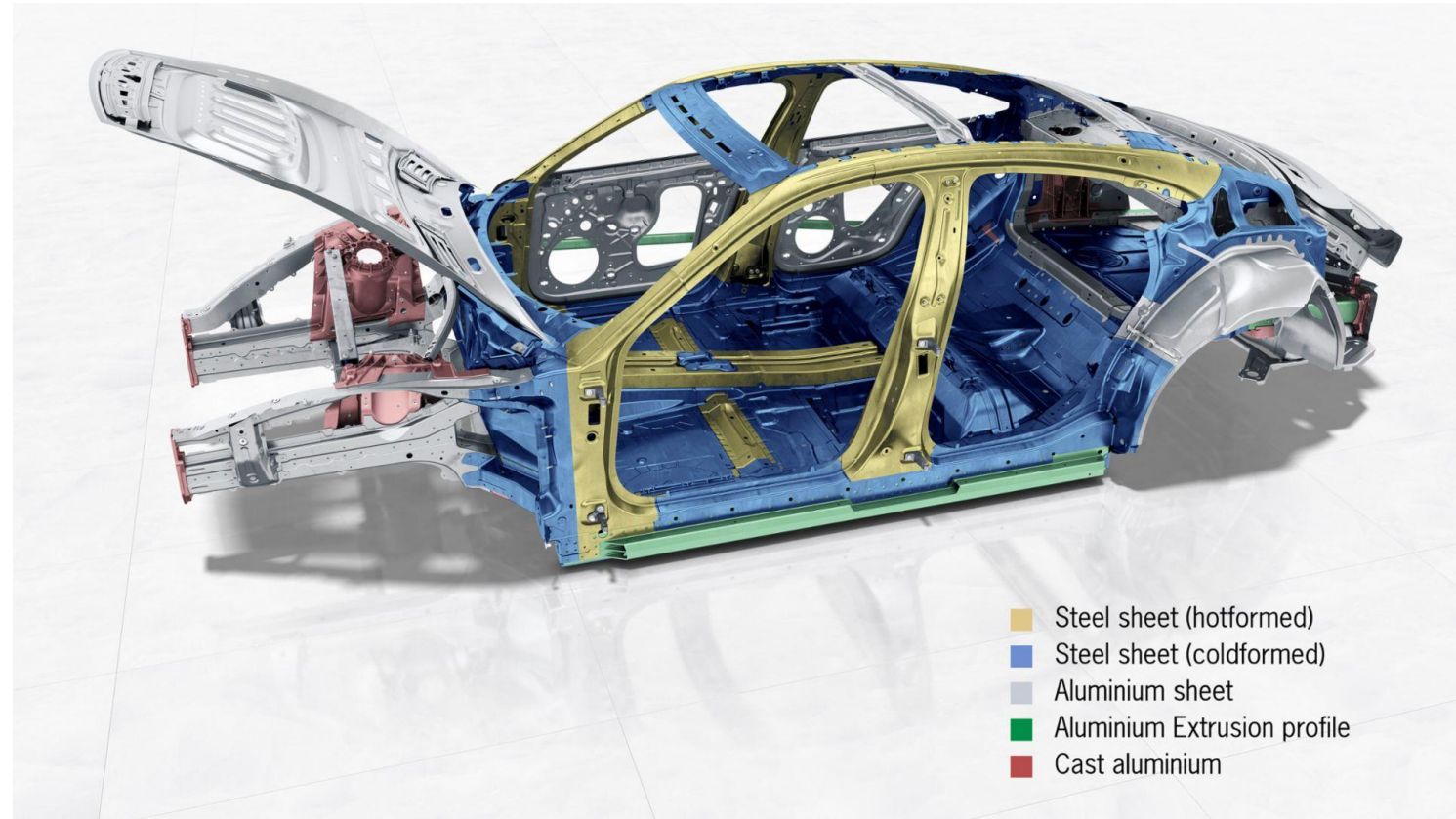


Werkstofftechnik

Einführung

Vorlesung



Quelle: Porsche

Einführung

Ergänzungsliteratur

- R. Schwab: „Werkstoffkunde für Dummies“, Wiley-VCH Verlag GmbH
- H.-J. Bargel; G. Schulze: „Werkstoffkunde“, Springer-Verlag
- D. Askeland: „Materialwissenschaften“ Springer-Verlag

Einführung

Gliederung der Vorlesungsreihe

Allgemeine Grundlagen

- Einführung in die Werkstofftechnik
- Allgemeine Werkstoffeigenschaften
- (Mechanische) Prüfung von Werkstoffen
- Aufbau von Werkstoffen, insbesondere von Metallen

Beeinflussung von Mikrostruktur und Werkstoffeigenschaften

- Keimbildung und Erstarrung
- Zustandsdiagramme
- Mechanismen der Ver- und Entfestigung

Stahlwerkstoffe

- Das Eisen-Kohlenstoff-Diagramm
- Wärmebehandlung von Stählen
- Einteilung und Anwendung von Stählen

Nichteisen-Werkstoffe

- Aluminium, Magnesium, Titan

Einführung

Heutige Vorlesung

- Geschichte der Werkstoffe
- Bedeutung der Werkstofftechnik
- Vorgehensweise beim Werkstoffengineering
- Einteilung der Werkstoffe

