METALL · KAPITEL 01 / 13

Die Landkarte der Werkstoffe

Die erste Frage lautet: Was ist der Grundwerkstoff?

Metallische Werkstoffe besitzen typischerweise gute elektrische und thermische Leitfähigkeit. Sie werden in Eisenwerkstoffe und Nichteisenmetalle eingeteilt. Bei Eisenwerkstoffen ist Eisen der überwiegende Grundbestandteil. Dazu gehören Stahl und Gusseisen. Bei NE-Metallen bildet beispielsweise Aluminium, Kupfer oder Titan die Basis.

Die Einteilung nach dem Grundmetall ist etwas anderes als die Einteilung nach Legierung, Dichte oder Herstellverfahren. Eine Aluminiumlegierung bleibt ein NE-Werkstoff. Ein nichtrostender Stahl bleibt ein Eisenwerkstoff. Ein Werkstoff kann also gleichzeitig mehreren sinnvoll getrennten Gruppen angehören.

Frage	Einteilung	Beispiel
Grundmetall?	Eisen / Nichteisen	Stahl / Aluminium
Gezielt zusammengesetzt?	Reinmetall / Legierung	Kupfer / Messing
Bei Stahl: Zusammensetzung?	Unlegiert / legiert	C45 / 42CrMo4
Herstellweg?	Guss- / Knetwerkstoff	Gehäuseguss / gewalztes Blech

Praxisbeispiel

Eine Halterung aus AlMgSi ist ein NE-Werkstoff auf Aluminiumbasis, eine Legierung und bei einem extrudierten Profil ein Knetwerkstoff. Keine dieser Aussagen widerspricht der anderen.

Typischer Fehler

„Nicht magnetisch“ ist kein sicherer Nachweis für ein NE-Metall. Auch viele austenitische nichtrostende Stähle sind kaum magnetisch; Bearbeitung kann ihr magnetisches Verhalten verändern.

Selbst erklären

Ist Messing ein Eisenwerkstoff, weil es eine Legierung ist?

Lösung: Nein. Messing ist eine Kupfer-Zink-Legierung. Kupfer ist die Basis, deshalb zählt es zu den NE-Metallen. Legierung bedeutet nicht automatisch Stahl.

METALL · KAPITEL 02 / 13

Stahl oder Gusseisen?

Beide basieren auf Eisen, reagieren aber bei Herstellung und Belastung unterschiedlich.

Stahl ist ein Eisenwerkstoff mit meist weniger als etwa 2 Masse-% Kohlenstoff. **Gusseisen** hat üblicherweise einen höheren Kohlenstoffgehalt. Diese Grenze ist eine vereinfachte Orientierung; spezielle Legierungen und normative Definitionen benötigen genauere Angaben. Nicht allein der Kohlenstoffgehalt entscheidet über alle Eigenschaften.

Bei Gusseisen ist die Form des Kohlenstoffs wichtig: Lamellengraphit wirkt anders als Kugelgraphit. Grauguss dämpft Schwingungen gut, ist unter Zug aber vergleichsweise spröde. Gusseisen mit Kugelgraphit ist häufig deutlich duktiler. Stahl lässt sich je nach Sorte gut walzen, schmieden und schweißen. Auch Stahl kann gegossen werden: Stahlguss ist nicht gleich Gusseisen.

Werkstoff	Typische Stärke	Typische Verwendung
Un-/niedriglegierter Stahl	Breite Auswahl an Festigkeit und Bearbeitbarkeit	Halterungen, Wellen, Schweißkonstruktionen
Gusseisen mit Lamellengraphit	Dämpfung, Gießbarkeit	Maschinenbetten, Gehäuse
Gusseisen mit Kugelgraphit	Gießbarkeit mit höherer Duktilität	Belastete Gussteile, Armaturen
Stahlguss	Stahleigenschaften bei gegossener Form	Komplexe hochbelastete Bauteile

Praxisbeispiel

Ein Maschinenbett soll Schwingungen dämpfen und eine komplexe Form haben. Lamellengraphitguss kann dafür geeignet sein. Eine schlanke, stoßbelastete Zugstange stellt andere Anforderungen.

Typischer Fehler

„Gegossen = Gusseisen“ ist falsch. Auch Stahl, Aluminium und Kupferlegierungen können gegossen werden. Herstellverfahren und Werkstoffgruppe getrennt benennen.

Selbst erklären

Warum ist ein Gussteil nicht automatisch spröde?

Lösung: Die Legierung, Graphitform, Wärmebehandlung und Fehlerfreiheit bestimmen das Verhalten. Kugelgraphitguss kann sich beispielsweise deutlich stärker plastisch verformen als Lamellengraphitguss.

METALL · KAPITEL 03 / 13

Unlegiert, legiert, hochlegiert

Legierungselemente verändern Eigenschaften gezielt - sie machen nicht automatisch alles besser.

Eine **Legierung** besteht aus einem metallischen Grundbestandteil und weiteren Elementen. Schon Stahl enthält Kohlenstoff. „Unlegierter Stahl“ bedeutet deshalb nicht chemisch reines Eisen, sondern dass die für die Klassifikation festgelegten Grenzwerte der betreffenden Legierungselemente nicht erreicht werden.

Chrom, Nickel, Molybdän und andere Elemente können beispielsweise Korrosionsverhalten, Härtbarkeit oder Warmfestigkeit beeinflussen. Wirkung und Grenzen hängen vom Zusammenspiel mit Kohlenstoff, Gefüge und Wärmebehandlung ab. Ein höherer Legierungsgehalt kann Bearbeitung, Schweißen und Kosten verschlechtern.

Bei der Bezeichnung hochlegierter Stähle weist ein vorangestelltes X auf das entsprechende Bezeichnungssystem hin; mindestens ein Legierungselement erreicht dort 5 %. Diese Bezeichnungsregel ersetzt nicht die vollständige Klassifikation eines Werkstoffs.

Element	Möglicher Beitrag	Wichtige Grenze
Kohlenstoff C	Härtepotenzial bei Stählen	Mehr C kann Schweißbarkeit und Zähigkeit erschweren
Chrom Cr	Härtbarkeit; ab etwa 10,5 % gelöstem Chrom Korrosionsbeständigkeit (nichtrostender Stahl)	Nicht jeder chromhaltige Stahl ist nichtrostend
Nickel Ni	Zähigkeit; Stabilisierung bestimmter Gefüge	Wirkung ist legierungsabhängig
Molybdän Mo	Härtbarkeit, Warmfestigkeit	Kein Ersatz für richtige Wärmebehandlung

Praxisbeispiel

Ein größerer Wellenquerschnitt soll auch im Kern die geforderte Festigkeit erreichen. Eine passende legierte Vergütungsstahlsorte kann geeigneter sein als eine unlegierte Sorte mit ähnlichem Kohlenstoffgehalt.

Typischer Fehler

Unlegiert bedeutet weder „minderwertig“ noch „nicht härtbar“. Ein unlegierter Stahl mit genügend Kohlenstoff kann härtbar sein; dünne und dicke Querschnitte verhalten sich unterschiedlich.

Selbst erklären

Warum reicht „legierter Stahl“ als Bestellangabe nicht?

Lösung: Die genaue Sorte, Abmessung und der Lieferzustand fehlen. Erst damit werden die verlangten Eigenschaften und die geeignete Bearbeitung nachvollziehbar.

METALL · KAPITEL 04 / 13

Werkstoffnamen lesen

Eine Bezeichnung ist ein Hinweis auf Eigenschaften oder Zusammensetzung - noch keine fertige Fertigungsanweisung.

Stähle können nach Verwendung/mechanischen Eigenschaften oder nach Zusammensetzung bezeichnet sein. **S235** gehört zur ersten Gruppe: S steht für Baustahl. Die Zahl gibt die Mindeststreckgrenze in N/mm² an: S235 hat mindestens 235 N/mm² - gültig für die kleinste Erzeugnisdicke (bis 16 mm). Bei dickeren Erzeugnissen liegt der Mindestwert niedriger.

C45 steht vereinfacht für einen unlegierten Stahl mit ungefähr 0,45 % Kohlenstoff. **42CrMo4** bezeichnet einen legierten Stahl mit ungefähr 0,42 % Kohlenstoff sowie Chrom und Molybdän. Die nachfolgenden Zahlen sind nicht einfach die Prozentwerte aller Elemente.

Bei **X5CrNi18-10** steht 5 für ungefähr 0,05 % Kohlenstoff; 18 und 10 geben ungefähre Gehalte von Chrom und Nickel an. Für verbindliche Werte gelten Werkstoffnorm, Datenblatt und Zeugnis.

Beispiel	Einordnung	Wofür es häufig betrachtet wird
S235	Baustahl nach Eigenschaften	Halterungen und allgemeine Konstruktionen
C45	Unlegierter Vergütungsstahl	Wellen und Bolzen
42CrMo4	Legierter Vergütungsstahl	Höher beanspruchte Maschinenbauteile
16MnCr5	Legierter Einsatzstahl	Einsatzgehärtete Zahnräder
X5CrNi18-10	Austenitischer nichtrostender Stahl	Korrosionsbeanspruchte Blechteile

Praxisbeispiel

Eine Welle ist als 42CrMo4 +QT bestellt. +QT beschreibt den vergüteten Zustand. Derselbe Werkstoffname ohne geklärten Lieferzustand garantiert nicht dieselbe Bearbeitbarkeit oder Festigkeit.

Typischer Fehler

„Edelstahl“ ist kein eindeutiges Synonym für „rostfrei“. Der Begriff betrifft eine Qualitätsgruppe; nichtrostende Stähle sind gesondert zu benennen.

Selbst erklären

Kannst du aus 42CrMo4 allein den endgültigen Härtewert des Bauteils ablesen?

Lösung: Nein. Lieferzustand, Wärmebehandlung, Querschnitt und Prüfvorgaben fehlen. Die Bezeichnung identifiziert eine Sorte, nicht jeden möglichen Zustand.

METALL · KAPITEL 05 / 13

Aluminium, Magnesium, Titan

Geringe Dichte ist nur ein Teil der Werkstoffentscheidung.

Bei gleichem Volumen sind Aluminium- und Magnesiumlegierungen deutlich leichter als Stahl; auch Titan besitzt eine geringere Dichte als Stahl. Die Dichte allein sagt jedoch nichts darüber, wie dick ein Bauteil für die geforderte Steifigkeit oder Belastung sein muss. **Steifigkeit** hängt unter anderem vom Elastizitätsmodul und von der Geometrie ab.

Aluminium leitet Wärme gut und bildet eine schützende Oxidschicht. Seine Legierungen unterscheiden sich stark: Manche sind durch Ausscheidungshärtung festigkeitssteigerbar, andere hauptsächlich durch Kaltverformung. Bei Titan können hohe spezifische Festigkeit und gute Korrosionsbeständigkeit vorteilhaft sein; Material- und Bearbeitungskosten sind oft höher.

Werkstoffbasis	Richtwert Dichte	Typische Überlegung
Aluminium	ca. 2,7 g/cm³	Profile, leichte Gehäuse, Wärmeabfuhr
Magnesium	ca. 1,7 g/cm³	Sehr leichte Bauteile; Späne und Staub sind brennbar - Magnesiumbrand nie mit Wasser löschen, nur mit Metallbrandlöscher (Brandklasse D) oder trockenem Sand.
Titan	ca. 4,5 g/cm³	Festigkeit zu Gewicht, Korrosionsbeanspruchung
Stahl zum Vergleich	ca. 7,85 g/cm³	Steifigkeit, Belastbarkeit und Kosten

Praxisbeispiel

Ein Aluminiumblock mit 100 cm³ Volumen wiegt näherungsweise 270 g. Ein Stahlblock gleichen Volumens etwa 785 g. Ob beide dieselbe Aufgabe erfüllen, muss trotzdem separat geprüft werden.

Typischer Fehler

Eine Stahlausführung einfach mit denselben Abmessungen in Aluminium nachbauen. Gewinde, Verschleißflächen und Durchbiegung können dann problematisch werden.

Selbst erklären

Ist das leichteste Metall immer die beste Wahl für eine Halterung?

Lösung: Nein. Gewicht, Steifigkeit, Last, Temperatur, Korrosion, Bearbeitung und Verbindungstechnik müssen gemeinsam passen. Die notwendigen Abmessungen können sich ändern.

METALL · KAPITEL 06 / 13

Kupfer, Messing und Bronze

Ähnliche Farbe oder ein gemeinsames Grundmetall bedeuten nicht dieselben Einsatzmöglichkeiten.

Kupfer wird wegen seiner sehr guten elektrischen und thermischen Leitfähigkeit verwendet, etwa in Leitern und Wärmetauschern. Zusätze können Festigkeit, Verschleißverhalten oder Zerspanbarkeit verbessern, dabei aber die Leitfähigkeit verringern.

Messing ist eine Kupfer-Zink-Legierung. **Bronze** bezeichnet verschiedene Kupferlegierungen, klassisch mit Zinn; es gibt auch beispielsweise Aluminiumbronzen. Nicht jedes bronzefarbene Teil ist deshalb eine Kupfer-Zinn-Legierung.

Gleitlagerwerkstoffe werden nach Last, Geschwindigkeit, Schmierung und Gegenwerkstoff ausgewählt. Eine Bronze kann dafür geeignet sein, aber die Aussage „jede Bronze ist selbstschmierend“ wäre falsch.

Werkstoff	Typische Eigenschaften	Beispiele
Kupfer	Sehr gute Leitfähigkeit; oft duktil	Leiter, Kontakte, Wärmeübertrager
Messing	Je nach Sorte gut zerspanbar und formbar	Armaturen, Fittings, Drehteile
Zinnbronze	Häufig gutes Verschleiß- und Gleitverhalten	Lagerbuchsen, Gleitbauteile
Aluminiumbronze	Je nach Sorte hohe Festigkeit und gute Korrosionsbeständigkeit	Beanspruchte Armaturen, Maschinenteile

Praxisbeispiel

Eine stromführende Verbindung bevorzugt gute Leitfähigkeit. Eine Lagerbuchse braucht vor allem passendes Gleit- und Verschleißverhalten. Beide Teile können auf Kupfer basieren und trotzdem unterschiedliche Legierungen benötigen.

Typischer Fehler

Nur nach der gelben oder rötlichen Farbe sortieren. Oberflächenbehandlung, Oxidation und Legierungsgehalt verändern den Eindruck; Kennzeichnung und Unterlagen sind zuverlässiger.

Selbst erklären

Warum wird für ein Drehteil manchmal Messing statt reinem Kupfer gewählt?

Lösung: Eine passende Messingsorte kann sich günstiger zerspanen lassen und die benötigte Festigkeit bieten. Wenn sehr hohe Leitfähigkeit entscheidend ist, kann das anders bewertet werden.

METALL · KAPITEL 07 / 13

Hart, fest, zäh - was heißt das?

Eigenschaften beschreiben unterschiedliche Reaktionen auf Belastung.

Härte beschreibt den Widerstand gegen das Eindringen eines anderen Körpers. **Festigkeit** beschreibt den Widerstand gegen mechanisches Versagen bzw. bestimmte Verformungsgrenzen bei einer definierten Belastung. **Zähigkeit** beschreibt die Fähigkeit, Energie aufzunehmen, bevor ein Bruch eintritt.

Elastisch bedeutet: Nach Entlastung geht die Verformung zurück. **Plastisch** bedeutet: Ein Anteil bleibt. **Duktilität** beschreibt die Fähigkeit zur plastischen Verformung vor dem Bruch. Hohe Festigkeit ist nicht dasselbe wie hohe Steifigkeit.

Ein Werkstoff kann hart und zugleich spröde sein. Durch Wärmebehandlung wird häufig ein Kompromiss gesucht: genügend Verschleißfestigkeit an der Oberfläche, aber ausreichend Widerstand gegen Stoßbelastung.

Eigenschaft	Alltagsfrage in der Werkstatt	Typische Prüfung
Härte	Wie schwer entsteht ein Eindruck?	Brinell, Vickers, Rockwell
Streckgrenze	Ab wann bleibt Verformung zurück?	Zugversuch
Zugfestigkeit	Welche maximale Zugspannung wird erreicht?	Zugversuch
Kerbschlagverhalten	Wie reagiert das Material auf einen schlagartigen Kerbeinfluss?	Kerbschlagbiegeversuch
Duktilität	Wie weit verformt es sich vor dem Bruch?	Bruchdehnung / Einschnürung

Praxisbeispiel

Eine Feile braucht eine harte Zahnoberfläche, damit sie schneidet. Ein Hammerkopf muss zusätzlich Stoßbelastungen vertragen. Maximale Härte allein wäre für beide nicht automatisch die richtige Vorgabe.

