankfurt/Main

Stahlinstitut VDEh, Düsseldorf

VGB PowerTech e.V., Essen

Verband der TÜV e.V. (VdTÜV), Berlin

Die AD 2000-Merkblätter werden durch die Verbände laufend dem Fortschritt der Technik angepasst. Anregungen hierzu sind zu richten an den Herausgeber:

Verband der TÜV e.V., Friedrichstraße 136, 10117 Berlin.

Inhalt

- | | | | |
|---|----------------------|---|--------------------------------|
| 0 | Präambel | 4 | Prüfungen |
| 1 | Geltungsbereich | 5 | Kennzeichnung |
| 2 | Geeignete Werkstoffe | 6 | Nachweis der Güteeigenschaften |
| 3 | Anforderungen | 7 | Kennwerte für die Bemessung |

0 Präambel

Zur Erfüllung der grundlegenden Sicherheitsanforderungen der Druckgeräte-Richtlinie kann das AD 2000-Regelwerk angewandt werden, vornehmlich für die Konformitätsbewertung nach den Modulen „G“ und „B + F“.

Das AD 2000-Regelwerk folgt einem in sich geschlossenen Auslegungskonzept. Die Anwendung anderer technischer Regeln nach dem Stand der Technik zur Lösung von Teilproblemen setzt die Beachtung des Gesamtkonzeptes voraus.

Bei anderen Modulen der Druckgeräte-Richtlinie oder für andere Rechtsgebiete kann das AD 2000-Regelwerk sinngemäß angewandt werden. Die Prüfständigkeit richtet sich nach den Vorgaben des jeweiligen Rechtsgebietes.

1 Geltungsbereich

1.1 Dieses AD 2000-Merkblatt gilt für Bleche, Bänder, Platten, nahtlose Rohre und Stangen aus Kupfer und Kupfer-Knetlegierungen zum Bau von Druckbehältern, die bei

Betriebstemperaturen sowie Umgebungstemperaturen innerhalb der in Tafel 1 angegebenen Grenztemperaturen¹⁾ betrieben werden.

1.2 Die grundlegenden Anforderungen an die Werkstoffe und an die Werkstoffhersteller sind im AD 2000-Merkblatt W 0 geregelt.

2 Geeignete Werkstoffe

2.1 Für Bleche, Bänder, Platten, nahtlose Rohre, Stangen und Schmiedestücke können die in Tafel 1 angegebenen Werkstoffe innerhalb der angegebenen Temperaturgrenzen verwendet werden. Hinsichtlich Erzeugnisformen und Grenzwerte für die Abmessung gelten die Tafeln 2 bis 5.

Die Verwendung dieser Werkstoffe mit > 65 % Massenanteil Kupfer ist bei Anwesenheit von Acetylen unzulässig

¹⁾ Definition der Wandtemperatur und Betriebstemperatur siehe AD 2000-Merkblatt B 0, Abschnitt 5.

Ersatz für Ausgabe Februar 2008; | = Änderungen gegenüber der vorangehenden Ausgabe

Die AD 2000-Merkblätter sind urheberrechtlich geschützt. Die Nutzungsrechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, die Wiedergabe auf photomechanischem Wege und die Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei auszugsweiser Verwertung, dem Urheber vorbehalten.

(BGV B6 Gase)²⁾. Bei Verwendung von z. B. Kupfer-Zink-Legierungen ist zu beachten, dass sie gegen die vorkommenden Medien hinreichend beständig sind und dass keine gefährlichen chemischen Reaktionen stattfinden (z. B. ist die BGV B 6 Gase, Anlage 2 – Gastabelle, zu beachten).

2.2 Erzeugnisse aus anderen Kupferlegierungen und Kupfer-Knetlegierungen können nach Eignungsfeststellung durch die zuständige unabhängige Stelle³⁾ verwendet werden. Dabei sind die Anwendungsgrenzen, Anforderungen, Prüfmaßgaben, Kennzeichnung und Hinweise zur Weiterverarbeitung (Umformen, Wärmebehandeln, Schweißen, Löten) anzugeben.

Die Werkstoffe sollen folgenden Bedingungen genügen: Die Bruchdehnung *A* soll die den Werkstoff kennzeichnenden Werte aufweisen, jedoch für Bleche, Bänder, Platten und Stangen unabhängig von der Probenrichtung mindestens 14 % betragen. Ist eine Prüfung nur in Längsrichtung möglich, soll die Bruchdehnung *A* mindestens 16 % betragen. Diese Werte können unterschritten werden, wenn bei der Eignungsfeststellung ausreichende Umformungseigenschaften (z. B. Berstversuch) nachgewiesen werden.

3 Anforderungen

3.1 Für die Zusammensetzung, den Lieferzustand und die Güteeigenschaften gelten die Angaben der nachfolgend aufgeführten Normen, sofern in diesem AD 2000-Merkblatt keine anderen Festlegungen getroffen werden:

- DIN EN 1057 – Kupfer und Kupferlegierungen; Nahtlose Rundrohre aus Kupfer für Wasser- und Gasleitungen für Sanitärinstallationen und Heizungsanlagen
- DIN EN 1652 – Kupfer und Kupferlegierungen; Platten, Bleche, Bänder, Streifen und Ronden zur allgemeinen Verwendung
- DIN EN 1653 – Kupfer und Kupferlegierungen; Platten, Bleche und Ronden für Kessel, Druckbehälter und Warmwasserspeichieranlagen
- DIN EN 12163 – Kupfer und Kupferlegierungen; Stangen zur allgemeinen Verwendung
- DIN EN 12164 – Kupfer und Kupferlegierungen; Stangen für die spanende Bearbeitung
- DIN EN 12165 – Kupfer und Kupferlegierungen; Vormaterial für Schmiedestücke
- DIN EN 12167 – Kupfer und Kupferlegierungen; Profile und Rechteckstangen zur allgemeinen Verwendung
- DIN EN 12420 – Kupfer und Kupferlegierungen; Schmiedestücke
- DIN EN 12451 – Kupfer und Kupferlegierungen; Nahtlose Rundrohre für Wärmeaustauscher

DIN EN 12452 – Kupfer und Kupferlegierungen; Nahtlose gewalzte Rippenrohre für Wärmeaustauscher in Verbindung mit den VdTÜV-Werkstoffblättern 420/1 bis 420/3 und 420/5 bis 420/7

DIN EN 12449 – Kupfer und Kupferlegierungen; Nahtlose Rundrohre zur allgemeinen Verwendung

DIN EN 12735-1 – Kupfer und Kupferlegierungen; Nahtlose Rundrohre aus Kupfer für die Kälte- und Klimatechnik – Teil 1: Rohre für Leitungssysteme

DIN EN 12735-2 – Kupfer und Kupferlegierungen; Nahtlose Rundrohre aus Kupfer für die Kälte- und Klimatechnik – Teil 2: Rohre für Apparate

DIN EN 13348 – Kupfer und Kupferlegierungen; Nahtlose Rundrohre aus Kupfer für medizinische Gase

3.2 Für die Werkstoffzustände, mechanischen Eigenschaften und die Langzeit-Warmfestigkeitseigenschaften gelten die Angaben in den Tafeln 6 bis 12.

