

Metalle

Eisenwerkstoffe

Als Eisenwerkstoffe werden Metalllegierungen bezeichnet, bei denen der Massenanteil des Eisens höher ist als der jedes anderen Legierungselements. Das wichtigste Legierungselement ist Kohlenstoff. Abhängig vom Kohlenstoffgehalt und von der Wärmebehandlung erhält man verschiedene Stähle und Gusseisen.

Eisen-Kohlenstofflegierungen mit einem Kohlenstoffgehalt unter 2 %, die kalt oder warm umformbar (schmiedbar) sind, werden als Stähle bezeichnet, nichtschmiedbare Eisenwerkstoffe, mit einem Kohlenstoffanteil über 2 % als Gusseisen.

Stahl

Als Stahl bezeichnet man aus Erz erschmolzene Legierungen aus Eisen und Kohlenstoff mit einem Kohlenstoffgehalt (C) von weniger als 2,1 %. Begleitbestandteile sind Phosphor, Schwefel und Stickstoff. Als weitere Bestandteile können Mangan, Silizium, Chrom, Nickel, Molybdän hinzulegiert werden. Je nach Legierungselementen und Kohlenstoffgehalt wird Stahl unterschieden in: unlegierter Stahl mit einem Kohlenstoffgehalt C < 0,2 %, niedriglegierter Stahl mit einem Kohlenstoffgehalt C > 0,2 % und Legierungselemente unter 5 % hochlegierter Stahl mit Legierungselementen über 5 %. Eisen ist nach Sauerstoff, Silizium und Aluminium mit 5 % das vierhäufigste Element der Erdkruste. Rohrprodukte für die Herstellung von Stahl sind Roh-eisen, Eisenschwamm und Schrott.

Das Roheisen wird aus eisenhaltigen Erzen durch Reduktion im Hochofenverfahren mit Hilfe von Koks gewonnen. Es hat einen hohen Kohlenstoffgehalt und enthält Begleitelemente, die bei der Stahlherstellung entfernt werden müssen. Eisenschwamm ist ein aus Eisenerz ohne Schmelzprozess im Direktreduktionsverfahren im Schacht- oder Drehrohrofen mit Gas oder festem Kohlenstoff als Reduktionsmittel erzeugter Einsatzstoff, der Eisenerz mit einem Fe-Gehalt über 66 % benötigt. Die wichtigsten Eisenerze sind Magnetit (Fe3O4) mit Fe-Gehalt 72 %, Hämatit (Fe2O3) mit 70 % Fe-Gehalt, Limonit (Fe2O3 * H2O) mit 63 % Fe-Gehalt und Siderit (FeCO3) mit 48 % Fe-Gehalt. Schrott ist überwiegend Altstahl. Die Verunreinigungen lösen sich im Stahl und beeinträchtigen dessen technologische Eigenschaften. Sie sollten daher vor dem Einschmelzen möglichst in geeigneter Form abgetrennt werden.

Eigenschaften

Rohdichte:	7,85 g/cm³
Wärmeleitfähigkeit:	35 - 43 W/mK
Schmelzpunkt:	1.240 - 1.460 °C
Wärmedehnzahl:	0,018 - 0,012 mm/mK
Wärmespeicherzahl:	127 Wh/m³K
Zugfestigkeit:	330 - 610 N/mm²



Definition Metalle

Metalle (vom griech. Metallon = Bergwerk) werden in der Metallindustrie und im Handel unterschieden in Eisenwerkstoffe (Eisen und Stahl) und Nichteisenmetalle.

Nichteisenmetalle

Die Nichteisenmetalle werden nach ihrer Dichte unterteilt in:

Schwermetalle (Rohdichte über 4,5 g/cm³) wie Blei, Kupfer, Zink, Zinn, Chrom, Nickel, Leichtmetalle (Rohdichte unter 4,5 g/cm³) wie Aluminium, Magnesium, Titan.

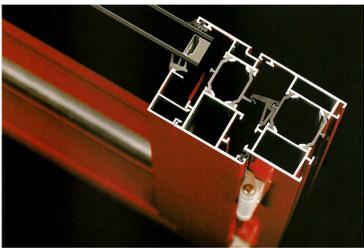
Aluminium

Aluminium ist der Oberbegriff für alle Werkstoffe auf Basis von Aluminium. Darunter fallen Legierungen, Rein- und Reinstaluminium. Aluminium gehört zu den Leichtmetallen und ist nach Stahl das am häufigsten verwendete Metall. Im Bauwesen wird für Bleche, Bänder und Profile überwiegend mit Mangan, Magnesium, Silizium, Zink, Kupfer niedrig bis niedrigst legiertes Aluminium verwendet. Beispiel für Werkstoffnummer EN-AW 3103: Si 0,5 %, Fe 0,7 %, Cu 0,1 %, Mn 0,9 - 1,5 %, Mg 0,3 %, Cr 0,1 %, Zn 0,2 %, Zr+Ti 0,1 %, Rest Al.