Typischer Fehler

Aus einem hohen Härtewert pauschal jede Festigkeit oder Zähigkeit ableiten. Umwertungen sind werkstoff- und verfahrensabhängig; Zähigkeit wird damit nicht einfach bestimmt.

Selbst erklären

Warum kann ein hartes Teil beim Herunterfallen brechen?

Lösung: Ein hoher Eindringwiderstand verhindert keinen Sprödbruch. Bei zu geringer Zähigkeit kann die Stoßenergie zu einem Riss führen, statt durch plastische Verformung aufgenommen zu werden.

METALL · KAPITEL 08 / 13

Korrosion und Oberflächenschutz

Die Umgebung ist Teil der Werkstoffauswahl.

Korrosion ist eine Reaktion des Werkstoffs mit seiner Umgebung, die Eigenschaften verändern kann. Rost betrifft Eisenwerkstoffe; auch andere Metalle können korrodieren. Feuchtigkeit, Salze, Temperatur und Kontakt mit anderen Metallen beeinflussen die Vorgänge.

Nichtrostende Stähle besitzen unter geeigneten Bedingungen eine schützende Passivschicht. Chloride, ungünstige Spalte, Oberflächenverunreinigungen und falsche Sortenwahl können trotzdem Schäden verursachen. „Rostfrei“ ist daher kein Versprechen für jede Umgebung.

Bei **Kontaktkorrosion** wird das unedlere Metall verstärkt angegriffen, wenn es leitend mit einem edleren verbunden ist und ein Elektrolyt (z. B. Feuchtigkeit) dazukommt - etwa Aluminium an Stahl. Besonders kritisch: kleine unedle Fläche an großer edler Fläche. Isolierende Zwischenlagen und konstruktive Maßnahmen können helfen, müssen aber zur Anwendung passen.

Maßnahme	Wirkung	Typische Grenze
Lackieren	Trennt die Oberfläche von der Umgebung	Beschädigungen und Kanten beachten
Verzinken	Schutzschicht mit möglicher Opferwirkung	Umgebung und Schichtzustand beachten
Geeignete nichtrostende Sorte	Werkstoffbedingte Korrosionsbeständigkeit	Medium, Oberfläche und Spalte bleiben wichtig
Konstruktiv schützen	Wasserablauf, wenig Spalten, passende Paarungen	Ersetzt nicht jede Werkstoffanforderung

Praxisbeispiel

Eine Stahlhalterung im trockenen Innenraum und dieselbe Halterung im salzhaltigen Außenbereich benötigen nicht automatisch dasselbe Schutzkonzept. Die Einsatzbedingungen gehören auf die Anforderungsliste.

Typischer Fehler

Eine glänzende Oberfläche für einen Korrosionsnachweis halten. Glanz sagt wenig über die Legierung oder die Eignung für das Medium aus.

Selbst erklären

Warum kann eine Aluminium-Stahl-Verbindung trotz geeigneter Einzelwerkstoffe Probleme machen?

Lösung: Bei leitendem Kontakt und Feuchtigkeit kann Kontaktkorrosion auftreten. Die Paarung, Flächenverhältnisse, Beschichtungen und die Konstruktion müssen zusammen bewertet werden.

METALL · KAPITEL 09 / 13

Dichte: warum Metalle verschieden schwer sind

Dichte ist Masse je Volumen. Gleiche Größe bedeutet bei verschiedenen Werkstoffen nicht gleiche Masse.

ρ = m / V: Die Dichte ρ verbindet Masse m mit Volumen V. Häufige Einheiten sind g/cm³ und kg/m³. Es gilt **1 g/cm³ = 1000 kg/m³**. 1 cm³ entspricht 1000 mm³. Diese Umrechnungen sind für Werkstückmassen wichtiger als viele Nachkommastellen.

Die Tabellenwerte sind gerundete Orientierungen bei Raumtemperatur. Legierung, Porosität und Temperatur können die Dichte verändern. Für verlässliche Bestellungen, Zeichnungswerte oder Messauswertungen gilt der konkrete Datenblattwert.