3.3 Die Erzeugnisformen aus Kupfer-Zink-Legierungen sind im Lieferzustand frei von solchen inneren Spannungen zu halten, die zu Spannungsrisskorrosion führen können.

3.4 Für CuZn38Sn1As sind die 1 %-Zeitdehnungswerte Abschätzungen anhand einiger Orientierungswerte.

3.5 Erzeugnisformen aus Cu-DHP dürfen bei einer Glühung in wasserstoffhaltiger Atmosphäre (z. B. beim Schweißen und Hartlöten mit offener Flamme) keine Wasserstoffkrankheit aufweisen.

4 Prüfungen

Die Prüfungen sind nach den zutreffenden DIN EN-Normen durchzuführen. Zusätzliche Prüfungen sind nachfolgend aufgeführt:

4.1 Chemische Zusammensetzung

Die Chemische Zusammensetzung ist nach den entsprechenden Normen für die für das Fertigungslos⁴⁾ verwendeten Schmelzen oder Abgüsse zu bestimmen.

Ist eine unmittelbare Zuordnung des Halbzeuges zur Schmelze nicht möglich (z. B. kontinuierliches Stranggießverfahren), bezeichnet der Begriff „Schmelze“ eine Folge zeitlich unmittelbar nacheinander hergestellter Abgüsse.

Findet bei der Herstellung des Halbzeuges keine Trennung nach Schmelzen oder Abgüssen statt, so sind im Umfang des Zugversuches Analysen am fertigen Halbzeug durchzuführen.

4.2 Maße und Oberflächenbeschaffenheit

Die Einhaltung der Grenzmaße und die Beschaffenheit der Oberfläche jedes Stückes sind zu prüfen.

²⁾ In anderen EU-Mitgliedstaaten können abweichende Vorschriften bestehen.

³⁾ Die grundlegenden Anforderungen an die zuständige unabhängige Stelle im Sinne des AD 2000-Regelwerkes sind im AD 2000-Merkblatt G 1, Abschnitt 4 festgelegt.

⁴⁾ Das Fertigungslos ist definiert als die Menge der Halbzeugform eines Auftrages aus einem Werkstoff gleichen Lieferzustandes, gleicher Abmessung und ggf. der gleichen Schmelze, die kontinuierlich in gleicher Fertigungsfolge und gleichen Fertigungseinrichtungen hergestellt wurde.

4.3 Sonstige Prüfungen

4.3.1 Bleche, Bänder und Platten

– Zugversuch

Erzeugnisform	Dicke mm	Prüfeinheit für den Zugversuch	Probenentnahmeort	Probenrichtung
Band	alle	Band	Anfang und Ende	quer
Blech Platte	≤ 20	10 % der Walztafeln bzw. Platten, mind. jedoch an einem Stück jedes Fertigungsloses	an einem Ende	
	> 20	Walztafel bzw. Platte		

Es ist je Prüfeinheit und Probenentnahmeort ein Zugversuch bei Raumtemperatur durchzuführen. Zu bestimmen sind $R_{p0,2}$ oder $R_{p1,0}$, R_m und A .

4.3.2 Nahtlose Rohre

– Zugversuch

Außendurchmesser mm	Prüfeinheit für den Zugversuch	Probenentnahmeort	Probenrichtung
≤ 76	1 500 m eines Fertigungsloses oder 500 kg eines Fertigungsloses, sofern das Fertigungslos größer als 5 000 m ist	an einem Ende	längs
> 76	500 kg eines Fertigungsloses		

Es ist je Prüfeinheit und Probenentnahmeort ein Zugversuch bei Raumtemperatur durchzuführen. Je Fertigungslos⁴⁾ sind jedoch mindestens zwei Zugversuche durchzuführen. Zu bestimmen sind $R_{p0,2}$ oder $R_{p1,0}$, R_m und A .

– Aufweitversuch

Entsprechend der Anzahl der Zugversuche sind Aufweitversuche nach DIN EN ISO 8493 an beiden Enden der Rohrrohre durchzuführen. Eine Aufweitung des Außendurchmessers um 30 % darf zu keinem Anriss führen.

– Dichtheitsprüfung

Alle Rohre sind auf Dichtheit zu prüfen. Die Prüfung wird im harten oder weichen Zustand der Rohre mit Wirbelstrom nach dem DKI-Werkstoff-Prüfblatt Nr. 781, Prüfklasse A⁵⁾, durchgeführt. Falls der Besteller es verlangt, kann anstelle der Wirbelstromprüfung auch der Innendruckversuch nach DIN 50104 mit einem Überdruck von max. 50 bar benutzt werden.

– Gefügeuntersuchung

Je 1 000 Rohre, maximal jedoch nur im Umfang der Zugversuche, ist eine Gefügeuntersuchung durchzuführen; dabei ist der mittlere Korndurchmesser zu ermitteln (siehe DIN EN 12451 und EN ISO 2624).

⁴⁾ Siehe Seite 2.

⁵⁾ Für Rohre mit höheren Anforderungen kann eine andere Prüfklasse vereinbart werden.

– Prüfung auf Spannungsfreiheit

Im Umfang des Zugversuches sind bei Rohren aus Kupfer-Zink-Legierungen Prüfungen in Quecksilbernitrat (DIN EN ISO 196) oder Ammoniak bzw. Kupfertetramin (DIN 50916-1) auf Spannungsfreiheit durchzuführen.

4.3.3 Stangen

– Zugversuch

Prüfeinheit für den Zugversuch	Probenentnahmeort	Probenrichtung
Fertigungslos, Abmessung und 500 kg Liefergewicht	an einem Ende	längs

Stangen etwa gleicher Abmessungen können zu einer Prüfeinheit zusammengefasst werden, sofern nicht durch unterschiedliche Umformung (Durchknetung) abweichende Eigenschaften der einzelnen Teile bedingt sind. Die Gleichmäßigkeit der Teile ist durch Härteprüfung nachzuweisen.

Es ist je Prüfeinheit und Probenentnahmeort ein Zugversuch bei Raumtemperatur durchzuführen. Je Fertigungslos⁴⁾ werden jedoch höchstens vier Zugversuche durchgeführt. Zu bestimmen sind $R_{p0,2}$ oder $R_{p1,0}$, R_m und A .

4.3.4 Schmiedestücke

– Zugversuch

Prüfeinheit für den Zugversuch	Probenrichtung
Fertigungslos, Abmessung und 500 kg Liefergewicht	quer oder tangential

Schmiedestücke etwa gleicher Abmessungen können zu einer Prüfeinheit zusammengefasst werden, sofern nicht durch unterschiedliches Schmieden abweichende Eigenschaften der einzelnen Teile bedingt sind. Die Gleichmäßigkeit der Teile ist durch Härteprüfung nachzuweisen.

Es ist je Prüfeinheit ein Zugversuch bei Raumtemperatur durchzuführen. Je Fertigungslos⁴⁾ werden jedoch höchstens vier Zugversuche durchgeführt. Zu bestimmen sind $R_{p0,2}$ oder $R_{p1,0}$, R_m und A .

5 Kennzeichnung

5.1 Alle Erzeugnisse sind mit

- Zeichen des Herstellers,
- Werkstoffkürzzeichen oder Werkstoffnummer,
- Nummer des Fertigungsloses⁴⁾,
- Zeichen der zuständigen unabhängigen Stelle oder des Werkssachverständigen

zu kennzeichnen.

5.2 Zur Kennzeichnung ist wasserunlösliche Farbe oder eine andere geeignete dauerhafte Stempelung zu verwenden.

5.3 Bleche, Bänder, Platten und Schmiedestücke sind zusätzlich mit der Proben-Nummer zu kennzeichnen.

Bei Blechen und Bändern ≤ 5 mm Dicke aus Kupfer-Zink-Legierungen sind Kennzeichnungen durch Schlagstempel unzulässig.

5.4 Bei nahtlosen Rohren mit Wanddicken ≤ 5 mm aus Kupfer-Zink-Legierungen sind Kennzeichnungen durch

Schlagstempel unzulässig. Eine Rollenstempelung über die gesamte Länge ist bei Rohren und Stangen zulässig. Werden die Rohre oder Stangen in Kisten oder Bündeln geliefert, so ist bei Rohren bei einem äußeren Durchmesser ≤ 20 mm und bei Stangen mit einer Dicke (Durchmesser, Kantenlänge, Schlüsselweite oder Breite) ≤ 25 mm eine Sammelbezeichnung, an der Kiste durch Aufkleber oder am Bündel durch Anhängeschild, zulässig.

6 Nachweis der Güteeigenschaften

6.1 Bleche, Bänder und Platten

Über die mechanischen Eigenschaften, die Oberflächenbeschaffenheit und für Maßprüfungen sind die folgenden Abnahmeprüfzeugnisse nach DIN EN 10204 erforderlich:

- Erzeugnisse aus Cu-DHP Abnahmeprüfzeugnis 3.1⁶⁾
- Erzeugnisse aus CuAl10Ni5Fe4 Abnahmeprüfzeugnis 3.2

für alle anderen Werkstoffe gilt:

- Band Abnahmeprüfzeugnis 3.1⁶⁾
- Blech und Platte, die nicht für Rohrböden vorgesehen sind
 - ≤ 20 mm Dicke Abnahmeprüfzeugnis 3.1⁶⁾
 - > 20 mm Dicke Abnahmeprüfzeugnis 3.2
- Blech und Platte für Rohrböden
 - ≤ 60 mm Dicke Abnahmeprüfzeugnis 3.1⁶⁾
 - > 60 mm Dicke Abnahmeprüfzeugnis 3.2

6.2 Nahtlose Rohre

Die chemische Zusammensetzung und die Prüfung der Rohre auf Dichtheit werden durch ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204 bescheinigt.

Über die mechanisch-technologischen Eigenschaften, Prüfung auf Spannungsfreiheit, das Gefüge, die Oberflächenbeschaffenheit und für Maßprüfungen sind die folgenden Abnahmeprüfzeugnisse nach DIN EN 10204 erforderlich:

- Erzeugnisse aus Cu-DHP Abnahmeprüfzeugnis 3.1⁶⁾

für alle anderen Werkstoffe gilt:

- $\leq 2,0$ mm Wanddicke Abnahmeprüfzeugnis 3.1⁶⁾
- $> 2,0$ mm Wanddicke Abnahmeprüfzeugnis 3.2

6.3 Stangen

Über die mechanischen Eigenschaften, die Oberflächenbeschaffenheit und für Maßprüfungen sind die folgenden Abnahmeprüfzeugnisse nach DIN EN 10204 erforderlich:

- Erzeugnisse aus Cu-DHP Abnahmeprüfzeugnis 3.1⁶⁾
- Erzeugnisse aus CuAl10Ni5Fe4 Abnahmeprüfzeugnis 3.2

für alle anderen Werkstoffe gilt:

- ≤ 60 mm Dicke/
Durchmesser Abnahmeprüfzeugnis 3.1⁶⁾
- > 60 mm Dicke/
Durchmesser Abnahmeprüfzeugnis 3.2

⁶⁾ Der Hersteller hat der zuständigen unabhängigen Stelle, unterteilt nach Abmessungsbereichen, den Nachweis der ausreichenden statistischen Sicherheit zu erbringen. Dieser Nachweis ist in bestimmten Zeitabständen (1 bis 2 Jahre) zu wiederholen, sofern dies nicht im Rahmen sonstiger Abnahmen geschieht.

6.4 Schmiedestücke

Über die mechanischen Eigenschaften, die Oberflächenbeschaffenheit und für Maßprüfungen sind die folgenden Abnahmeprüfzeugnisse nach DIN EN 10204 erforderlich:

- ≤ 80 mm Dicke Abnahmeprüfzeugnis 3.1⁶⁾
- > 80 mm Dicke Abnahmeprüfzeugnis 3.2

6.5 Inhalt der Abnahmeprüfzeugnisse nach DIN EN 10204

Die Abnahmeprüfzeugnisse müssen die in den Technischen Lieferbedingungen/Normen geforderten Angaben enthalten. Außerdem ist in jedem Abnahmeprüfzeugnis die der Lieferung zugrunde liegende Technische Lieferbedingung/Norm (z. B. DIN EN 12165) und Technische Regel (AD 2000-Merkblatt W 6/2) anzugeben.

6.6 Die Gültigkeit der Prüfbescheinigung nach DIN EN 10204:2005 ist im AD 2000-Merkblatt W 0, Abschnitt 3.4 geregelt.

7 Kennwerte für die Bemessung

7.1 In den Tafeln 6 bis 11 sind die Mindestwerte für 0,2 %- oder 1,0 %-Dehngrenze, für Cu-DHP R200 und R220 auch die Mindestzugfestigkeit, in Abhängigkeit von der Temperatur angegeben (Kurzzeitwerte). Für die Berechnung von Druckbehältern aus duktilen Kupferwerkstoffen kann im Kurzzeitbereich anstelle der 0,2 %-Dehngrenze die 1,0 %-Dehngrenze verwendet werden, wenn das Verhältnis 0,2 %-Dehngrenze zur Zugfestigkeit bei Raumtemperatur $\leq 0,5$ ist und die Bruchdehnung in Querrichtung mindestens 25 % oder in Längsrichtung mindestens 27 % beträgt.

7.2 In den Tafeln 12.1 bis 12.3 sind Zeitdehngrenzwerte in Abhängigkeit von Temperatur und Auslegungsdauer angegeben. Es handelt sich dabei um die untere Streubandgrenze für die Zeitdehngrenzen und bei Cu-DHP R250 zusätzlich um den Mittelwert der Zeitstandfestigkeit. Der für Stähle in der Regel verwendete Mittelwert der Zeitstandfestigkeit kann für Kupfer und Kupferlegierungen nicht verwendet werden, weil dabei zu hohe plastische Verformungen auftreten.