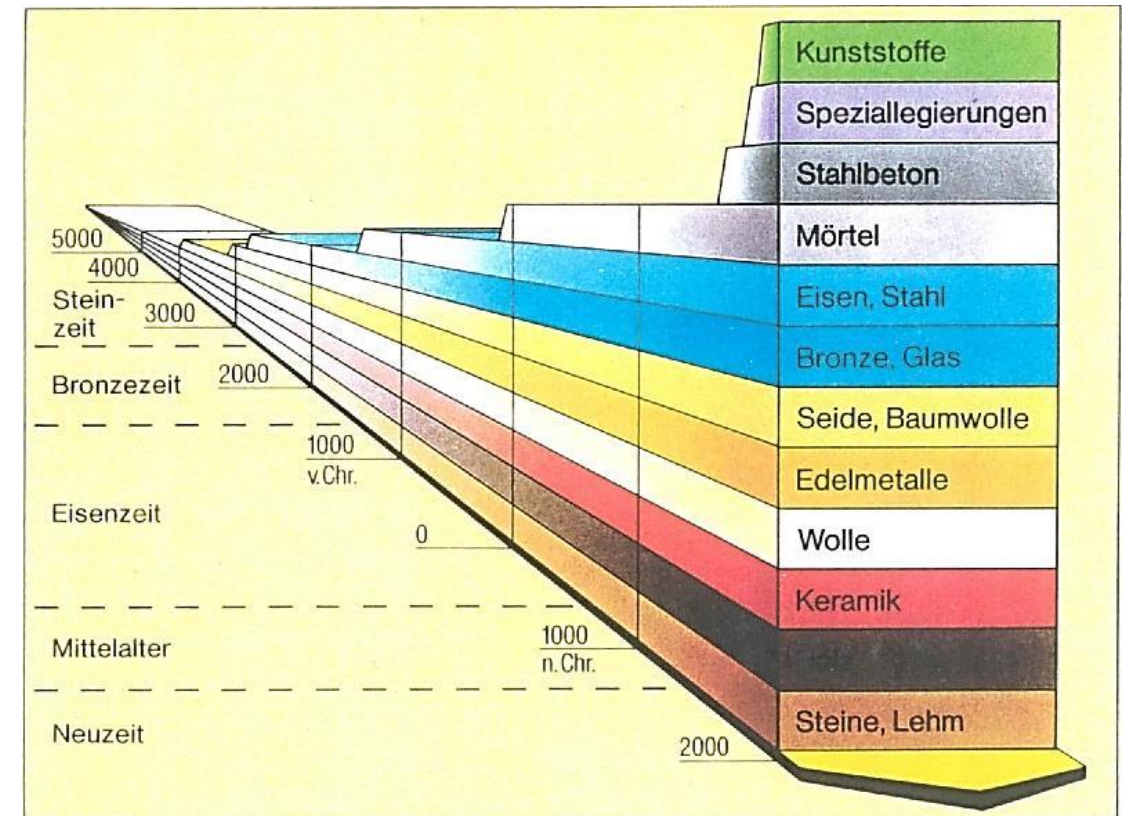
Einführung

Geschichte der Werkstoffe

Das ganze Zeitalter der Menschheit wurden nach dem in dieser Zeit vorherrschenden Werkstoff benannt:

- Steinzeit (Beginn der Altsteinzeit ca. 20.000 v. Chr.)
- Neusteinzeit (ca. 3.000 v. Chr.)
- Bronzezeit (Europa ca. 2.000 v. Chr.)
- Eisenzeit (ca. 800 v. Chr.)
- Informationszeitalter (ca. 1960 v. Chr.)

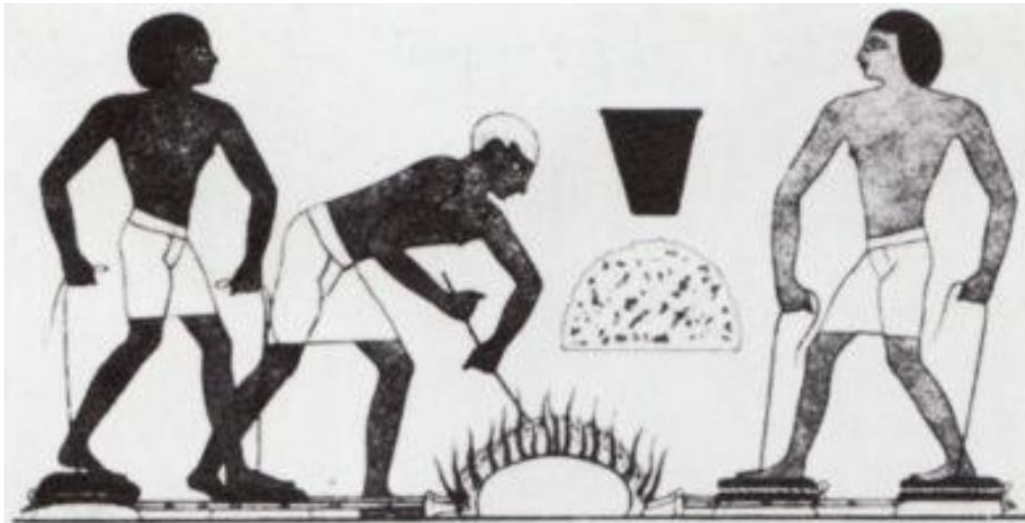
Noch heute sind 90% aller industriell verwerteten Metalle Eisenwerkstoffe.



Werkstoffverwendung im Laufe der Jahrtausende

Einführung

Geschichte der Werkstoffe



Eisenverhüttung im Rennfeuer mit fußbetätigten Blasebälgen wird die nötige Hitze erzeugt.