Aluminium ist bei gleichem Volumen ungefähr ein Drittel so schwer wie Stahl. Daraus folgt nicht, dass man jedes Stahlteil unverändert durch Aluminium ersetzen kann: Steifigkeit, Verschleiß und Beanspruchung bleiben zu prüfen.

Werkstoff / Basis	Richtwert g/cm³	Dasselbe in kg/m³
Magnesium	1,74	1740
Aluminium	2,70	2700
Titan	4,50	4500
Zink	7,10	7100
Gusseisen, grobe Orientierung	7,20	7200
Stahl, allgemeiner Richtwert	7,85	7850
Nichtrostender Stahl, ungefähr	7,90	7900
Messing, ungefähr	8,50	8500
Kupfer	8,96	8960

Praxisbeispiel

Je 100 cm³ ergeben ungefähr 270 g Aluminium, 785 g Stahl oder 896 g Kupfer. Geometrie und Volumen sind gleich; die Dichte macht den Unterschied.

Typischer Fehler

7,85 g/cm³ als 7,85 kg/m³ eintragen. Der Fehler beträgt den Faktor 1000. Außerdem darf die Dichte eines Reinmetalls nicht ungeprüft für jede seiner Legierungen übernommen werden.

Selbst erklären

Wie viel wiegt ein Aluminiumkörper mit 200 cm³ bei 2,70 g/cm³?

Lösung: m = ρ × V = 2,70 × 200 = 540 g = 0,540 kg. Gemeint ist hier die Masse; die Gewichtskraft hätte die Einheit Newton.

METALL · KAPITEL 10 / 13

Masse von Platte, Stab und Rohr

Erst das Materialvolumen bestimmen, dann mit der Dichte multiplizieren.

Die Grundformel lautet **m = ρ × V**. Bei Abmessungen in Millimetern ergibt die Volumenrechnung zunächst mm³. Teile durch 1000, um cm³ zu erhalten. Mit ρ in g/cm³ erhältst du anschließend Gramm; nochmals durch 1000 ergibt Kilogramm.

Bei Rohren zählt nur das Wandmaterial. Außenvolumen minus Innenvolumen verhindert, dass du versehentlich einen Vollstab berechnest. Außendurchmesser und Innendurchmesser dürfen nicht mit Radius oder Wandstärke verwechselt werden.

Die Rechnung liefert eine Näherung für die gewählte Geometrie. Bohrungen, Fasen und Taschen verringern die Masse; Aufmaße und unbearbeitete Bereiche erhöhen sie gegenüber dem fertigen Modell.

Form	Volumen bei Maßen in mm
Quader / Platte	V = Länge × Breite × Dicke
Rundmaterial	V = π / 4 × Durchmesser² × Länge
Rohr	V = π / 4 × (Außen-Ø² − Innen-Ø²) × Länge

Praxisbeispiel

Eine Stahlplatte 100 × 50 × 10 mm hat 50000 mm³ = 50 cm³. Mit 7,85 g/cm³ ergibt sich 392,5 g = 0,3925 kg. Zehn gleiche Platten ergeben rechnerisch 3,925 kg.

Typischer Fehler

Beim Rundmaterial den Durchmesser unhalbiert in πr² einsetzen. Die passende Durchmesserformel enthält den Faktor 1/4.

Selbst erklären

Warum ist ein Rohr mit 20 mm Außen-Ø, 16 mm Innen-Ø und 100 mm Länge leichter als ein Vollstab 20 × 100 mm?

Lösung: Weil die Innenbohrung Volumen entfernt. Das Rohr hat etwa 11,31 cm³ Materialvolumen; mit Stahl-Richtwert etwa 88,8 g statt etwa 246,6 g beim Vollstab.

METALL · KAPITEL 11 / 13

Wärme, Strom und Ausdehnung

Ein Bauteil muss oft mehr können als nur eine Kraft tragen.

Wärmeleitfähigkeit beschreibt, wie gut Wärme durch einen Werkstoff transportiert wird. **Elektrische Leitfähigkeit** betrifft den Stromtransport. Beide Größen unterscheiden sich zwischen Metallen und verändern sich durch Legierung und Temperatur. Gute elektrische Leitfähigkeit ist nicht gleichbedeutend mit ausreichender mechanischer Festigkeit.