7.3 Die Tafeln 13.1 bis 13.3 enthalten die jeweils zulässige Spannung K/S . Sie ergibt sich aus dem jeweils kleinsten Wert von 0,2 %-Dehngrenze/1,5 oder 1,0 %-Dehngrenze/1,5 und 1 %-Zeitdehngrenze/1,0. Für Cu-DHP R200 und R220 ergibt sich die zulässige Spannung K/S aus Zugfestigkeit/3,5 für geschweißte und unbehandelte Teile oder Zugfestigkeit/4 für gelötete Teile, obwohl dabei nicht auszuschließen ist, dass das Bauteil im Laufe der Betriebszeit eine plastische Verformung von mehr als 1 % erfahren kann.

Die zulässigen Spannungen bei Raumtemperatur gelten bis 50 °C. Für die übrigen Temperaturen ist zwischen den angegebenen Werten linear zu interpolieren.

7.4 Für geschweißte, hartgelötete oder wärmebehandelte Bauteile sind bei der Berechnung die Kennwerte des Werkstoffzustandes mit den niedrigsten Kennwerten zugrunde zu legen.

7.5 Die Tafel 14 enthält Angaben zum Elastizitätsmodul. Die Streuung beträgt ± 5 %.

Tafel 1. Geeignete Werkstoffe

Werkstoffkurzzeichen	Werkstoffnummer	Werkstoffzustände ¹⁾	Grenztemperatur ²⁾
Cu-DHP	CW024A	R200, R220, R240, R250	– 269 bis 250 °C
CuZn40	CW509L	R340, H075, R400	– 196 bis 250 °C
CuZn39Pb0,5	CW610N	R340, R400	– 196 bis 250 °C
CuZn39Pb2Sn	CW613N	H075	– 196 bis 250 °C
CuZn39Pb3	CW614N	H080	– 196 bis 250 °C
CuZn40Pb2	CW617N	R360, H075	– 196 bis 250 °C
CuZn20Al2As	CW702R	R300, R330, R340, R390	– 10 ³⁾ bis 250 ⁴⁾ °C
CuZn28Sn1As	CW706R	R320, R360	– 269 bis 250 ⁴⁾ °C
CuZn38Sn1As	CW717R	R340, R400	– 10 ³⁾ bis 250 °C
CuZn38AlFeNiPbSn	CW715R	R390, R430	– 196 bis 250 °C
CuNi10Fe1Mn	CW352H	R280, R290, R300, R320, R350, H070	– 269 bis 300 °C
CuNi30Mn1Fe	CW354H	R320, R340, R350, R370, R410, H080, H090	– 269 bis 350 °C
CuAl10Ni5Fe4	CW307G	R620, H170	– 10 ³⁾ bis 250 °C
CuNi30Fe2Mn2	CW353H	R420	– 269 bis 250 °C
¹⁾ Der Zustand wird in EN 1173 definiert (z. B. Zustand R = bezeichnet mit dem kleinsten Wert für die Anforderungen an die Zugfestigkeit für das Produkt mit vorgeschriebenen Anforderungen an die Zugfestigkeit, 0,2 %-Dehngrenze und Bruchdehnung). ²⁾ Die tiefsten Temperaturen gelten für ungeschweißte Teile. Für geschweißte Teile legt die zuständige unabhängige Stelle die niedrigsten Einsatztemperaturen fest. ³⁾ Diese Werkstoffe sind auch für tiefere Einsatztemperaturen geeignet. Prüfergebnisse liegen zurzeit nicht vor. ⁴⁾ CuZn20Al2As, R300, R330 und CuZn28Sn1As R320 nur bis 150 °C.			

Anmerkung zu den Werkstoffen:

Die nachfolgend aufgeführten Werkstoffe sind in folgenden Normen enthalten (siehe auch Abschnitte 3.2 und 3.6)

Cu-DHP:	DIN EN 1057, 1652, 1653, 12163, 12165, 12167, 12449, 12451, 12452, 12735-1, 13348
CuZn40:	DIN EN 1652, 12163, 12165, 12167, 12420, 12449
CuZn39Pb0,5:	DIN EN 1652, 1653, 12164, 12167, 12420
CuZn39Pb2Sn:	DIN EN 12420
CuZn39Pb3:	DIN EN 12164, 12420
CuZn40Pb2:	DIN EN 12164, 12420
CuZn20Al2As:	DIN EN 1652, 1653, 12167, 12449, 12451
CuZn28Sn1As:	DIN EN 12451, 12452
CuZn38Sn1As:	DIN EN 1653, 12164
CuZn38AlFeNiPbSn:	DIN EN 1653
CuNi10Fe1Mn:	DIN EN 1652, 1653, 12163, 12165, 12420, 12449, 12451, 12452
CuNi30Mn1Fe:	DIN EN 1652, 1653, 12163, 12165, 12420, 12449, 12451, 12452
CuAl10Ni5Fe4:	DIN EN 1653, 12163, 12165, 12167, 12420
CuNi30Fe2Mn2:	DIN EN 12451

AD 2000-Merkblatt

Seite 6 AD 2000-Merkblatt W 6/2, Ausg. 03.2009

Tafel 2. Geeignete Werkstoffe, Werkstoffzustände und Abmessungen für Bleche, Bänder und Platten

Werkstoffkurzzeichen	Werkstoffzustand	Werkstoffnummer	Dicke in mm	
			DIN EN 1652	DIN EN 1653
Cu-DHP	R200 R220 R240	CW024A	> 5 bis ≤ 15 ≥ 0,2 bis ≤ 5 ≥ 0,2 bis ≤ 15	> 15 bis ≤ 50 – –
CuZn40	R340 R400	CW509L	≥ 0,3 bis ≤ 10 ≥ 0,3 bis ≤ 10	
CuZn39Pb0,5	R340 R400	CW610N	≥ 0,3 bis ≤ 10 ≥ 0,3 bis ≤ 10	> 2,5 bis ≤ 40 > 10 bis ≤ 40
CuZn20Al2As	R300 R330 R390	CW702R	– ≥ 3 bis ≤ 15 ≥ 3 bis ≤ 15	> 2,5 bis ≤ 80 – > 10 bis ≤ 40
CuZn38Sn1As	R340 R400	CW717R		> 2,5 bis ≤ 75 > 2,5 bis ≤ 40
CuZn38AlFeNiPbSn	R390 R430	CW715R		> 2,5 bis ≤ 120 > 2,5 bis ≤ 40
CuNi10Fe1Mn	R300 R320 R350	CW352H	≥ 0,3 bis ≤ 15 ≥ 0,3 bis ≤ 15 –	> 2,5 bis ≤ 10 > 2,5 bis ≤ 60 > 10 bis ≤ 40
CuNi30Mn1Fe	R350 R410	CW354H	≥ 0,3 bis ≤ 15 ≥ 0,3 bis ≤ 15	– > 10 bis ≤ 40
CuAl10Ni5Fe4	R620	CW307G		> 15 bis ≤ 50

