

Klausur – Bionik & Leichtbau

Gedächtnisprotokoll von Bionik WS 2025/26. Die richtigen Antworten sind markiert. Wir hatten 90min für die Bearbeitung Zeit und es waren 68 Aufgaben.

Teil A – Multiple Choice (Single Choice) – Leichtbau

1. Axiom konstanter Spannung – Ziel ist ... (1 P)

- A) Minimierung der Bauteilmasse unabhängig von der Last
- B) Gleichmäßige Verteilung der Spannungen entlang der Bauteiloberfläche**
- C) Maximierung der Steifigkeit durch Materialanhäufung
- D) Reduzierung der Fertigungskosten

2. Kerben – Warum sind Kerben kritisch für die Bauteillebensdauer? (1 P)

- A) Sie erhöhen die Steifigkeit lokal
- B) Sie reduzieren die Materialdichte
- C) Sie führen zu lokalen Spannungsspitzen und Rissinitiierung**
- D) Sie verbessern den Kraftfluss

3. Zugdreieck – Die Breite eines Zugdreiecks sollte ... (1 P)

- A) immer konstant sein
 - B) proportional zur Bauteillänge sein
 - C) proportional zur Belastung sein
 - D) möglichst klein sein
- (B ist nicht richtig)

4. Zugdreieck-Ausrichtung – Eine falsche Ausrichtung von Zugdreiecken führt zu ... (1 P)

- A) homogener Spannung
- B) höherer Steifigkeit
- C) zusätzlicher Kerbwirkung**
- D) Materialersparnis

5. CAO – CAO basiert hauptsächlich auf ... (1 P)

- A) CFD
- B) Topologieoptimierung ohne Randbedingungen
- C) Finite-Elemente-Analyse**
- D) experimenteller Materialprüfung

6. Schubspannung – Die maximale Schubspannung bei axialer Zugbelastung beträgt ungefähr ... (1 P)

- A) 0
- B) $\frac{1}{4}$ der Normalspannung
- C) $\frac{1}{2}$ der Normalspannung**
- D) gleich der Normalspannung

7. Risse – Warum treten Risse häufig unter etwa 45° auf? (1 P)

- A) Minimale Biegung
- B) Maximale Druckspannung
- C) Maximale Schubspannung**
- D) Fertigungseffekte

8. SKO-Methode – Die SKO-Methode imitiert ... (1 P)

- A) Muskelwachstum
- B) Knochenumbau durch Osteoblasten/Osteoklasten**
- C) Zellteilung
- D) Photosynthese

9. Pedikelschraube – Warum erhöht eine bionisch optimierte Pedikelschraube die Lebensdauer? (1 P)

- A) größere Gewindesteigung
- B) höhere Materialhärte
- C) reduzierte von-Mises-Spannung an Kerben**
- D) geringere Oberflächenrauheit

10. Um ungefähr wieviel ist die Lebensdauer erhöht? (1 P)

Antwort: 20x

Teil B – Multiple Choice (Mehrfachauswahl) – Leichtbau

11. Welche Eigenschaften besitzen bionisch optimierte Strukturen typischerweise? (2 P)

- ✓) Gleichmäßige Spannungsverteilung
- ☐ Materialanhäufung in unbelasteten Zonen
- ✓) Reduzierte Kerbspannungen
- ✓) Kraftflussgerechte Formgebung
- ☐ Zufällige Geometrien

12. Welche Methoden können ohne FEM grafisch angewendet werden? (2 P)

- ☐ CAO
- ✓) Zugdreiecke
- ✓) Schubvierecke
- ☐ SKO nur numerisch

Teil C – Verständnisfragen – Leichtbau

12. Erklären Sie den Begriff „Faulpelzecken“ und deren Bedeutung für den Leichtbau. (2 P)

Freitextantwort

13. Warum ist ein Loch ebenfalls als Kerbe zu betrachten? (2 P)

Freitextantwort

14. Vergleichen Sie CAO und SKO hinsichtlich Wirkprinzip, biologischem Vorbild und Ziel. (6 P)

Tabelle

Wirkprinzip	Biol. Vorbild	Ziel
CAO		
SKO		

Klausurfragen – Bionik (Grundlagen)