Wärmeausdehnung verändert Maße bei Temperaturänderung. Für eine einfache Längenabschätzung gilt $\Delta L = \alpha \times L \times \Delta T$. Der Ausdehnungskoeffizient α muss zur Sorte und zum Temperaturbereich passen. Stahl und Aluminium dehnen sich nicht gleich stark aus.

Auch magnetisches Verhalten und Schmelzbereich können wichtig sein. Legierungen besitzen häufig einen Erstarrungs-/Schmelzbereich statt einer einzigen scharfen Temperatur.

Eigenschaft	Wann sie wichtig wird
Wärmeleitung	Kühlkörper, Werkzeugwärme, Temperaturverteilung
Elektrische Leitung	Kontakte, Stromschienen, Widerstände
Wärmeausdehnung	Lange Bauteile, Passungen und Messungen
Magnetisches Verhalten	Sensorik, Motoren, Trennung von Materialien
Temperaturbeständigkeit	Festigkeit und Eigenschaften im warmen Betrieb

Praxisbeispiel

Mit einem ausdrücklich angenommenen Stahl-Richtwert $\alpha = 12 \times 10^{-6}$ /K verlängert sich ein 1000-mm-Stab bei 50 K Erwärmung ungefähr um 0,60 mm. Das ist eine Abschätzung, kein universeller Werkstoffwert.

Typischer Fehler

Ein warmes Werkstück sofort eng toleriert messen. Zeichnungsmaße gelten bei 20 °C; Werkstück und Messmittel sollen diese Temperatur annähernd haben.

Selbst erklären

Reicht die Raumtemperatur-Festigkeit zur Auswahl eines dauerhaft heißen Bauteils?

Lösung: Nein. Festigkeit, Gefüge, Oxidation und andere Eigenschaften können sich mit Temperatur und Zeit verändern. Es braucht passende Daten für die tatsächlichen Betriebsbedingungen.

METALL · KAPITEL 12 / 13

Vom Bauteil zum passenden Werkstoff

Nicht mit einer Lieblingssorte beginnen, sondern mit den Anforderungen.

Schreibe zuerst auf, was das Bauteil leisten muss: Welche Kräfte, Stöße, Temperaturen und Medien treten auf? Ist Gewicht kritisch? Gibt es Gleitkontakt, elektrische Anforderungen oder Schweißverbindungen? Danach prüfst du die Fertigung: Gießen, Umformen, Zerspanen und Wärmebehandlung können unterschiedliche Werkstoffe begünstigen.

Eine Werkstoffentscheidung betrifft auch den **Zustand**. Geglüht, kaltverfestigt, vergütet oder ausscheidungsgehärtet kann dieselbe Legierung deutlich anders reagieren. Kosten umfassen Material, Bearbeitungszeit, Werkzeugverschleiß, Prüfung und mögliche Nacharbeit.

Die endgültige Freigabe erfolgt anhand der Bauteilanforderungen und geeigneter Unterlagen, nicht allein anhand einer allgemeinen Lernübersicht.

Bauteil	Zuerst wichtige Anforderungen	Mögliche Werkstoffrichtung
Schweißbare Halterung	Last, Schweißbarkeit, Korrosion	Passender Baustahl
Verschleißbeanspruchtes Zahnrad	Harte Flanken, tragfähiger Kern	Einsatzstahl mit geeignetem Prozess
Leichtes Maschinengehäuse	Gewicht, Steifigkeit, Form	Passende Aluminiumlegierung
Elektrischer Leiter	Leitfähigkeit, Kontaktierung	Kupfer oder geeignetes Aluminium
Gleitbuchse	Schmierung, Last, Gegenfläche	Geeigneter Gleitlagerwerkstoff

Praxisbeispiel

Für einen Führungsbolzen schreibst du getrennt auf: Oberfläche verschleißfest, Kern nicht spröde, maßhaltig nach Behandlung. Daraus folgen Werkstoff, Wärmebehandlung und Fertigbearbeitung gemeinsam.

Typischer Fehler

Eine Tabelle als automatische Freigabe verwenden. Die genannten Richtungen sind Startpunkte für die Auswahl, keine universellen Bauteilvorgaben.