Tafel 3. Geeignete Werkstoffe, Werkstoffzustände und Abmessungen für nahtlose Rohre

Werkstoffkurzzeichen	Werkstoffzustand	Werkstoffnummer	Wanddicke mm	max. Durchmesser mm
Cu-DHP	R200 R220 R250	CW024A	> 3 ≤ 3 ≤ 5	200 108 108
CuZn20Al2As	R340 R390	CW702R	≤ 5 ≤ 5	76 76
CuZn28Sn1As	R320 R360	CW706R	≤ 5 ≤ 5	76 76
CuNi10Fe1Mn	R290	CW352H	≤ 5	76
CuNi30Mn1Fe	R370	CW354H	≤ 5	76
CuNi30Fe2Mn2	R420	CW353H	≤ 3	76

AD 2000-Merkblatt

Tafel 4. Geeignete Werkstoffe, Werkstoffzustände und Abmessungen für Stangen

Werkstoffkürzzeichen	Werkstoffzustand	Werkstoffnummer	Durchmesser mm
Cu-DHP	R200 R240	CW024A	> 2 bis ≤ 80 > 6 bis ≤ 60
CuZn40	R340 R400	CW509L	≥ 2 bis ≤ 80 > 6 bis ≤ 60
CuZn39Pb3	R360	CW614N	> 40 bis ≤ 80
CuZn40Pb2	R360	CW617N	> 40 bis ≤ 80
CuNi10Fe1Mn	R280	CW352H	≥ 10 bis ≤ 80
CuNi30Mn1Fe	R340	CW354H	≥ 10 bis ≤ 80
CuAl10Ni5Fe4	H170	CW307G	≥ 10 bis ≤ 80

Tafel 5. Geeignete Werkstoffe, Werkstoffzustände und Abmessungen für Schmiedestücke

Werkstoffkürzzeichen	Werkstoffzustand	Werkstoffnummer	Dicke mm
CuZn40	H075	CW509L	bis 120
CuZn39Pb2Sn	H075	CW613N	bis 120
CuZn39Pb3	H080	CW614N	bis 120
CuZn40Pb2	H075	CW617N	bis 120
CuNi10Fe1Mn	H070	CW352H	bis 100
CuNi30Mn1Fe	H080 H090	CW354H	bis 100
CuAl10Ni5Fe4	H170	CW307G	bis 100

AD 2000-Merkblatt

Seite 8 AD 2000-Merkblatt W 6/2, Ausg. 03.2009

Tafel 6. Mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur für Bleche, Bänder und Platten

Werkstoffkurzzeichen	Werkstoff- zustand	Proben- richtung	$R_{p0,2}$ MPa mind.	$R_{p1,0}$ MPa mind.	R_m MPa mind.	$A^{1)}$ % mind.	$A^{2)}$ % mind.
Cu-DHP	R200	quer	40	60	200	42	33
	R220		45	65	220	42	–
	R240		180	–	240	15	–
CuZn40	R340		120	140	340	43	–
	R400		240	–	400	23	–
CuZn39Pb0,5	R340		120	140	340	43	30
	R400		200	–	400	23	23
CuZn20Al2As	R300		90	100	300	–	35
	R330		90	100	330	30	–
	R390		240	–	390	–	35
CuZn38Sn1As	R340		140	175	340	–	30
	R400		200	–	400	–	18
CuZn38AlFeNiPbSn	R390		140	180	390	–	25
	R430		200	–	430	–	20
CuNi10Fe1Mn	R300		120	145	300	30	25
	R320		200	–	320	15	15
	R350		250	–	350	–	14
CuNi30Mn1Fe	R350		150	140	350	35	–
	R410		300	–	410	14	14
CuAl10Ni5Fe4	R620		270	–	620	14	–
1) Bruchdehnung nach DIN EN 1652							
2) Bruchdehnung nach DIN EN 1653							

AD 2000-Merkblatt

Tafel 7. Mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur für nahtlose Rohre

Werkstoffkurzzeichen	Werkstoff-zustand	Proben-richtung	$R_{p0,2}$ MPa mind.	$R_{p1,0}$ MPa mind.	R_m MPa mind.	A % mind.
Cu-DHP	R200	längs	40	60	200	40
	R220		45	65	220	40
	R250		150	–	250	20
CuZn20Al2As	R340		120	130	340	55
	R390		150	160	390	45
CuZn28Sn1As	R320		100	105	320	55
	R360		140	150	360	45
CuNi10Fe1Mn	R290		90	115	290	30
CuNi30Mn1Fe	R370		120	140	370	35
CuNi30Fe2Mn2	R420		150	–	420	30

AD 2000-Merkblatt

Seite 10 AD 2000-Merkblatt W 6/2, Ausg. 03.2009

Tafel 8. Mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur für Stangen und Schmiedestücke

Werkstoffkurzzeichen	Werkstoff-zustand	Proben-richtung	$R_{p0,2}$ MPa mind.	$R_{p1,0}$ MPa mind.	R_m MPa mind.	A % mind.
Cu-DHP	R200	längs, quer oder tangential	40	60	200	35
	R240		160	–	240	18
CuZn40	R340		120	140	340	25
	R400		250	–	400	20
	H075		120	140	340	25
CuZn39Pb2Sn	H075		120	140	340	20
CuZn39Pb3	R360		120	140	340	20
	H080		120	140	340	20
CuZn40Pb2	R360		120	140	360	20
	H075		120	140	340	20
CuNi10Fe1Mn	R280		100	125	280	30
	H070		100	125	280	25
CuNi30Mn1Fe	R340		120	140	340	30
	H080		120	140	310	20
	H090		120	140	340	25
CuAl10Ni5Fe4	H170		270	–	620	15

Tafel 9. Mechanische Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen für Bleche, Bänder und Platten

Werkstoffkurzzeichen	Werkstoff- zustand	Prüfwertart	Mindestwert bei Temperatur °C						
			50	100	150	200	250	300	350
			MPa						
Cu-DHP	R200	$R_{p1,0}$	60	55	55	–	–	–	–
		R_m	200	200	175	150	125	–	–
	R220	$R_{p1,0}$	65	58	58	–	–	–	–
		R_m	220	220	195	170	145	–	–
	R240	$R_{p0,2}$	180	170	160	150	–	–	–
CuZn40	R340	$R_{p1,0}$	140	137	137	132	–	–	–
	R400	$R_{p0,2}$	240	220	200	–	–	–	–
CuZn39Pb0,5	R340	$R_{p1,0}$	140	137	137	132	–	–	–
	R400	$R_{p0,2}$	200	190	180	–	–	–	–
CuZn20Al2As	R300	$R_{p1,0}$	100	86	86	–	–	–	–
	R330	$R_{p1,0}$	100	86	86	–	–	–	–
	R390	$R_{p0,2}$	240	230	225	–	–	–	–
CuZn38Sn1As	R340	$R_{p1,0}$	175	172	168	–	–	–	–
	R400	$R_{p0,2}$	200	190	180	–	–	–	–
CuZn38AlFeNiPbSn	R390	$R_{p1,0}$	180	175	172	170	–	–	–
	R430	$R_{p0,2}$	200	185	185	175	–	–	–
CuNi10Fe1Mn	R300	$R_{p1,0}$	145	138	133	128	123	118	–
	R320	$R_{p0,2}$	200	190	185	175	170	165	–
	R350	$R_{p0,2}$	250	235	225	220	210	205	–
CuNi30Mn1Fe	R350	$R_{p1,0}$	175	163	158	153	148	143	138
	R410	$R_{p0,2}$	300	275	265	260	255	245	240
CuAl10Ni5Fe4	R620	$R_{p0,2}$	270	265	260	260	250	–	–

