



Erwartungshorizont – Aerospace Material Science and Processes 1+2

Topic	Comprises, amongst others, the following tasks and problem statements:
Grundlagen der Werkstoffkunde und Verfahren	<ul style="list-style-type: none">• Definition der Begriffe Materialien, Verfahren.• Klassifizierung von Werkstoffen: Metalle, Polymere, Verbundwerkstoffe, Keramik.• -Materialeigenschaften: physikalische, mechanische, chemische und Verarbeitungseigenschaften. Merkmale der Werkstoffgruppen.
Aufbau / Struktur von Materialien	<ul style="list-style-type: none">• Atomare Struktur• Periodensystem• Elektronen in Atomen: Bohr'sches und wellenmechanisches Atommodell, Quantenzahl, Elektronenkonfiguration, Elektronegativität, Primär- und Sekundärbindung• Atombindung: ionische, kovalente, metallische und Van-der-Waals-Bindungen, Kugel-Feder-Modell
Materialcharakterisierung und mechanische Eigenschaften	<ul style="list-style-type: none">• -Mechanische Eigenschaften: Festigkeit, Steifigkeit, Zähigkeit, Duktilität, Härte, Dauerhaftigkeit, Ermüdung, Tribologie und Reibwert• Prüfverfahren: Merkmale der zerstörenden und zerstörungsfreien Prüfung• Zugversuch: Dehnungs-Spannungs-Kurve• Härte: Brinell, Vickers, Rockwell Methoden• Kriech- und Ermüdungsprüfung: Dehnungs-Zeit, Wöhlerkurve• Schlagbiegeversuch
Metalle und Keramik	<ul style="list-style-type: none">• -Kristalline und amorphe Materialien• Übliche Gitterstrukturen: kubisch körperzentriert, kubisch flächenzentriert, hexagonal geschlossen gepackt.• Gitterdefekte: Punktdefekte, lineare Defekte, Grenzflächendefekte, Massendefekte.• Deformationsmechanismen: elastische und plastische Deformation• Verfestigungsmechanismen: Mischkristallbildung, Korngrößenverringern, Kaltverfestigung• Entwicklung von Kristallstrukturen: ein- und polykristalline Kristalle, Diffusion, Phasendiagramme.• Eisenstahl: Phasenmengen im Phasendiagramm, Einfluss von Wärmebehandlungen (Härten und Glühen), Hauptgruppen von Eisenstahl (Kohlenstoffstahl, rostfreier Stahl)• Nichteisenmetalle: Aluminium, Kupfer, Magnesium, Titan, Nickel und ihre wichtigsten Eigenschaften• Keramik: Verbraucher-, Funktions- und Strukturkeramik, Herstellungsverfahren (Formen, Sintern), mechanische Eigenschaften
Kunststoffe	<ul style="list-style-type: none">• -Struktur und grundlegende Eigenschaften von Thermoplasten, Elastomeren und Duroplasten• Copolymerisation: alternierend, statistisch, Block, Pfropfung• Mechanische, thermische und elektrische Eigenschaften im Vergleich zu Metallen und Keramiken• Polymersynthese: Polymerisation, Polykondensation, Polyaddition



Faserverbundwerkstoffe/ Faserverstärkte Kunststoffe / Composites	<ul style="list-style-type: none">• Klassifizierung (je nach Verstärkung und Matrix), Materialien und Eigenschaften• Herstellung von Verbundwerkstoffen: Wickeln, Flechten, Weben, Drapieren, AFP, Pultrusion, RTM
Einführung in zusätzliche Merkmale	<ul style="list-style-type: none">• Thermisch: Wärmekapazität, Wärmeausdehnung, Wärmeleitung, thermische Spannungen, thermische Eigenschaften verschiedener Materialien (Metalle, Keramik, Polymere)• Elektrisch: Ohm'sches Gesetz, elektrische Leitfähigkeit und spezifischer Widerstand, Halbleiter (intrinsisch und extrinsisch)• Zersetzung von Polymeren: Mechanismen (thermische Oxidation, ultraviolette Strahlung, Kettenspaltung, Hydrolyse)• Korrosion: Arten von Korrosion, Korrosionsschutz, Korrosionsraten• Optik: Grundlagen (elektromagnetische Strahlung, elektromagnetisches Spektrum, Lichtwechselwirkung mit Festkörpern, atomare und elektronische Wechselwirkungen), Brechung, optische Eigenschaften von Metallen und Nichtmetallen• Magnetisch: Grundlagen (magnetische Dipole, magnetische Parameter), Magnetfeldvektoren, magnetische Parameter, Arten des Magnetismus
Materialauswahl	<ul style="list-style-type: none">• Zusammenhänge zwischen dem Designprozess von Teilen und der Materialauswahl in den wichtigsten Designphasen (Konzeptdesign, Realisierungsdesign/Embodiment Design, Detaildesign)• Methodik der Materialauswahl: die vier Schritte der Materialauswahl (Übersetzung, Screening, Ranking, Dokumentation/Forschung), revolutionäre und evolutionäre Materialien,• Material-Kennzahlen:<ul style="list-style-type: none">○ Leistung, funktionelle Anforderungen, geometrische Zwänge und Material○ Strukturelle und materielle Effizienzkoeffizienten• Diagramme der Materialeigenschaften (Ashby Diagramm)
Einführung in Werkstoffprozesse	<ul style="list-style-type: none">• Definition des Begriffs 'Werkstoffprozess'• Klassifizierung von Werkstoffprozessen mit Attributen in Bezug auf den Zusammenhalt: Urformen (Gießen, Spritzgießen), Umformen (Schmieden, Tiefziehen, Streckziehen, Rillung, Scherformen), Trennen, Fügen, Beschichten und Veränderung von Stoffeigenschaften• Primäre Formgebung<ul style="list-style-type: none">○ Klassifizierung nach der Art des formlosen Materials○ Gießen<ul style="list-style-type: none">▪ Materialeigenschaften (Gusseisen, Stahlguss, Aluminiumguss, Hochleistungswerkstoffe)▪ Verfahren: verlorene Form (Sandguss, Feinguss, Lost Foam Casting), Dauerform (Kokillenguss, Druckguss)▪ Konstruktionsrichtlinien: Volumenschumpfung, Gussfehler○ Primäre Formgebung aus Kunststoff: Extrusion, Spritzguss, verstärkte Polymere



- Primäre Formgebung durch additive Fertigung: Selektives Laserschmelzen, Elektronenstrahlschmelzen
- Umformung
 - Klassifizierung nach DIN 8582 und nach ASME
 - Massivumformung: Schmiedeverfahren, Strangpressen, Walzverfahren
 - Blechumformung: Biegen von Blechen, Biegen von Metall, Tiefziehen, Streckziehen, Drückwalzen, Kugelstrahlverfahren
 - Umformverfahren von Kunststoffen und Verbundwerkstoffen: Vakuumformverfahren, Membranformverfahren, Thermoformung von Verbundwerkstoffen, Blasformverfahren
- Fügen
 - Einführung: Formschluss, Kraftschluss, Stoffschluss
 - Merkmale des Fügens durch Zusammenfügen, durch Bearbeitung amorpher Werkstoffe, durch mechanische Bearbeitung, durch formgebende Bearbeitung, durch Schweißen, durch Löten, durch Kleben
 - Fügen von Textilien und Keramiken
- Trennen
 - Schneiden
 - Definitionen nach DIN 8588
 - Scheren: offener und geschlossener Schnitt, Feinschneiden, Grenzen und Probleme
 - Keilschneiden
 - Wasserstrahlschneiden
 - Thermische Trennverfahren: Autogenes Schneiden, Plasmaschneiden, Laserschneiden, Laserschmelzschneiden, Sublimationsschneiden
 - Spanende Bearbeitung
 - Einführung: Zerspanungstechnik, Spanbildung, Schnittkräfte, Schneidstoffe, Werkzeuggeometrie
 - Zerspanung mit geometrisch definiertem Schneidwerkzeug: Drehen, Bohren, Fräsen, Räumen, Sägen
 - Zerspanung mit geometrisch unbestimmtem Werkzeug: Schleifen, Honen, Walzen
- Reinigung
 - Definition und Zweck
 - Klassifizierung (DIN 8592): Strahlen, mechanisch, Strömung, Lösemittel, chemisch und thermisch
 - Auswahl nach Bauteileigenschaften, Verschmutzungsgrad, Sauberkeitsanforderungen, Anlagendaten
 - Analysemethoden: Sichtprüfung, Fluoreszenz, Thermografie
- Beschichtung
 - Definition und Zweck
 - Klassifizierung: flüssig, plastisch, breiig, fest, Gas/Dampf, ionisiert, Schweißen, Löten
 - Verfahren



	<ul style="list-style-type: none">• Eigenschaftsveränderungen<ul style="list-style-type: none">○ Klassifizierung (DIN 8580): Verfestigung durch Umformen, Wärmebehandlung, thermomechanische Behandlung, Sinterbrand, Magnetisierung, Bestrahlung, photochemische Verfahren• Herstellung von Verbundwerkstoffen<ul style="list-style-type: none">○ Verfahrensübersicht für Preform-, Prepreg- und Nassverbundverfahren○ Materialien: kräuselfreie Gewebe, Textilien○ Tapelegeverfahren: AFP, ATL○ Handauflegen○ Umflechten
Evaluation	<ul style="list-style-type: none">• Lebenszyklusbewertung (Life Cycle Assessment LCA)<ul style="list-style-type: none">○ Definition und Phasen einer LCA: Ziel- und Umfangsdefinition, Life Cycle Inventory (LCI), Life Cycle Impact Assessment (LCIA) und Interpretation• Technology Readiness Level (TRL) und Kostenberechnung<ul style="list-style-type: none">○ TRL-Definitionen, Zwecke, Bewertungen○ S-Kurven-Modell mit Entstehung, schneller Verbesserung, abnehmender Verbesserung, Reife○ Finanzwesen in der Entwicklung: aktive und passive Buchhaltung○ Grundlagen der Kosten: Erlöse, Fixkosten, variable Kosten, Gesamtkosten, Deckungsbeitrag○ Kosten in der Entwicklung: Größenvorteile, Verbundvorteile, Modularisierung, Massen Anpassung, Funktionsintegration, Zehnerregel○ Definition von Begriffen der Kostenkalkulation: Return of Investment, Deckungsbeitrag, Kapazitätsauslastung, Effizienz des Fertigungszyklus, Fehlerquote, Durchlaufzeit, wiederkehrende und nicht wiederkehrende Kosten.○ Grenzkosten, Maschinenkosten
Recycling	<ul style="list-style-type: none">• Recycling von Aluminiumbauteilen für die Luft- und Raumfahrt: allgemeine Prozessschritte der Abfallvorbehandlung und -aufbereitung, Verfahren zur Trennung von Aluminiumabfall und Nicht-Aluminiumbauteilen, Verfahren zur Sortierung von Aluminiumabfall nach Legierungsart (Laser Induced Breakdown Spectroscopy)• Recycling von CFK: Verfahren (mechanisch, Pyrolyse, chemisch) mit ihren Eigenschaften, Vor- und Nachteilen



Ausgewählte Referenzen:

1. Bargel, H.-J., Schulze, G.: Werkstoffkunde. Springer Verlag, 2008.
2. Bautsch, H.-J., Bohm, J., Kleber, I.: Einführung in die Kristallographie. Verlag Oldenbourg, 2002.
3. BDS-Fachbuchreihe Bd. 14: Fragen und Antworten aus der Werkstoffkunde. Vertriebsgesellschaft des BDS, 1975.
4. Berns, H., Theisen, W.: Eisenwerkstoffe – Stahl und Gusseisen. Springer Verlag, 2008.
5. Bergmann, W.: Werkstofftechnik Teil 1+2. Carl Hanser Verlag, 2008.
6. Dietrich, H.: Mechanische Werkstoffprüfung. expert Verlag, 1994.
7. Haasen, P.: Physikalische Metallkunde. Springer Verlag, 1994.
8. Hellerich, W., Harsch, G., Haenle, S.: Werkstoffführer – Kunststoffe. Hanser Fachbuchverlag, 2004.
9. Hornbogen, E., Eggeler, G., Werner, E.: Werkstoffe, Aufbau und Eigenschaften. Springer Verlag, 2009.
10. Ilschner, B., Singer, R. F.: Werkstoffwissenschaften und Fertigungstechnik, Eigenschaften, Vorgänge, Technologien. Springer Verlag, 2005.
11. Kalpakjian, S., Schmid, S.R., Werner, E.: Werkstofftechnik. Pearson, 2011.
12. Menges, G.: Werkstoffkunde Kunststoffe. Hanser Fachbuchverlag, 2002.
13. Merkel, M., Tomas, K.-J.: Taschenbuch der Werkstoffe. Carl Hanser Verlag, 2008.
14. Schatt, W., Worch, H., Werkstoffwissenschaften. Wiley-VCH Verlag, 2002.
15. Schmidt, W., Dietrich, H.: Praxis der mechanischen Werkstoffprüfung. expert Verlag, 1999.
16. Shackelford, J. F.: Werkstofftechnologie für Ingenieure. Pearson Studium, 2007.
17. Weißbach, W., Dahms, M.: Aufgabensammlung Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung. Fragen – Antworten. Verlag Vieweg + Teubner, 2008.
18. Werner, E., Hornbogen, E., Jost, N., Eggeler, G.: Fragen und Antworten zu Werkstoffe. Springer Verlag, 2010.