15. Bionics – Der Begriff „Bionics“ setzt sich zusammen aus: (1 P)

- A) Biology + Mechanics
- B) Biology + Electronics**
- C) Bio + Ionics
- D) Biomechanics + Informatics

16. Bionik vs. Biotechnologie – Hauptunterschied Bionik vs. Biotechnologie: (1 P)

- A) Nutzung lebender Zellen zur Stoffproduktion
- B) Einsatz von Elektronik
- C) Übertragung biologischer Prinzipien auf Technik**
- D) Verwendung natürlicher Materialien

17. Technische Biologie – Technische Biologie betrachtet biologische Systeme primär ... (1 P)

- A) taxonomisch
- B) evolutionsgeschichtlich
- C) aus Sicht von Ingenieurwissenschaften und Physik**
- D) molekularbiologisch

18. Übertragung – Vor technischer Übertragung ist notwendig: (1 P)

- A) Kopie der Natur
- B) Funktionsabstraktion**
- C) Miniaturisierung
- D) Materialsubstitution

19. "Wozu?" – Warum ist „Wozu?“ naturwissenschaftlich problematisch? (1 P)

- A) nicht messbar
- B) nicht kausal erklärend**
- C) zu komplex
- D) philosophisch

20. Bionik-Ausprägungen – In welche drei Ausprägungen kann die Bionik unterteilt werden? Nennen Sie jeweils ein Beispiel. (3 P)

Freitextantwort

21. Induktion – Induktion bedeutet ... (1 P)

- A) allgemein → speziell
- B) speziell → allgemein**
- C) messen
- D) beweisen

22. Deduktion – Deduktion basiert auf ... (1 P)

- A) Einzelbeobachtungen
- B) Statistik
- C) allgemeinen Gesetzmäßigkeiten**
- D) Evolution

23. Analogie – Analogie bedeutet ... (1 P)

- A) gleicher Bauplan
- B) gleiche Funktion, unterschiedliche Herkunft**
- C) gleiche Gene
- D) gleiche Materialien

24. Homologie – Homologie bedeutet ... (1 P)

- A) Konvergenz
- B) gleiche Funktion
- C) gemeinsamer evolutionärer Ursprung**
- D) gleiche Belastung

Mehrfachauswahl – Bionik Grundlagen

25. Lebende Systeme – Prinzipien lebender Systeme: (2 P)

- ✓) Entwicklung
- ☐ Thermodynamisches Gleichgewicht
- ✓) Regulation
- ✓) Vererbung
- ✓) enzymatische Katalyse

26. Modellbildung – Vorteile der Modellbildung: (2 P)

- ✓) Abstraktion von Funktionen
- ☐ direkte Naturkopie
- ✓) systematische Parameteränderung
- ✓) erleichterte technische Übertragung
- ☐ Eliminierung aller Randbedingungen

Verständnis / Kurzantwort – Bionik Grundlagen

27. Erklären Sie den Unterschied zwischen Bionik, Biomimetik und Biotechnologie. (3 P)

Freitextantwort

28. Warum ist eine reine „Naturkopie“ / „Blaupause“ meist keine sinnvolle bionische Lösung? (1 P)

Freitextantwort

Teil D – Transfer & Anwendung

29. Frage 29 - Sieben Denkschritte nach Rechenberg (3 P): Schwimmpflanze (Salvinia spec.) - Diskutieren Sie anhand der Sieben Denkschritte, ob es Sinn macht die Schwimmpflanz-Struktur auf Schiffswände zu übertragen.

Freitextantwort

30. Kriterien echter Bionik nach Rechenberg – Kriterien echter Bionik nach Rechenberg: (2 P)

- ☐ gleiche Farbe
- ✓) ähnliches Funktionsprinzip
- ✓) ähnliche Randbedingungen
- ✓) ähnliche Gütekriterien
- ☐ gleiche Größe

Klausurfragen – Biologische Transformation & Biointelligenz

31. Ziel der biologischen Transformation – Das übergeordnete Ziel ist ... (1 P)

- A) vollständige Automatisierung
- B) maximale Produktionsgeschwindigkeit
- C) nachhaltige/zukunftsfähige Wertschöpfung**
- D) Ersatz aller fossilen Materialien durch Biomaterial

32. Produktionsparadigma – Welches Lebenszyklusprinzip charakterisiert biobasierte Produktion? (1 P)

- A) cradle-to-grave
- B) take-make-waste
- C) cradle-to-cradle**
- D) just-in-time