AD 2000-Merkblatt

Tafel 10. Mechanische Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen für nahtlose Rohre

Werkstoffkurzzeichen	Werkstoff-zustand	Prüfwertart	Mindestwert bei Temperatur °C						
			50	100	150	200	250	300	350
			MPa						
Cu-DHP	R200	$R_{p1,0}$	60	55	55	–	–	–	–
		R_m	200	200	175	150	125	–	–
	R220	$R_{p1,0}$	65	58	58	–	–	–	–
		R_m	220	220	195	170	145	–	–
	R250	$R_{p0,2}$	150	135	130	125	120	–	–
CuZn20Al2As	R340	$R_{p1,0}$	130	125	125	120	–	–	–
	R390	$R_{p1,0}$	160	148	143	138	–	–	–
CuZn28Sn1As	R320	$R_{p1,0}$	105	103	100	–	–	–	–
	R360	$R_{p1,0}$	150	144	140	135	–	–	–
CuNi10Fe1Mn	R290	$R_{p1,0}$	115	108	105	102	98	93	–
CuNi30Mn1Fe	R370	$R_{p1,0}$	140	130	126	123	120	117	112
CuNi30Fe2Mn2	R420	$R_{p0,2}$	150 (145)	140	135	125	120	–	–

Tafel 11. Mechanische Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen für Stangen und Schmiedestücke

Werkstoffkurzzeichen	Werkstoff- zustand	Prüfwertart	Mindestwert bei Temperatur °C						
			50	100	150	200	250	300	350
			MPa						
Cu-DHP	R200	$R_{p1,0}$	60	55	55	–	–	–	–
		R_m	200	200	175	150	125	–	–
	R240	$R_{p0,2}$	160	140	130	125	120	–	–
CuZn40	R340	$R_{p1,0}$	140	137	137	132	–	–	–
	R400	$R_{p0,2}$	250	225	200	–	–	–	–
	H075	$R_{p1,0}$	140	137	137	132	–	–	–
CuZn39Pb2Sn	H075	$R_{p1,0}$	140	137	137	132	–	–	–
CuZn39Pb3	R360	$R_{p1,0}$	140	137	137	132	–	–	–
	H080	$R_{p1,0}$	140	137	137	132	–	–	–
CuZn40Pb2	R360	$R_{p1,0}$	140	137	137	132	–	–	–
	H075	$R_{p1,0}$	140	137	137	132	–	–	–
CuNi10Fe1Mn	R280	$R_{p1,0}$	125	118	114	109	104	99	–
	H070	$R_{p1,0}$	125	118	114	109	104	99	–
CuNi30Mn1Fe	R340	$R_{p1,0}$	140	130	126	123	120	117	112
	H080	$R_{p1,0}$	140	130	126	123	120	117	112
	H090	$R_{p1,0}$	140	130	126	123	120	117	112
CuAl10Ni5Fe4	H170	$R_{p0,2}$	270	265	260	260	250	–	–

Tafel 12.1 Langzeit-Warmfestigkeitseigenschaften
für Cu-DHP R200 und R220

Temperatur °C	2 %-Zeitdehngrenze für			
	10 000 h	30 000 h	50 000 h	100 000 h
	MPa			
100	58	57	57	56
110	57	56	56	55
120	56	54	54	53
130	55	54	53	52
140	54	53	52	51
150	53	51	50	49
160	52	50	49	47
170	51	49	48	46
180	49	47	46	44
190	47	45	44	42
200	46	43	42	40
210	44	41	40	38
220	42	39	38	36
230	40	37	36	34
240	39	36	34	32
250	37	34	32	30

Tafel 12.2 Langzeit-Warmfestigkeitseigenschaften für Cu-DHP R240 und R250

Temperatur °C	1 %-Zeitdehngrenze für				Zeitstandfestigkeit (Mittelwert) für			
	10 000 h	30 000 h	50 000 h	100 000 h	10 000 h	30 000 h	50 000 h	100 000 h
	MPa				MPa			
150	160	153	146	145	212	204	200	195
160	154	145	141	136	207	196	192	187
170	147	138	133	126	202	188	184	177
180	139	128	123	117	196	180	175	166
190	130	118	113	106	188	171	164	155
200	122	108	103	94	180	161	153	143
210	112	98	91	82	170	148	139	129
220	102	86	79	69	159	134	124	114
230	90	73	65	55	145	120	111	99
240	78	61	52	42	128	103	94	82
250	66	49	39	28	109	84	76	64

AD 2000-Merkblatt

Seite 14 AD 2000-Merkblatt W 6/2, Ausg. 03.2009

Tafel 12.3 Langzeit-Warmfestigkeitseigenschaften der Werkstoffe nach Tafel 1, ausgenommen Cu-DHP

Werkstoffkürzzeichen und Werkstoffzustände	Temperatur °C	1 %-Zeitdehngrenze für			
		10 000 h	30 000 h	50 000 h	100 000 h
		MPa			
CuZn40 R340, H075, R400 CuZn39Pb0,5 R340, R400 CuZn39Pb2Sn H075 CuZn39Pb3 R360, H080 CuZn40Pb2 R360, H075 CuZn38Sn1As R340, R400	100	145	135	130	125
	110	139	126	120	114
	120	130	117	111	104
	130	120	106	100	93
	140	108	95	89	82
	150	96	84	78	72
	160	84	72	67	61
	170	72	61	56	50
	180	60	51	46	40
	190	48	39	35	31
	200	37	30	27	24
	210	29	23	21	18
	220	23	18	16	13
	230	18	14	12	9
	240	14	11	9	7
	250	12	9	7	5
CuZn20Al2As R300, R330, R340, R390	100	175	167	164	160
	110	165	156	152	148
	120	155	146	142	137
	130	145	136	131	126
	140	135	125	120	115
	150	125	114	109	104
	160	116	104	98	92
	170	106	93	87	81
	180	96	83	76	70
	190	86	72	65	59
	200	77	62	55	48
	210	67	52	46	38
	220	57	43	36	29
	230	46	33	27	21
	240	34	24	20	15
	250	24	16	13	10
CuZn28Sn1As R320, R360	150	112	104	100	96
	160	107	97	92	87
	170	100	87	81	74
	180	92	75	67	58
	190	81	63	55	46
	200	68	52	44	36
	210	54	40	34	27
	220	43	31	26	20
	230	33	24	20	15
	240	25	17	14	10
	250	19	13	11	8

Tafel 12.3 (Fortsetzung)

Werkstoffkürzzeichen und Werkstoffzustände	Temperatur °C	1 %-Zeitdehngrenze für			
		10 000 h	30 000 h	50 000 h	100 000 h
		MPa			
CuZn38AlFeNiPbSn R390, R430	100	144	138	137	132
	110	137	131	128	125
	120	130	124	121	118
	130	123	116	113	110
	140	116	108	105	101
	150	108	100	96	92
	160	100	91	87	82
	170	91	81	77	72
	180	82	72	67	62
	190	73	63	58	53
	200	64	54	49	44
	210	55	45	41	36
	220	46	37	33	29
	230	38	30	26	22
	240	31	23	20	16
	250	24	17	14	11
CuNi10Fe1Mn R280, R290, R300, R320, R350, H070	200	98	96	95	94
	210	96	94	93	92
	220	94	92	91	90
	230	92	90	89	88
	240	90	88	87	86
	250	88	85	84	83
	260	86	83	82	80
	270	83	80	79	77
	280	80	76	75	73
	290	77	72	70	68
CuNi30Mn1Fe R320, R340, R350, R370, R410, H080, H090 CuNi30Fe2Mn2 R420 jedoch nur bis 250 °C	200	107	104	103	102
	210	105	102	101	100
	220	104	101	100	99
	230	102	99	98	97
	240	101	98	97	96
	250	99	96	95	94
	260	98	95	94	92
	270	96	93	92	91
	280	95	92	91	89
	290	93	90	89	88
	300	92	89	88	86
	310	90	87	86	84
	320	89	86	85	83
	330	87	84	83	82
	340	86	83	82	80
	350	84	81	80	78
CuAl10Ni5Fe4 R620, H170	150	252	242	237	232
	160	243	233	228	224
	170	236	226	221	216
	180	229	219	214	209
	190	223	213	208	203
	200	218	207	202	198
	210	213	202	197	193
	220	210	199	193	188
	230	207	196	190	185
	240	205	194	188	182
	250	204	192	186	180

AD 2000-Merkblatt

Seite 16 AD 2000-Merkblatt W 6/2, Ausg. 03.2009

Tafel 13.1 Zulässige Spannung K/S für Blech, Band oder Platte

Temperatur °C	Zulässige Spannung K/S in MPa für Auslegungsdauer in h											
	Cu-DHP						CuZn40 und CuZn39Pb0,5					
	R200	R200 ¹⁾	R220	R220 ¹⁾	R240		R340		R400		R400 ²⁾	
	bis 100 000				10 000	100 000	10 000	100 000	10 000	100 000	10 000	100 000
20/50	57	50	63	55	120	120	93	93	160	160	133	133
100	57	50	63	55	113	113	91	91	145	125	127	125
110	56	49	62	54	112	112	91	91	139	114	125	114
120	54	48	60	53	111	111	91	91	130	104	125	104
130	53	46	59	51	109	109	91	91	120	93	120	93
140	51	45	57	50	108	108	91	82	108	82	108	82
150	50	44	56	49	107	107	91	72	96	72	96	72
160	49	43	54	48	106	106	84	61	84	61	84	61
170	47	41	53	46	104	104	72	50	72	50	72	50
180	46	40	51	45	103	103	60	40	60	40	60	40
190	44	39	50	44	101	101	48	31	48	31	48	31
200	43	38	49	43	100	94	37	24	37	24	37	24
210	41	36	47	41	99	82	29	18	29	18	29	18
220	40	35	46	40	97	69	23	13	23	13	23	13
230	39	34	44	39	90	55	18	9	18	9	18	9
240	37	33	43	38	78	42	14	7	14	7	14	7
250	36	31	41	36	66	28	12	5	12	5	12	5
¹⁾ gelötet ²⁾ > 10 bis ≤ 40 mm												

Temperatur °C	Zulässige Spannung K/S in MPa für Auslegungsdauer in h											
	CuZn20Al2As				CuZn38Sn1As				CuZn38AlFeNiPbSn			
	R300/R330		R390		R340		R400		R390		R430	
	bis 100 000		10 000	100 000	10 000	100 000	10 000	100 000	10 000	100 000	10 000	100 000
20/50	67		160	160	117	117	133	133	120	120	133	133
100	57		153	153	115	115	127	125	117	117	123	123
110	57		153	148	114	114	125	114	116	116	123	123
120	57		153	137	114	104	124	104	116	116	123	118
130	57		145	126	113	93	120	93	115	110	123	110
140	57		135	115	108	82	108	82	115	101	116	101
150	kein Einsatz über 150 °C		125	104	96	72	96	72	108	92	108	92
160			116	92	84	61	84	61	100	82	100	82
170			106	81	72	50	72	50	91	72	91	72
180			96	70	60	40	60	40	82	62	82	62
190			86	59	48	31	48	31	73	53	73	53
200			77	48	37	24	37	24	64	44	64	44
210			67	38	29	18	29	18	55	36	55	36
220			57	29	23	13	23	13	46	29	46	29
230			46	21	18	9	18	9	38	22	38	22
240			34	15	14	7	14	7	31	16	31	16
250			24	10	12	5	12	5	24	11	24	11

AD 2000-Merkblatt

Tafel 13.1 (Fortsetzung)

Temperatur °C	Zulässige Spannung K/S in MPa für Auslegungsdauer in h										
	CuNi10Fe1Mn						CuNi30Mn1Fe				CuAl10Ni5Fe4
	R300		R320		R350		R350		R410		R620, H170
	10 000	100 000	10 000	100 000	10 000	100 000	10 000	100 000	10 000	100 000	bis 100 000
20/50	97	97	133	133	167	167	117	117	200	200	180
100	92	92	127	127	157	157	109	109	183	183	177
110	91	91	126	126	156	156	108	108	182	182	176
120	91	91	125	125	154	154	107	107	181	181	175
130	90	90	125	125	153	153	107	107	179	179	175
140	90	90	124	124	151	151	106	106	178	178	174
150	89	89	123	123	150	150	105	105	177	177	173
160	88	88	122	122	149	149	104	104	176	176	173
170	87	87	121	121	149	149	104	104	175	175	173
180	87	87	119	119	148	148	103	103	175	175	173
190	86	86	118	118	148	148	103	103	174	174	173
200	85	85	117	117	147	147	102	102	173	173	173
210	85	85	110	110	134	134	101	100	157	157	172
220	84	84	103	103	121	121	101	99	141	141	171
230	83	83	96	96	108	108	100	97	125	125	169
240	83	83	89	89	95	95	99	96	109	109	168
250	82	82	83	83	83	83	99	94	94	94	167
260	81	80	83	80	83	80	98	92	94	92	–
270	81	77	83	77	83	77	96	91	94	91	–
280	80	73	80	73	80	73	95	89	94	89	–
290	77	68	77	68	77	68	93	88	93	88	–
300	74	62	74	62	74	62	92	86	92	86	–
310	–	–	–	–	–	–	90	84	90	84	–
320	–	–	–	–	–	–	89	83	89	83	–
330	–	–	–	–	–	–	87	82	87	82	–
340	–	–	–	–	–	–	86	80	86	80	–
350	–	–	–	–	–	–	84	78	84	78	–