Aluminium ist nach Sauerstoff und Silizium mit ca. 8 % das drithäufigste Element der Erdkruste, tritt aber stets in chemischen Verbindung mit anderen Elementen auf. Es ist das häufigste Metall; danach folgt Eisen mit einem Anteil von ca. 5 %. Aluminium ist in Feldspaten und Glimmern oder in deren Verwitterungsprodukten enthalten. Als Rohstoff für die Aluminiumproduktion wird fast ausschließlich Bauxit eingesetzt. Es ist ein erdiges Sedimentgestein, das sich im wesentlichen aus Aluminiumoxid Al2O3 (40 bis 60%), Eisenoxid Fe2O3 (0 bis 30%), Siliziumdioxid SiO2 (bis 5%) und Titandioxid TiO2 (bis 2,5%) zusammensetzt, wobei das Eisenoxid die meist rötliche Färbung bedingt. Hauptfördergebiete liegen in Ländern des Tropengürtels wie Australien, Guinea, Jamaika und Brasilien.

Eigenschaften

Rohdichte:	2,70g/cm³
Wärmeleitfähigkeit:	235 W/mK
Schmelzpunkt:	660 °C
Wärmedehnzahl:	0,024 mm/mK
Wärmespeicherzahl:	670 Wh/m³K
Zugfestigkeit:	60 - 530 N/mm²



Nichtrostender Stahl

Nichtrostender Stahl wird auch als Edelstahl bzw. hochlegierter Stahl bezeichnet. Diese Stähle enthalten im allgemeinen mindestens 12 % Chrom und sind beständig gegen oxidierende Angriffsmittel. Höhere Chromgehalte und weitere Legierungsbestandteile, wie Nickel, Molybdän, Titan oder Niob verbessern die Korrosionsbeständigkeit. Unterschiedliche Namen sind für Nichtrostende Stähle im Handel, wie Edelstahl Rostfrei, V2A, V4A, NIROSTA, Remanit, Cromargan. Die rostfreien Stähle werden in zwei Stahlgruppen aufgeteilt, die sich auf den Gefügezustand beziehen. Einmal die ferritischen und martensitischen Stähle (magnetisch) und zum andern die austenitischen Stähle (nicht magnetisch).

Neben den Eisenerzen als Hauptrohstoff werden den nichtrostenden Stählen die verschiedensten Legierungselemente zulegiert. Dies sind insbesondere Chrom (15,5 - 19 %), Nickel (8,5 - 13,5 %) und Molybdän (2 - 2,5 %). Daneben können in kleinsten Mengen Mangan und Titan hinzulegiert werden.

Chrom ist ein relativ häufiges Element. Mit einer durchschnittlichen Konzentration von 200 mg/kg steht es an 21. Stelle nach der Häufigkeit der Elemente in der Erdkruste. Zur Gewinnung von Chrom dient ausschließlich Chromenstein (Chromit) FeCr2O4. Ca. 90% der abbaubaren Weltreserven befinden sich im südlichen Afrika. Jährlich werden etwa 7 Mio. t gefördert.

Nickel ist in der Erdkruste mit ca. 0,008% enthalten und steht damit an 24. Stelle in der Häufigkeit der Elemente in der Erdkruste.

Eigenschaften

Rohdichte:	7,90 g/cm³
Wärmeleitfähigkeit:	15 W/mK
Schmelzpunkt:	1.500 °C
Wärmedehnzahl:	0,016 mm/mK
Wärmespeicherzahl:	127 Wh/m³K
Zugfestigkeit:	550 - 750 N/mm²



Wetterfester Stahl

Wetterfester Baustahl (WT-Stahl) ist ein niedriglegierter Stahl mit geringen Zusätzen an Chrom und Kupfer, teilweise auch mit erhöhtem Phosphorgehalt und Zusätzen an Nickel. Unter dem Einfluss der Bewitterung bildet sich auf der Oberfläche eine stabile oxidische Deckschicht, die sich ständig erneuert und so den Widerstand gegen atmosphärische Korrosion herstellt. Da der anfänglich normal einsetzende Rostungsvorgang sich erst allmählich verlangsamt, dürfen wetterfeste Baustähle für tragende Bauteile erst ab einer Dicke von 3 mm verwendet werden. Neun verschiedene Sorten sind genormt. Gebräuchliche Werkstoffnummern: S235J2W, S355J2W Handelsnamen (Auswahl) sind Cor-Ten Stahl, Patinax, Acor, Allwesta, Resista.