Quelle: Ruhrgebiet Regionalkunde



Quelle: Trommer



Eisenerzeugung im Stückofen, 16. Jahrhundert

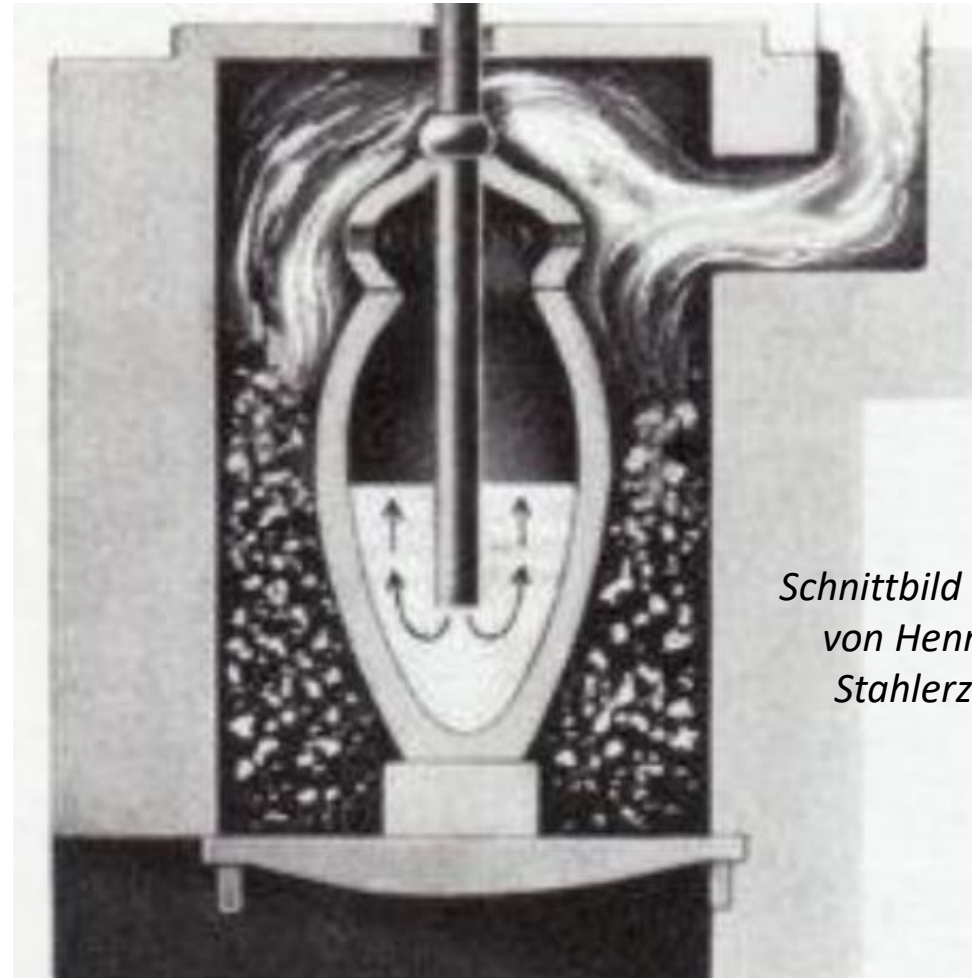
Einführung

Geschichte der Werkstoffe

*Erster deutscher
Kokshochhofen. Erbaut 1796
in Gleiwitz/Oberschlesien*



*Schnittbild der Versuchsbirne
von Henry Bessemer zur
Stahlerzeugung (1856)*



Einführung

Geschichte der Werkstoffe



Hochofen

Quelle: Thyssen

Einführung

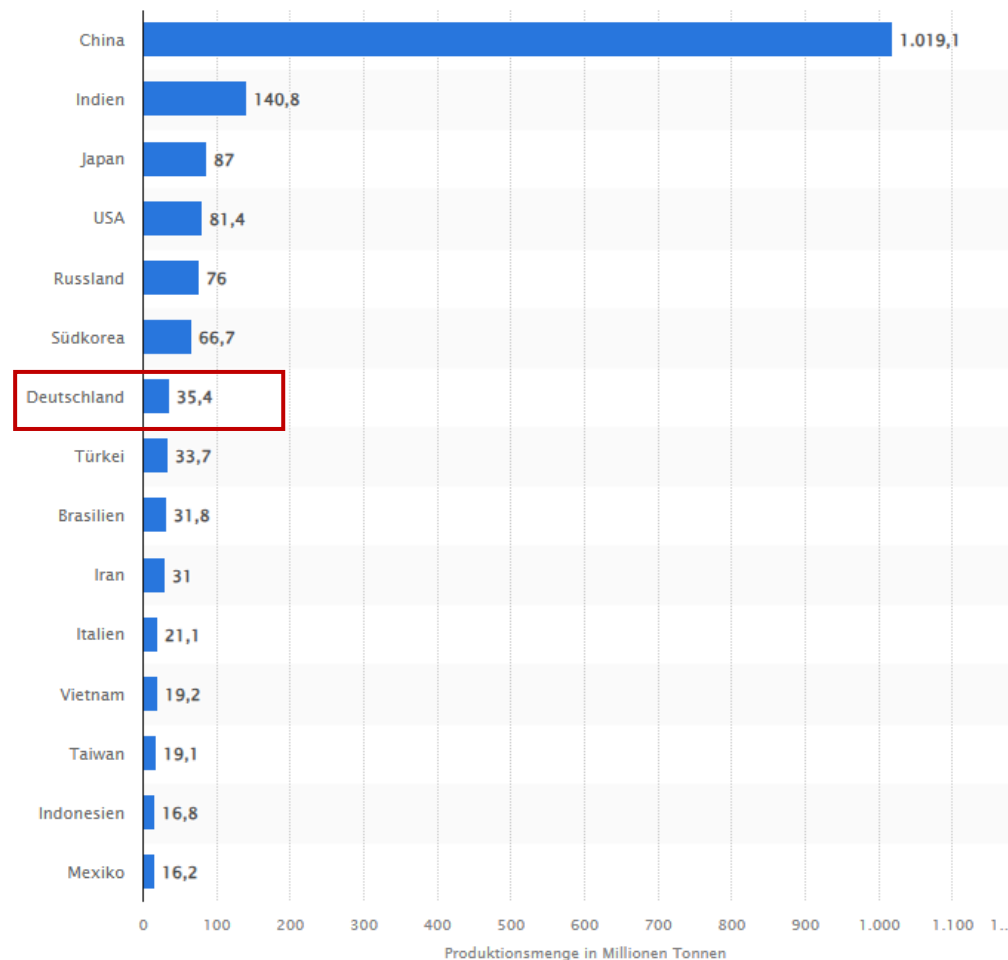
Geschichte der Werkstoffe



*Schmiedehammer „Fritz“, 1861, zur
Herstellung von Schiffswellen, ThyssenKrupp*

Einführung

Stahlproduktion im Jahr 2023



Quelle: Statista

Einführung

Warum wurden neue Werkstoffe benötigt? – Beispiel: Luft- und Raumfahrttechnik



Quelle: Welt.de

He 178 (1939) – das erste Flugzeug mit einem Turbinenstrahltriebwerk, 8 Minuten langes „Muffensausen“