AD 2000-Merkblatt

Seite 18 AD 2000-Merkblatt W 6/2, Ausg. 03.2009

Tafel 13.2 Zulässige Spannung K/S für nahtlose Rohre

Temperatur °C	Zulässige Spannung K/S in MPa für Auslegungsdauer in h									
	Cu-DHP						CuZn20Al2As			
	R200	R200 ¹⁾	R220	R220 ¹⁾	R250		R340		R390	
	bis 100 000				10 000	100 000	10 000	100 000	10 000	100 000
20/50	57	50	63	55	100	100	87	87	107	107
100	57	50	63	55	90	90	83	83	99	99
110	56	49	62	54	89	89	83	83	98	98
120	54	48	60	53	89	89	83	83	97	97
130	53	46	59	51	88	88	83	83	97	97
140	51	45	57	50	88	88	83	83	96	96
150	50	44	56	49	87	87	83	83	95	95
160	49	43	54	48	86	86	83	83	95	92
170	47	41	53	46	85	85	82	81	94	81
180	46	40	51	45	85	85	81	70	93	70
190	44	39	50	44	84	84	81	59	86	59
200	43	38	49	43	83	83	77	48	77	48
210	41	36	47	41	83	82	67	38	67	38
220	40	35	46	40	82	69	57	29	57	29
230	39	34	44	39	81	55	46	21	46	21
240	37	33	43	38	78	42	34	15	34	15
250	36	31	41	36	66	28	24	10	24	10
1) gelötet										

Temperatur °C	Zulässige Spannung K/S in MPa für Auslegungsdauer in h						
	CuZn28Sn1As			CuNi10Fe1Mn	CuNi30Mn1Fe	CuNi30Fe2Mn2	
	R320	R360		R290	R370	R420	
	bis 100 000	10 000	100 000	bis 100 000	bis 100 000	bis 100 000	
20/50	70	100	100	77	93	100	
100	69	96	96	72	87	93	
110	68	95	95	72	86	92	
120	68	95	95	71	86	92	
130	67	94	94	71	85	91	
140	67	94	94	70	85	91	
150	kein Einsatz über 150 °C	93	93	70	84	90	
160		93	87	70	84	88	
170		92	74	69	83	87	
180		91	58	69	83	86	
190		81	46	68	82	84	
200		68	36	68	82	83	
210		54	27	67	82	83	
220		43	20	67	81	82	
230		33	15	66	81	82	
240		25	10	66	80	81	
250		19	8	65	80	80	
260		—	—	65	80	—	
270		—	—	64	79	—	
280		—	—	63	79	—	
290		—	—	63	78	—	
300		—	—	62	78	—	
310		—	—	—	77	—	
320		—	—	—	77	—	
330		—	—	—	76	—	
340		—	—	—	75	—	
350		—	—	—	75	—	

AD 2000-Merkblatt

Tafel 13.3 Zulässige Spannung K/S für Stangen und Schmiedestücke

Temperatur °C	Zulässige Spannung K/S in MPa für Auslegungsdauer in h										
	Cu-DHP				CuZn40, CuZn39Pb0,5 CuZn39Pb2Sn, CuZn39Pb3 und CuZn40Pb2				CuNi10Fe1Mn		CuNi30Mn1Fe
	R200	R200 ¹⁾	R240		R340, R360, H075, H80		R400		R280, H070		R340, H080, H090
	bis 100 000		10 000	100 000	10 000	100 000	10 000	100 000	10 000	100 000	bis 100 000
20/50	57	50	107	107	93	93	167	167	83	83	93
100	57	50	93	93	91	91	145	125	79	79	87
110	56	49	92	92	91	91	139	114	78	78	86
120	54	48	91	91	91	91	130	104	78	78	86
130	53	46	89	89	91	91	120	93	77	77	85
140	51	45	88	88	91	82	108	82	77	77	85
150	50	44	87	87	91	72	96	72	76	76	84
160	49	43	86	86	84	61	84	61	75	75	84
170	47	41	85	85	72	50	72	50	75	75	84
180	46	40	85	85	60	40	60	40	74	74	83
190	44	39	84	84	48	31	48	31	74	74	83
200	43	38	83	83	37	24	37	24	73	73	82
210	41	36	83	82	29	18	29	18	72	72	82
220	40	35	82	69	23	13	23	13	71	71	81
230	39	34	81	55	18	9	18	9	71	71	81
240	37	33	78	42	14	7	14	7	70	70	80
250	36	31	66	28	12	5	12	5	69	69	80
260	–	–	–	–	–	–	–	–	69	69	80
270	–	–	–	–	–	–	–	–	68	68	79
280	–	–	–	–	–	–	–	–	67	67	79
290	–	–	–	–	–	–	–	–	67	67	78
300	–	–	–	–	–	–	–	–	66	62	78
310	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	77
320	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	77
330	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	76
340	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	75
350	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	75

¹⁾ gelötet

Tafel 14. Elastizitätsmodul

Werkstoffkurzzeichen	Elastizitätsmodul bei Temperatur in K und °C GPa											
	K	20	68	173	293	323	373	423	473	523	573	623
	°C	– 253	– 195	– 100	20	50	100	150	200	250	300	350
Cu-DHP		138	136	133	128	127	125	122	120	118	–	–
CuZn40		–	108	106	105	100	93	91	89	83	–	–
CuZn39Pb0,5		–	108	106	105	100	93	91	89	83	–	–
CuZn39Pb2Sn		–	108	106	105	100	93	91	89	83	–	–
CuZn39Pb3		–	108	106	105	100	93	91	89	83	–	–
CuZn40Pb2		–	108	106	105	100	93	91	89	83	–	–
CuZn20Al2As		–	–	–	110	110	108	107	106	105	–	–
CuZn28Sn1As		119	116	112	108	108	108	101	94	87	–	–
CuZn38Sn1As		109	108	106	104	102	98	95	92	89	–	–
CuZn38AlFeNiPbSn		–	–	110	106	106	105	98	90	83	–	–
CuNi10Fe1Mn		153	148	142	130	129	128	127	125	122	121	–
CuNi30Mn1Fe		161	158	155	150	150	149	148	146	144	142	141
CuAl10Ni5Fe4		128	123	122	120	120	116	115	115	110	–	–
CuNi30Fe2Mn2		–	–	–	156	–	–	–	–	–	–	–

Herausgeber:



Verband der TÜV e.V.

E-Mail: berlin@vdtuev.de
<http://www.vdtuev.de>

Bezugsquelle:

Beuth

Beuth Verlag GmbH
 10772 Berlin
 Tel. 030/26 01-22 60
 Fax 030/26 01-12 60
info@beuth.de
www.beuth.de