Die Rohstoffe entsprechen denen der Stahlerzeugung. Zusätzliche Legierungsbestandteile sind 0,5 % Kupfer, 0,8 % Chrom, 0,5 % Nickel und 0,1 % Phosphor.

Der Stahl ist gut schweiß- und schmiedbar und wird im Stahlhoch- und Brückenbau, im Behälterbau, bei Abgasanlagen sowie im Fahrzeug- und Gerätebau, eingesetzt. Aufgrund seiner Unempfindlichkeit gegenüber Witterungseinflüssen und seiner charakteristischen Oberfläche wird er auch für Akzente in der Architektur eingesetzt.

Eigenschaften

Rohdichte:	7,85 g/cm³
Wärmeleitfähigkeit:	35 - 43 W/mK
Schmelzpunkt:	1240 - 1460 °C
Wärmedehnzahl:	0,018 - 0,012 mm/mK
Wärmespeicherzahl:	127 Wh/m³K
Zugfestigkeit:	330 - 610 N/mm²



Blei

Blei gehört zur Gruppe der Nichteisenmetalle und aufgrund seiner hohen Dichte zur Gruppe der Schwermetalle.

Beim Verbrauch der NE-Metalle nimmt Blei nach Aluminium, Kupfer und Zink den vierten Rang ein. Im Bauwesen lag 1997 der Verbrauch von Blei bei 51.000 t Halbzeug.

Bleiblech besteht aus Kupferhüttenblei (Pb) 99,94 % mit geringen Legierungszusätzen von Cu 0,04 - 0,05 % und normenmäßig festgelegten zulässigen Beimengungen von max. 0,06 %.

Der Anteil von Blei am Aufbau der Erdkruste wird allgemein mit 0,002 Gewichtsprozent angegeben (15 mg/kg), damit gehört es zu den häufigen Metallen in der Erdkruste. Rohstoff und am häufigsten ist der Bleiglanz ein Sulfid (PbS) mit einem Bleigehalt bis zu 86 %. Weitere Bleiminerale sind Weißbleierz (PbCO3), Bleigehalt bis zu 83 % und die wirtschaftlich geringerwertigen Minerale Anglesit (PbSO4) mit 73 % Bleigehalt, Buntbleierz (Pb(PO4)3Cl) und Rotbleierz (PbMoO4) mit 60 % Bleigehalt.

Eigenschaften

Rohdichte:	11,34 g/cm³
Wärmeleitfähigkeit:	35 W/mK
Schmelzpunkt:	327 °C
Wärmedehnzahl:	0,029 mm/mK
Wärmespeicherzahl:	410 Wh/m³K
Zugfestigkeit:	15 N/mm²



Verzinkungen

Verzinkter Stahl ist Stahl, auf den ein Überzug aus Zink aufgebracht wird. Beim Feuerverzinken oder Stückverzinken werden Stahlbauteile durch Eintauchen in ein flüssiges Zinkbad mit einem 50 bis 150 µm dicken Zinküberzug versehen. Beim Bandverzinken, werden die Bleche, Bänder beim Durchlaufen durch ein flüssiges Zinkbad mit einem 15 bis 40 µm dicken Zinküberzug versehen.

Das galvanische bzw. elektrolytische Verzinken erfolgt durch Zinkabscheidung durch elektrischen Strom in wäßrigen Elektrolyten mit Dicken des Überzuges von 5 - 25 µm (Einzelbäder) bzw. 2,5 - 5 µm (Durchlaufverfahren).

Außerdem: Thermisches Spritzen oder Spritzverzinken mit Zinkuträgen von 80 - 150 µm; Sheradisieren mit Überzügen aus Zinkstaub (15 - 25 µm); Mechanische Plattieren mit Überzügen von 10 - 20 µm. (1 µm = 1/1000 mm; 100 µm entspricht 700 g/m²)



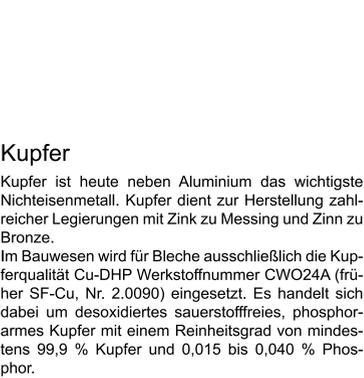
Guss

Man unterscheidet folgende Gussorten: Stahlguss (GS), dabei wird der Stahl in Formen gegossen und abschließend nicht mehr umgeformt. Gusseisen ist eine Eisen-Kohlenstoff-Verbindung mit einem C-Gehalt, der in der Regel über 2,5 % liegt. Im allgemeinen liegen auch die Silizium und Phosphorgehalte deutlich über denen herkömmlicher Stähle. Gusseisen mit Lamellengraphit (GGL) Gusseisen mit Kugelgraphit (GGG) Temperguss (GT) Entscheidend für die Eigenschaften, die Art und Benennung des Gusseisens ist die Form des Kohlenstoffs im erstarrten Guss. Man unterscheidet graues Gusseisen, bei dem der Kohlenstoff ungebunden als Graphit vorliegt, und weißes Gusseisen, bei dem der Kohlenstoff als Zementit gebunden ist. Gussstahl kann sowohl in unlegierter als auch in legierter Form vorliegen.

In der Bundesrepublik werden jährlich ca. 4 Mio. t Gusseisenwerkstoffe erzeugt. Das sind ca. 10 % der sonstigen Stahlerzeugnisse. Rohstoffe für Gusswerkstoffe sind Roheisen, Gussbruch und Stahlschrott. Daneben können zusätzlich sowohl Späne, Blechpakete, Reststoffe aus der Produktion als auch Gussbruch (bis zu 70 %) und Ausschuss aus dem Schmelzbetrieb eingeschmolzen werden. Stahlguss wird durch Legieren weiter veredelt.

Eigenschaften

Rohdichte:	7,85 g/cm³
Wärmeleitfähigkeit:	35 - 43 W/mK
Schmelzpunkt Stahlguss:	1.500 - 1.700 °C
Schmelzpunkt Gusseisen:	1.150 °C
Wärmedehnzahl:	0,018 - 0,012 mm/mK
Wärmespeicherzahl:	127 Wh/m³K
Zugfestigkeit:	100 - 800 N/mm²



Kupfer

Kupfer ist heute neben Aluminium das wichtigste Nichteisenmetall. Kupfer dient zur Herstellung zahlreicher Legierungen mit Zink zu Messing und Zinn zu Bronze.

Im Bauwesen wird für Bleche ausschließlich die Kupferqualität Cu-DHP Werkstoffnummer CWO24A (früher SF-Cu, Nr. 2.0090) eingesetzt. Es handelt sich dabei um desoxidiertes sauerstofffreies, phosphorarmes Kupfer mit einem Reinheitsgrad von mindestens 99,9 % Kupfer und 0,015 bis 0,040 % Phosphor.

Kupfer ist am Aufbau der Erdkruste (bis 16 km Tiefe) zu 0,004 bis 0,006 % beteiligt. Vergleicht man die Häufigkeit aller in der Erdkruste vorkommenden Elemente, so steht Kupfer an 23. Stelle. Etwa 85 % der Weltkupfererzeugung stammen aus sulfidischen Erzen, die im Mittel einen Kupfergehalt von 0,4 bis 1 % aufweisen Von den zahlreichen Kupfermineralien sollen hier nur die bekanntesten genannt werden: Chalkopyrit CuFeS2 (Kupferkies), Chalkosin Cu2S (Kupferglanz), Bornit Cu5FeS4 (Buntkupfererz), Malachit Cu2(OH)2CO3 (Kupferspat), Azurit Cu3(OH)2[CO3]2 (Kupferlasur), Cuprit Cu2O (Rotkupfererz). Die Cu-Gehalte liegen dabei zwischen 34 und 79 %. Kupfermineralien kommen meist in Begleitung anderer Metalle wie Eisen, Blei, Gold und Silber vor.

Eigenschaften

Rohdichte	8,92 g/cm³
Wärmeleitfähigkeit	385 W/mK
Schmelzpunkt:	1.083 °C
Wärmedehnzahl:	0,017 mm/mK
Wärmespeicherzahl:	955 Wh/m³K
Zugfestigkeit:	200 - 250 N/mm²



Eigenschaften

Rohdichte	8,6 - 8,8 g/cm³
Wärmeleitfähigkeit	54-75 W/mK
Schmelzpunkt:	990 °C
Wärmedehnzahl:	0.017 -0,019 mm/mK
Wärmespeicherzahl:	?? Wh/m³K
Zugfestigkeit:	240 - 300 N/mm²