Aufbau eines modernen Turbinentriebwerks

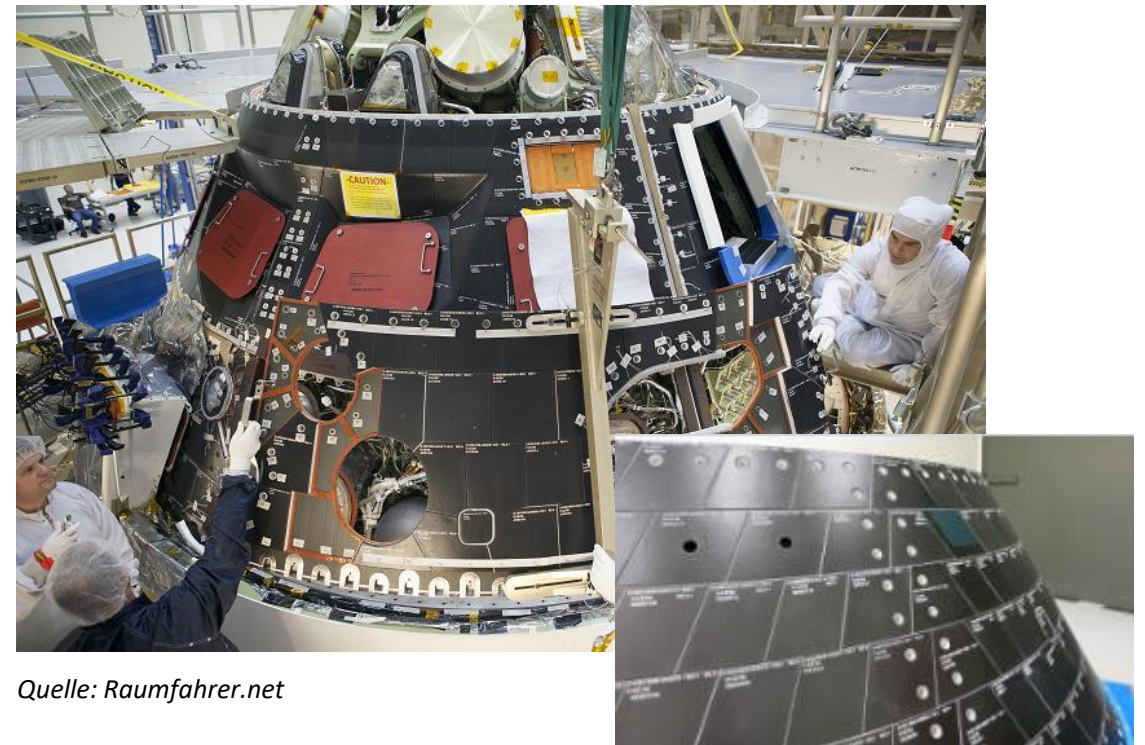
Einführung

Warum wurden neue Werkstoffe benötigt? – Beispiel: Luft- und Raumfahrttechnik



Quelle: Infosperber

Heutige Flugzeuge bestehen zu einem großen Teil aus Titanlegierungen (geringe Dichte, hohe Festigkeit)



Quelle: Raumfahrer.net

Raumschiff Orion: Mit keramischem Hitzeschild thermisch geschützte Raumkapsel

Einführung

Warum wurden neue Werkstoffe benötigt? – Beispiel: Medizintechnik



Titanimplantate im Dental Bereich

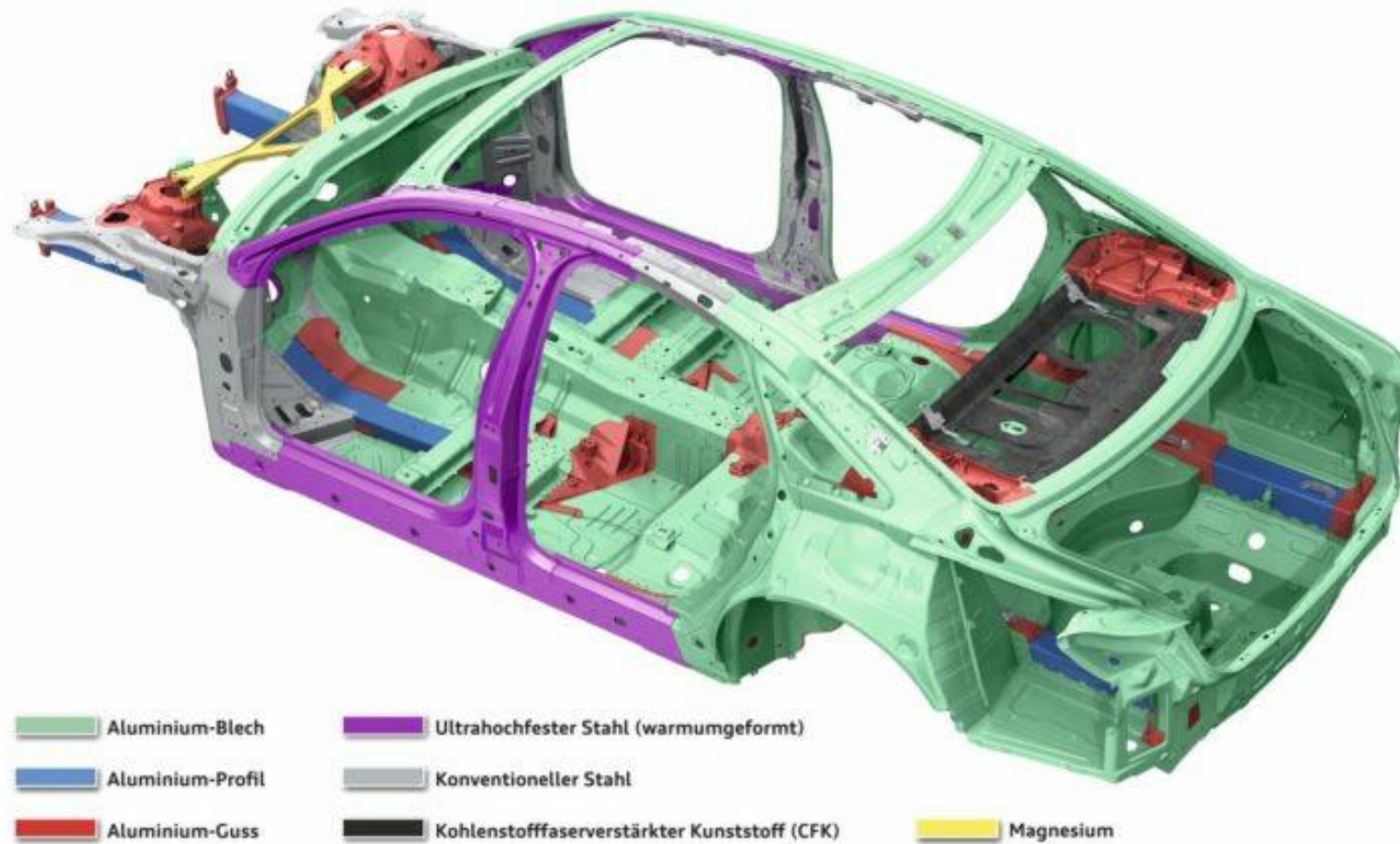


Titan-Gelenkimplantate im Bereich Knie, Hüfte und Schulter

Quelle: HWN Titan

Einführung

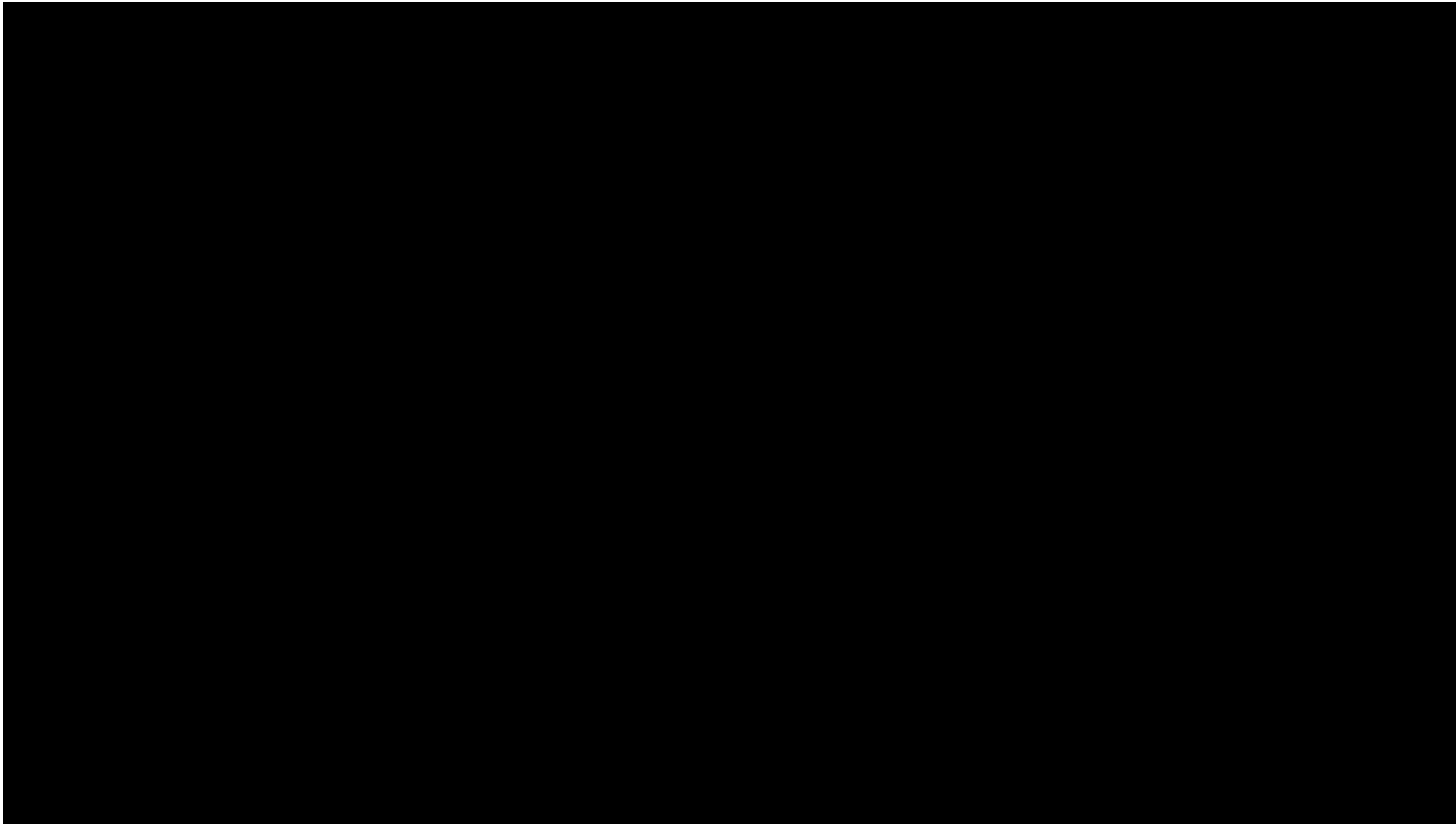
Warum wurden neue Werkstoffe benötigt? – Beispiel: Automobilbau



Quelle: Audi AG

Einführung

Metallische Werkstoffe



<https://www.youtube.com/watch?v=Lru9etGkhdM>

Einführung

Keramische Werkstoffe



Aluminiumoxid (Al_2O_3) für Auskleidungen von Maschinen in der Giessereitechnik

Grund:

- hohe Härte und Verschleißfestigkeit
- hohe Temperatur- und Korrosionsbeständigkeit
- Formstabilität
- niedriges spezifisches Gewicht



Siliziumnitrid (Si_3N_4) als Werkstoff für Kugel- und Wälzlager

Grund:

- hohe Verschleißbeständigkeit
- Geringes spezifisches Gewicht (ca. 40 % geringer im Vergleich zu Stahl)
- Gute Trockenlaufeigenschaften
- Reibungsarm
- Hohe Temperaturbeständigkeit



Polykristallines kubisches Bornitrid (PCBN) für Schneidwerkzeuge

Grund:

- Hohe Warmhärte
- Hohe Festigkeit bei hoher Zähigkeit
- Hohe chemische Stabilität

Einführung

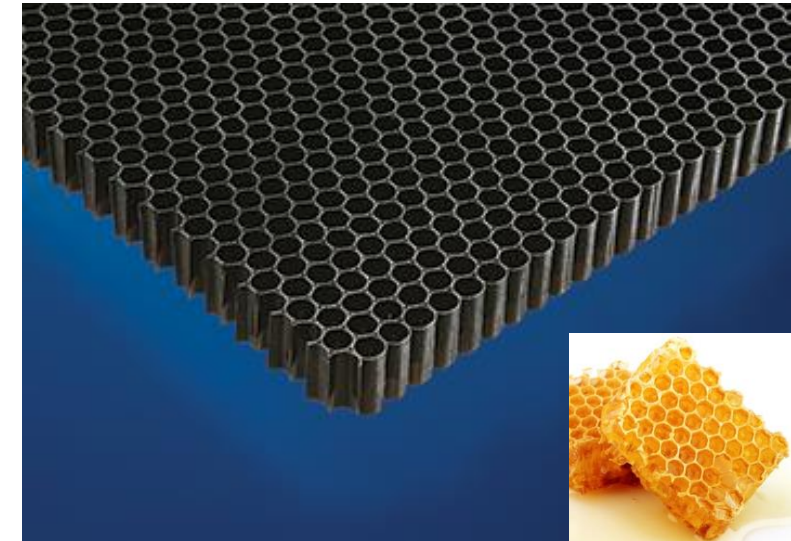
Polymere Werkstoffe



Kärcher Hochdruckreiniger – Verwendung eines Kunststoffmix aus Polyamid, Polypropylen...



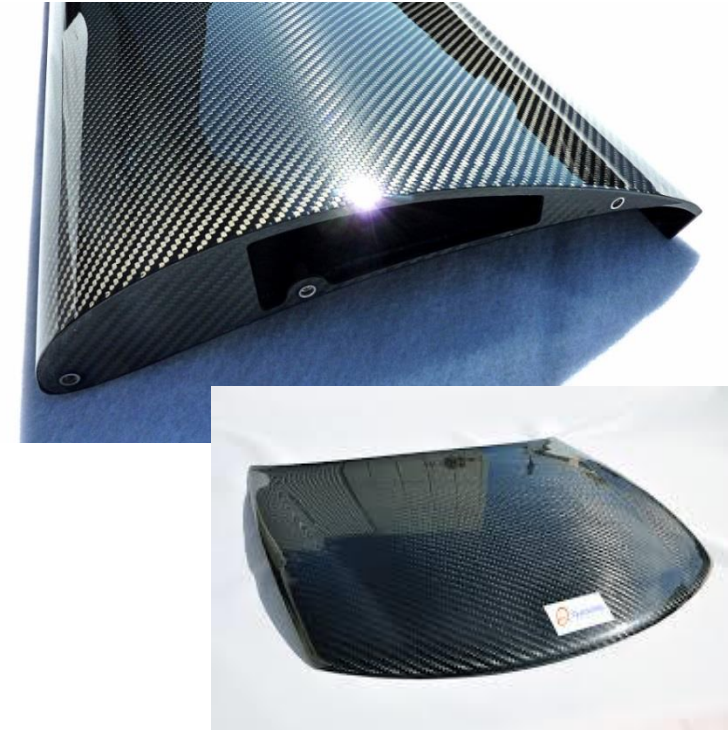
Einer kurzzeitigen Anwendungstemperatur über 300 °C halten diese Spritzgussteile für einen Flüssigkeitszähler aus glasfaserverstärktem Polyetheretherketon (PEEK GF30) stand. (Quelle: Kern)



Polycarbonat (PC); Ausführung als Wabenstruktur mit hoher Struktursteifigkeit und geringer Dichte

Einführung

Verbundwerkstoffe



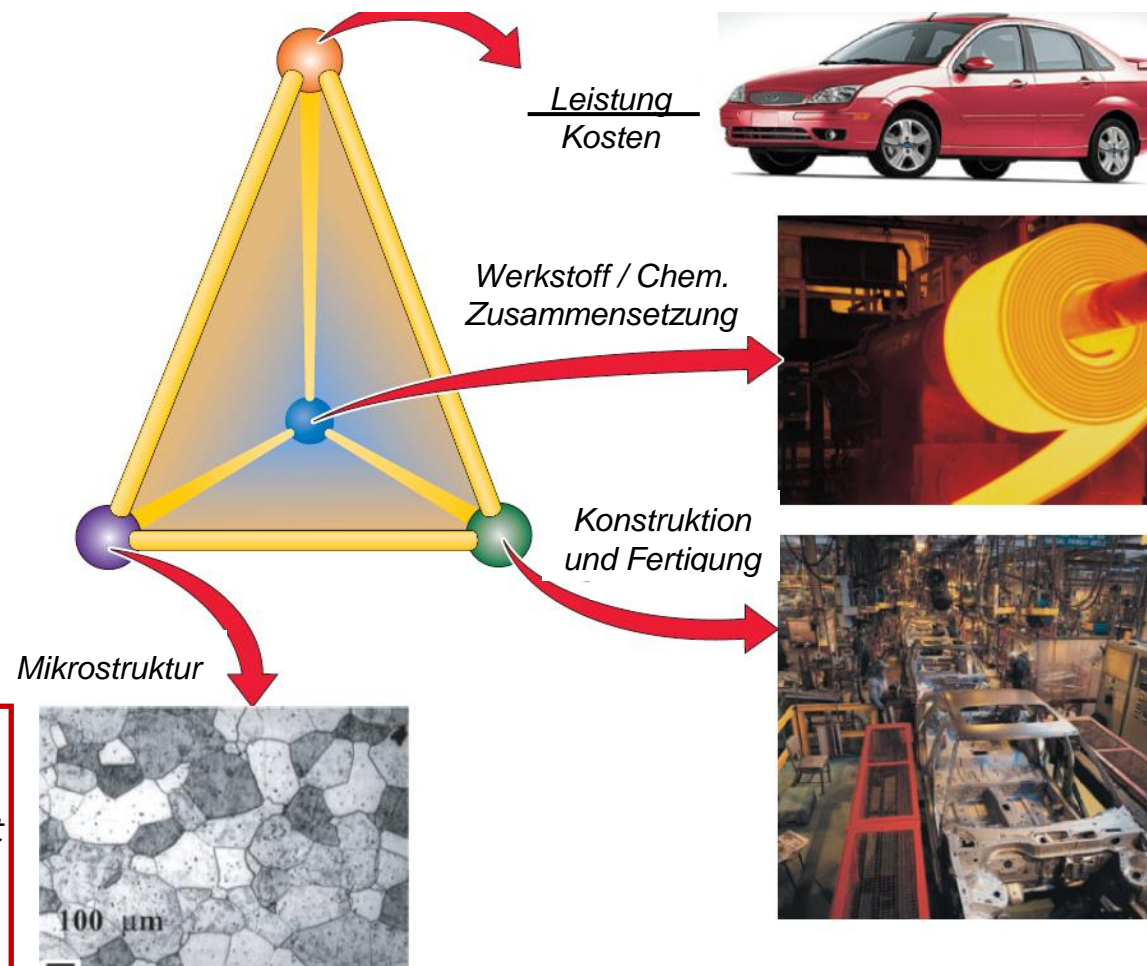
Metall-Keramik-Verbund zur Erhöhung der Verschleißbeständigkeit der Zylinderlauffläche (Porsche Boxter 911). Poröse Keramik wird dabei mittels Aluminiumschmelze infiltriert.

Metalllegierung 60 Vol.-% AlSi9MgMn, Keramik 40 Vol.-% Al_2O_3 , Dichte $3,21 \text{ g/cm}^3$, Biegefestigkeit 550 bis 620 MPa, Bruchdehnung ca. 0,5%

Kohlefaserverstärkter Kunststoff (Epoxidharz) für den Einsatz im Rennsport und bei Rotorblättern von Windkraftanlagen. Der Grund liegt in der hohen spezifischen Festigkeit und Steifigkeit.

Einführung

Vorgehensweise beim Werkstoffengineering



- Welche Merkmale der Mikrostruktur limitieren die Festigkeit und Umformbarkeit
- Wie kann ich die Festigkeit kontrollieren

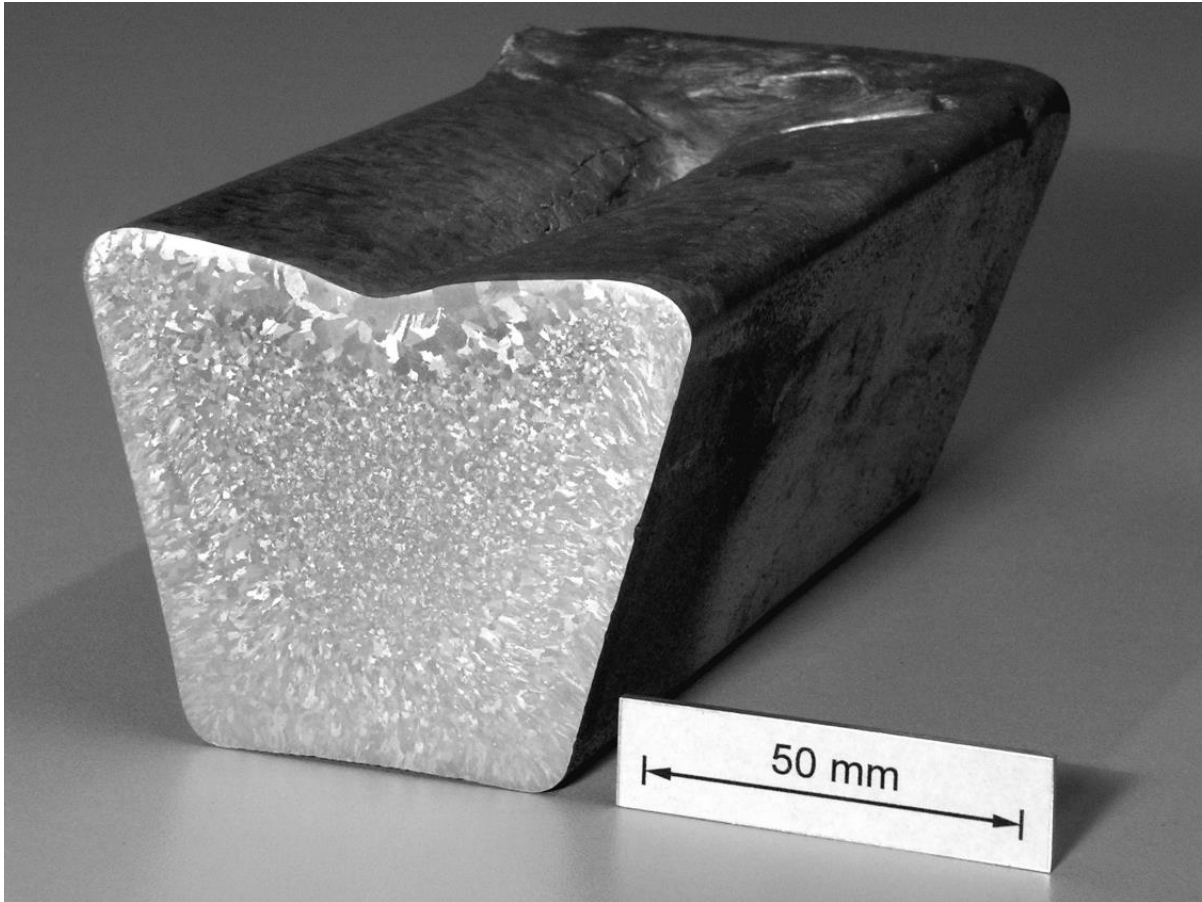
- Spezifische Festigkeit
- Umformbarkeit
- Crashverhalten
- Fertigungskosten

- Stahlwerkstoff
- Aluminiumwerkstoff
- Legierungstyp
- Stückzahl

- Umsetzung aerodynamischer Konturen und Leichtbauweise
- Anpassung des Produktionsprozesses, um maximale Zähigkeit trotz hoher Umformgrade zu gewährleisten

Einführung

Vorgehensweise beim Werkstoffengineering



Schnitt aus einem Aluminium-Gussblock. Zu erkennen sind die einzelnen Kristalle.

Quelle: Schwab



Kristalliner Aufbau einer Feuerverzinkung

Quelle: Dresrüsse



Quelle: Solarwissen

Kristalline Siliziumsolarzellen in Solarmodulen

Einteilung der Werkstoffe

Einteilung der Werkstoffe

Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten, Werkstoffe einzuteilen. Folgende Herangehensweisen sind möglich:

- Einteilung nach Bindungsart
- Einteilung nach Verwendungsart
- Einteilung nach Werkstoffgruppen

Einteilung der Werkstoffe

Einteilung nach Verwendungsart

Strukturwerkstoffe geben dem Bauteil die geometrische Form und Steifigkeit gegenüber den angreifenden Kräften. z.B. Stahl und Al-Legierungen für große Bauteile, Strukturkeramik für Abgasturbinenläufer, Kunststoffe für kleine Massenteile.

Funktionswerkstoffe übernehmen, meist örtlich begrenzt, spezielle Aufgaben aufgrund ihrer besonderen chemisch-physikalischen Eigenschaften. z.B. Metalle zum Oberflächenschutz, Lagerwerkstoffe, Funktionskeramik für elektronische Bauteile.

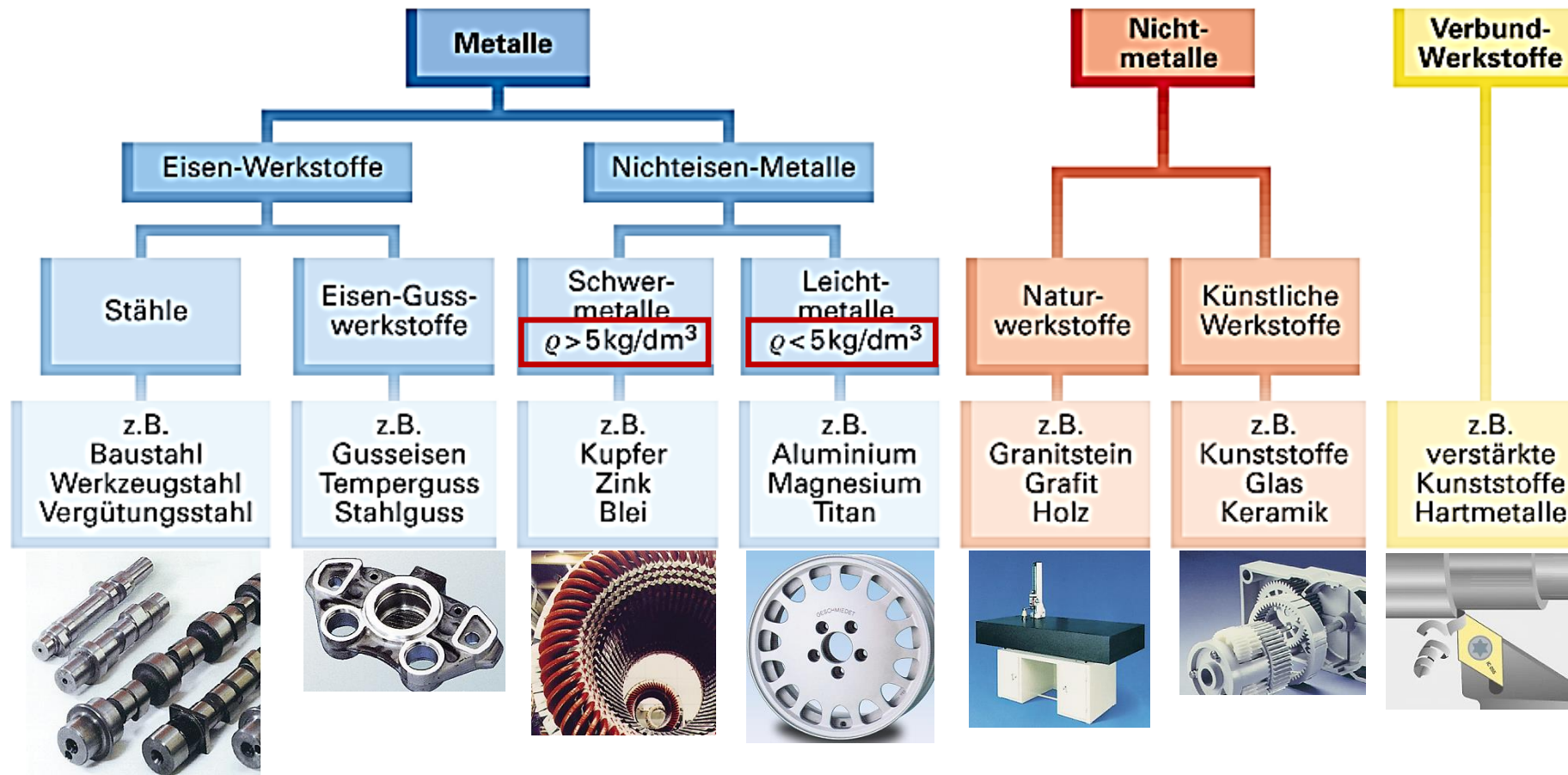


*PVD Beschichtung von
Zerspanungswerkzeugen*



Einteilung der Werkstoffe

Einteilung nach Werkstoffgruppen



Vielen Dank!