Selbst erklären

Welche drei Angaben fehlen bei „Bitte Stahl für eine Welle bestellen“ mindestens?

Lösung: Eine konkrete Sorte, Abmessung und ein Lieferzustand fehlen. Zusätzlich braucht es normalerweise die Zeichnung bzw. Anforderungen, Nachweis- und Prüfvorgaben.

METALL · KAPITEL 13 / 13

Werkstoffkunde selbst anwenden

Ordne ein, begründe und prüfe deine Entscheidung.

Du musst keine komplette Werkstoffliste auswendig lernen. Entscheidend ist, die richtigen Fragen zu stellen und eine Aussage begründen zu können. Beginne mit Grundmetall und Gruppe, nenne dann eine wichtige Eigenschaft und eine Grenze.

Verwende für unbekannte Teile die Kennzeichnung, Zeichnung oder ein Zeugnis. Farbe, Gewichtseindruck, Magnetprobe und Funkenbild können Hinweise liefern, ersetzen aber keine sichere Identifikation für eine festgelegte Bauteilanforderung.

Aussage	Einordnung und Begründung
„Messing ist unlegiertes Kupfer.“	Falsch: Messing ist eine Kupfer-Zink-Legierung.
„Jeder Stahl lässt sich gleich härten.“	Falsch: Kohlenstoff, Legierung, Gefüge und Querschnitt wirken mit.
„Ein nichtrostender Stahl ist ein NE-Metall.“	Falsch: Die Basis bleibt Eisen.
„Ein harter Werkstoff ist immer zäh.“	Falsch: Härte und Zähigkeit beschreiben unterschiedliche Eigenschaften.
„Der Lieferzustand ist unwichtig.“	Falsch: Er beeinflusst Bearbeitung und erreichbare Eigenschaften.

Praxisbeispiel

Begründe eine Auswahl für drei Teile: ein Stromkontakt, ein Maschinenbett und ein leichtes Gehäuse. Für den Kontakt steht Leitfähigkeit im Vordergrund; für das Bett unter anderem Dämpfung; für das Gehäuse Gewicht und ausreichende Steifigkeit.

Typischer Fehler

Nur den Werkstoffnamen nennen. Eine gute Antwort erklärt auch, warum er zur Aufgabe passt und welche Einsatzgrenze noch geprüft werden muss.

Selbst erklären

Ein Bauteil ist leicht, nicht magnetisch und silbrig. Ist damit Aluminium nachgewiesen?

Lösung: Nein. Diese Merkmale passen auch zu anderen Werkstoffen oder Oberflächen. Für einen belastbaren Nachweis brauchst du eindeutige Kennzeichnung, Rückverfolgbarkeit oder ein geeignetes Prüfverfahren.

Dein Lernweg

Eisen und Nichteisen, Stahl und Gusseisen, legiert und unlegiert: Lerne, Werkstoffe nach Eigenschaften und Aufgabe einzuordnen.

Kapitel	Thema
01	Die Landkarte der Werkstoffe
02	Stahl oder Gusseisen?
03	Unlegiert, legiert, hochlegiert
04	Werkstoffnamen lesen
05	Aluminium, Magnesium, Titan
06	Kupfer, Messing und Bronze
07	Hart, fest, zäh - was heißt das?
08	Korrosion und Oberflächenschutz
09	Dichte: warum Metalle verschieden schwer sind
10	Masse von Platte, Stab und Rohr
11	Wärme, Strom und Ausdehnung
12	Vom Bauteil zum passenden Werkstoff
13	Werkstoffkunde selbst anwenden

Wissen in die Werkstatt übertragen

Wähle ein reales Bauteil oder eine Aufgabe aus deinem Alltag. Erkläre die passenden Begriffe in eigenen Worten, begründe die Verfahrens- oder Werkstoffwahl und notiere, welche Angaben du vor einer praktischen Umsetzung noch benötigst. Vergleiche deine Begründung mit den Beispielen und Lösungen im Heft.

Online weiterlernen

Auf LehrLynx findest du dieselben Kapitel unter „Lernhefte“. Jedes Thema ist einzeln anwählbar und über die Suche auffindbar. Unter „Rechner“ und „Interaktiv“ kannst du Zusammenhänge selbst ausprobieren.