33. "Biologisierung" – Warum wird der Begriff „Biologisierung" teilweise kritisch gesehen? (1 P)

- A) technisch unpräzise
- B) negativ historische Konnotation
- C) widerspricht Bionik
- D) zu stark ökonomisch geprägt
- (D ist nicht richtig)

34. Biointelligenz – Biointelligenz ist definiert als ... (1 P)

- A) Nutzung von Bioplastik
- B) Kombination von Mechanik und Elektronik
- C) Konvergenz von Bio-, Hard- und Software**
- D) Einsatz künstlicher Intelligenz

35. Wertschöpfungszellularität – Zelluläre Wertschöpfung bedeutet primär ... (1 P)

- A) zentrale Großfabriken
- B) globale Lieferketten
- C) dezentrale, nutzernahe Produktion**
- D) reine Onlineproduktion

36. Smart Biomanufacturing Devices – SBMDs zeichnen sich aus durch ... (1 P)

- A) hohe Stückzahlen, geringe Varianten
- B) autonome, bedarfsgerechte Produktion**
- C) fossile Energieversorgung
- D) manuelle Steuerung

37. Enzymatische Prozesse – Welches sind wesentliche Vorteile einer enzymatischen Materialherstellung? (4 P)

Freitextantwort

Teil B – Multiple Choice (Mehrfachauswahl) – Bio. Transformation

38. Biointelligente Systeme – Eigenschaften biointelligenter Systeme: (2 P)

- ✓) Echtzeit-Sensorik
- ✓) adaptive Prozessregelung
- ☐ feste, unveränderliche Produktionsparameter
- ✓) Integration biologischer Komponenten
- ✓) digitale Zwillinge

Teil C – Verständnis / Kurzantwort – Bio. Transformation

39. Definieren Sie den Begriff „Biologische Transformation“ in eigenen Worten (max. 4–5 Sätze). (2 P)

Freitextantwort

40. Was versteht man unter „Wertschöpfungszellularität“ und warum erhöht sie Resilienz? (2 P)

Freitextantwort

Klausurfragen – Bionik in der Medizintechnik

41. Bionische Innovationen – Warum weisen bionische Patente laut Fraunhofer eine höhere Verwertungsrate auf? (1 P)

- A) geringere Entwicklungskosten
- B) mehr Fördergelder
- C) häufigere Sprunginnovationen**
- D) einfachere Zulassung

42. Seegurkenprinzip – Welches Problem wird durch das Seegurkenprinzip bei Hirnimplantaten adressiert? (1 P)

- A) Korrosion
- B) Infektion
- C) Steifigkeitsmismatch zwischen Implantat und Gewebe**
- D) Stromversorgung

43. Funktionsprinzip Seegurke – Das entwickelte Elektrodenmaterial ist ... (1 P)

- A) permanent weich
- B) permanent steif
- C) trocken steif und im feuchten Milieu weich**
- D) temperaturgesteuert hart

44. Gecko-Kleber – Die Haftung des Gecko-inspirierten Gewebeklebers beruht primär auf: (1 P)

- A) elektrostatischer Aufladung
- B) van-der-Waals- und Kapillarkräften**
- C) chemischer Polymerisation
- D) Vakuumeffekt

45. Knochenklebstoff (Sandcastle-Wurm) – Ein wesentliches Merkmal dieses Klebstoffs ist: (1 P)

- A) nur trockene Aushärtung
- B) Aushärtung in wässriger Umgebung**
- C) permanente Nicht-Resorbierbarkeit
- D) nur für Metalle geeignet

46. Kapselendoskop – Warum wurde der Wasserkäfer als Vorbild gewählt? (1 P)

- A) hohe Geschwindigkeit
- B) gute Schwimmfähigkeit
- C) lage- und bewegungsstabile Form**
- D) minimale Größe

47. Feuchtigkeitssensor – Der bionische Feuchtigkeitssensor funktioniert ohne externe Energie, weil: (1 P)

- A) chemische Reaktion Wärme erzeugt
- B) Widerstandsänderung gemessen wird
- C) Farbumschlag durch photonische Kristalle erfolgt bei verschiedenen Feuchtigkeitswerten**
- D) Batterie integriert ist

Teil C – