

Fragenkatalog 3. Semester Materialien für Implantate

1. Geben Sie die Systematik der Werkstoffe an (4 Nennungen + jeweils 2 Beispiele)

- Metallische Werkstoffe (Eisen, Pulver- & Sinter)
kristallin, Festigkeit, verformbar, Elektrische- und Wärmeleitfähigkeit, Kationen in Salzlösungen
- Organische Werkstoffe (natürlich: Holz, synthetisch: Kunststoffe)
Polymerisate, Polykondensate, Polyaddukte, Derivate natürlicher Hochpolymere, Thermoplaste
Duroplaste, Elastomere
- Anorganische-nichtmetallische Werkstoffe (Keramik, Glas, Beton, Faser)
- Verbundwerkstoffe (Kohlenstofffaserverstärkter PEEK, glasfaserverstärkt)

2. Wie binden Zellen an ein Biomaterial?

Focal-Adhesion Point:

Zellen binden punktförmig (Zellausläufer) an Proteine (ECM), die auf dem Biomaterial abgeschieden werden

Skizze bei Polymere Skript: Biokompatibilität

Cytooskelett, Integrine, Brückenmoleküle, Extrazelluläre Matrix, Biomaterial

3. Geben Sie eine kurze Definition eines keramischen Werkstoffes:

Keramik ist ein hochentwickelter, hochleistungsfähiger Werkstoff. Er ist anorganisch, nichtmetallisch und hat bestimmte zweckmäßige Eigenschaften. Die DIN von Hochleistungskeramik ist DIN V ENV 12212. Keramiken lassen sich außerdem in verschiedene Untergruppen unterteilen, wie Struktur- oder Konstruktionskeramik, Funktionskeramik, Elektrokeramik, Schneidkeramik, Biokeramik

Außerdem: schwer in Wasser löslich, zu mind. 30 % kristallin, Bei Raumtemperatur Aus Rohmasse geformt, Behandlung bei über 800 °

4. Welche Gitterstruktur hat ein austenitischer Stahl?

Kubisch-Flächenzentriert (Skizze siehe Skript 7)

5. Geben Sie 2 Beispiele für die Anwendung von austenitischem Stahl in der Medizintechnik

Endoprothesen, Chirurgisches Werkzeug, Schrauben, Nägel, Dentalimplantate

Kfz, korrosionsbeständig (bei rostfreien Stählen), gut zu reinigen und zu desinfizieren, Allergien sind möglich, Lockerung von Prothesen durch Sensibilisierung möglich

6. Nennen sie 2 resorbierbare Polymere

Polyactid (Fasern, kompakte Implantate), Polyglykolid (Nahtmaterial, patches), Polydioxanon (Nahtmaterial, Kreuzband), auch Kollagen, Gelatine, Polymilchsäure

7. Nennen Sie 2 charakteristische Vorteile von Polyurethan in der Medizintechnik

- gute Blut und Gewebeverträglichkeit, hydrolytischer in vivo-Abbau möglich, einstellbare Härte und Dehnbarkeit, Thrombogenität beeinflussbar
- Für Einmalartikel, Hirnhautersatz, Kondome, Elasthan

8. Geben Sie jeweils 2 Beispiele für die Verwendung der folgenden Stoffe in der Medizintechnik:

- Al_2O_3 → Hüftgelenksgugeln, Dentalimplantate, Brackets
- HAp → Dentalbereich, Orthopädie, faciale Chirurgie, oft zum Beschichten von anderen Oxidkeramiken
- Bioaktive Gläser und Glaskeramiken → vor allem im Bereich der Knochenimplantate, als Beschichtung von Endoprothesen, als Mittelohrimplantat, in der Zahnpflege und im kosmetischen Bereich

9. Benennen Sie 3 Konfigurationen von TiO. Welches ist die relevanteste für Medizintechnische Anwendungen ?

- Alpha-Titan ist hdp, besonders gute Verträglichkeit mit Blut
- Beta-Titan ist krz, höchste Korrosionsbeständigkeit, Duktil und Widerstandsfähig, gute Festigkeit, gutes Ermüdungsverhalten (keine Ahnung was da jetzt am wichtigsten ist)

10. Geben Sie eine Definition von Verschleiß:

Werkstoffabtrag an der Oberfläche unter überwiegend mechanischer Einwirkung, d.h. unter Einwirkung von Kräften und Relativbewegungen

11. Was gibt die Viskosität an? In welcher Einheit wird sie angegeben? (Polymere)

Viskosität: Proportionalitätsfaktor zwischen Schubspannung und Schergeschwindigkeit (Zähigkeit eines Fluids) in $\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ ($\text{Pa}\cdot\text{s}$)

12. austenitischer Stahl und Biokompatibilität

Biokompatibilität allgemein:

Fähigkeit eines Materials, in einer spezifischen Anwendung eine angemessene Wirtsantwort hervorzurufen

Biokompatibilität von rostfreien austenitischen Stählen

- Allergien (z.B. von Chrom oder Nickel) möglich
- Lockerungen von Hüftprothesen durch Sensibilisierung (Immunantwort des Körpers nach Kontakt mit Fremdstoff) möglich
- Legierungselemente wie Cr und Ni können in Lösung gehen → Erhöhte Metallionenkonzentration im Blut, da Ionen in Lösung gehen

Biokompatibilität von Kobalt

- Kombination von CoCr-Legierungen mit Austenit führt zur Korrosion des Austenits
- CoCrNi-Legierungen korrodieren in biologischen Milieu
- Erhöhte Metallionenkonzentration im Blut, da Ionen in Lösung gehen
- Im Falle eines Implantatversagen hohe Freisetzung von Partikeln und Metallionen
- Cr- und Ni-Ionen müssen über Niere ausgeschieden werden, kontraindiziert bei Nierenschäden

Biokompatibilität von Titan

- Bildung einer reinen und stabilen TiO_2 - Schicht als Voraussetzung für die Biokompatibilität von Titan
- Einfluss der Oberflächenstruktur auf die Gewebereaktion
- Knochenwachstum bei Oberflächen (glatt und porös) aus TiAlV-Legierung

13. Definieren Sie den Weibull-Modul. Was gibt dieser an? (Keramik)

(Zur Statischen Beurteilung von Festigkeitskennwerten)

Der Weibull-Modul m ist die Steigung der resultierenden Geraden bei logarithmischer Auftragung der Bruchwahrscheinlichkeit gegen Bruchspannung

Es beschreibt die Beziehung zw. Bruchwahrscheinlichkeit und Spannung.

- hoher Weibull-Modul = geringe Streuung → hohe Reproduzierbarkeit und Zuverlässigkeit (techn. Keramik > 20)
- für Keramiken i.d.R. zw. 5 und 15

14. Nennen Sie 3 resorbierbare Polymere

- Polymilchsäure (Polylactid (PLA)),
- Polyglycolid (PGA),
- Polydioxanon (PDS)
- Polytrimethylencarbonat (PTMC)

15. Bei welcher Polymerreaktion werden kleine Moleküle abgespalten (entstehen besonders kurze Moleküle?) Welches Polymer könnte dabei entstehen/ Nenne ein Beispiel.

Polykondensation:

- Verläuft unter Abspaltung kleiner Moleküle (meist Wasser), die aus thermodynamischen Gründen abgeführt werden müssen
- Stufenreaktion, Abspaltung von Wasser möglich
- Monomer muss mindestens zwei funktionelle Gruppen besitzen

Beispiele:

Polyamid, Polyester, Silikone, Amylose (Bestandteil der Stärke, ist ein Kondensationsprodukt von Glukose)

Phenolharz: Duroplast, 3-D, Gehäuse

weitere Polymerreaktionen

Koordinationspolymerisation, Polyaddition (Hirnhautersatz)

16. Was gibt der E-Modul an? Geben Sie jeweils einen Stoff an, der typischerweise einen hohen und einen niedrigen E-Modul hat. (Metalle)

- E-Modul = Elastizitätsmodul
- Steigung der Spannungsdehnungskurve (linearelastisches Verhalten)
- ist die Proportionalitätskonstante im Hookeschen Gesetz
- Kleines E-Modul → hohe Elastizität
- Beispiele Eisen: 210 000, Polyethylen: 2 000, Gummi: 100

Hohes E: Austenit, Ferrit; niedriges E: Grauguss, Magnesium, Polyester

17. Warum wird HAp (Hydroxylapatit) gern für medizintechnische Anwendungen benutzt? Knochen und HAp vergleichen und Zahlenwerten? (Keramischer Werkstoff)

Knochen ist zu 60% aus HAp -> mgl. originalgetreue Kopie des Knochengewebes

-> ähnliche Eigenschaften in Festigkeit,

- Geringe Festigkeit → nur für nicht lasttragende Anwendungen geeignet Zähigkeit;
- keine Bildung von fibrillärem Gewebe
- rasches Anwachsen von Knochengewebe
- Ausbildung einer Verbindung zwischen Implantat und Gewebe mit hoher Festigkeit
- verkürzte Heilungsphase
- reduzierte Freisetzung metallischer Ionen

Werkstoffeigenschaften	Hydroxylapatit	Knochen
Dichte ρ	$< 3,16 \text{ g/cm}^3$	$1,7 - 2,0 \text{ g/cm}^3$
E-Modul E	max. 100 GPa	3 - 30 GPa
Druckfestigkeit $\sigma_{c,m}$	100 - 200 MPa	130 - 180 MPa
Zugfestigkeit $\sigma_{t,m}$	40 - 200 MPa	60 - 160 MPa
Biegefestigkeit $\sigma_{f,m}$	max. 100 MPa	100 MPa
Bruchzähigkeit K_{Ic}	$1 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$	$2 - 12 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$
Wärmeausdehnung α	$11 \cdot 10^{-6} /K$	$20 \cdot 10^{-6} /K$ (parallel) $30 \cdot 10^{-6} /K$ (rechtwinklig)

Herstellung: Fällungsmethode (besten Eigenschaften), Sol-Gel-Synthese, „emulsion synthesis“ speziell für Nanokristallite, „freeze drying“ zur Erzeugung von geschichtetem HAp

18. Herstellungsschritte von Keramik als Flussdiagramm. Grüner und weißer Zustand erklären und in Diagramm markieren.

Herstellungsschritte Keramik:

Rohstoffgewinnung/ -synthese

Rohstoffbearbeitung (Mahlen/Feinmahlen)

Masseaufbereitung (Compounding)/ Mischung eines Feedstocks

Formgebung

Grünkörperbearbeitung

Trocknung (Ausbrennen)

Vorsintern (Verglühen)

Sintern (Brand: >1500°)

Rohkörperbearbeitung

Pulver

Masseversatz

Grüner Zustand

Brauner Zustand

Weißer Zustand

Rohteil

Fertigteil

19. Definition von Härte (Metalle)

Die Härte ist der Widerstand, den ein Körper dem Eindringen eines anderen, härteren Körpers entgegenbringt.

20. Nenne 3 technisch relevante Härteprüfungen

Methoden der Härteprüfung:

- Ritzhärteprüfung (Mohssche Härteskala,)
- Schleifhärte nach Rosiwal (Misst Widerstand gegen Abschleiß nicht gegen Eindringen)
- Eindringhärteprüfung (wird i. d. R. benutzt):
 - Härteprüfung nach Vickers (Eindringkörper=Diamantpyramide)
Härtewerte HV = Konstante * Kraft/Oberfläche des Eindrucks
- Rückprallhärteprüfung
- Schlagprüfung

21. Was ist ein Titer?

- **Einheit für die Faserfeinheit Tt** → Angabe für den Querschnitt: 1 tex = 1g(einer Faser)/1.000m
→ europäisch
- f = Filamentzahl

→ Thema: Kunststoffe, Textile Implantate (u.a. Gefäßprothesen, Nahtmaterial...)

22. Definition Resorption + Degradation

- **Degradation:** Verlust der chemischen Integrität und damit der mechanischen Stabilität durch Spaltung von Molekülketten (Kettenlänge sinkt, Festigkeit sinkt, äußere Form bleibt meist erhalten)
→ Molekulargewicht sinkt
- **Resorption:** Volumenverlust (Degradation vorhanden) → Verlust der äußeren Form → niedermolekulare Bestandteile werden freigesetzt → Desintegration oder Abtransport und Ausscheidung über den Stoffwechsel → Stoff ist aufgelöst!!
- Biologische Abbaubarkeit: Abbau im biolog. Milieu durch Mikroorganismen, Hydrolyse, Enzyme, Makrophagen...
- Biostabilität: niedrige / fehlende Wechselwirkung zw. Kunststoff und biolog. Milieu

→ Thema: Kunststoffe, polymere Biomaterialien

23. Was ist ein Stentgraft?

- **textilbeschichtet Stent / Metallstent mit Wandung**, minimalinvasiv in das Innere eines Aortenaneurysmas platziert, um Ruptur zu verhindern
- schonende Therapie → vermeidet Bauch-OP aber Undichtigkeiten noch relativ häufig :(

→ Thema: Kunststoffe, Implantate/Regenerationsmedizin

24. Wie verhalten sich amorphe und teilkristalline Strukturen oberhalb und unterhalb der Glasübergangstemperatur?

- **unterhalb:** beide glasartig, spröde, aber ausreichend formstabil
- **oberhalb:** **amorphe erweichen:** Wachs-. Honigartig, plastisch, **teilkristalline ausreichend formstabil**
- sonstige Polymere: Thermoplaste (unvernetzt), Duroplaste (eng vernetzt), Elastomere (weitmaschig vernetzt)

→ Thema: Kunststoffe, Polymersynthese Grundlagen

25. 4 Arten wie Polymere als Drug Delivery Systeme wirken können.

- **Diffusion aus dem Polymer** (nach Aufnahme von Flüssigkeit, die vorher entzogen wurde, diffundiert Wirkstoff durch das Polymer in ein flüssiges System, zB Blut)
- **Auflösung / Degradation des Polymers** (klappt mit allen degradierbaren Polymeren)
- **Schrumpfen des Polymers**
- **Quellen des Polymers** (quellen vergrößert die Poren und lockert das Polymernetzwerk → Durchlässig für Wirkstoff, Quellen kann durch Umgebung gut gesteuert werden, typisch: Hydrogel als Quellmaterial)
- verwendete Polymere: PEG, Polyacrylsäure, natürliche Polymere: Alginat, Fibrin, Cyclodextrin, Polyacrylamide, PVA... (ich glaube davon sollten wir ein paar wissen;))
- auch noch Drug-Delivery transdermal (über die Haut, zB Pflaster → Wundheilung, Abgabe von Hormonen oder Nikotin o.ä., Schmerzbehandlung)

→ Ziel: kontinuierliche Wirkstoff Freisetzung unter kontrollierten Bedingungen

→ Thema: Kunststoffe, Hydrogele/ Drug Delivery, siehe auch „Smarte Drug Delivery Systeme“

26. Erkläre Abrasion und Ablation

- **Abrasion:** zerkratzen durch harte, körnige Gegenstoffe /Rauberge des Gegenkörpers (Mikrozerspg.)
- **Ablation:** zersetzen, verdampfen durch hohe Energiedichte an der Oberfläche eines Körpers
- [Adhäsion: Verschleiß infolge atomarer und molekularer Wechselwirkung der Stoffe in der Kontaktzone]

→ Thema: Metalle, Verschleißmechanismen

27. Was für 2 ... verhindern die plastische Verformung/Versetzung von Ebenen??

da die Frage eher nicht so viel aussagt, eine kleine Zusammenfassung zum Thema: Gitterfehler, plastische Verformung Versetzung:

- plastische Verformung erst durch Bewegung von Versetzungen möglich → Versetzung erleichtert die plastische Verformung (nach dem Teppichziehprinzip, siehe Zeichnung im Skript)
- es gibt zwei Arten von Versetzung: Stufen- und Schraubenversetzung und sind Linienfehler (eindimensional)
- Gitterfehler 0. und 3. Ordnung erschweren die plastische Verformung, da das Gitter verzerrt ist → Festigkeit steigt
- Gitterfehler 0. Ordnung: Punktfehler (Leerstellen, Zwischengitteratome oder Substitutionsatome),

3. Ordnung: Räumlichen Fehlern (Ansammlung von Leerstellen und substituierenden Atomen)

daraus würde ich schließen, dass die Frage war: Was für 2 Gitterfehler / Mechanismen verhindern die plastische Verformung / Versetzung von Ebene? → Leerstellen und substituierende Atome

→ Thema: Metalle, Grundlagen

28. Was sind typische Eigenschaften von Alginat und wozu wird dieses verwendet?

29. Stellen Sie Stahl und Keramiken in einem Spannungs-Dehnungs-Diagramm nebeneinander dar.

30. Um welche Gitterfehler handelt es sich hier?

- 1) Eindimensionaler Gitterfehler (Eingeschobene Halbebene)
- 2) Zweidimensionaler Gitterfehler (Zwillingsgrenze)

31. Welche Probleme können sich bei der Sterilisation ergeben (oder so ähnlich)

32.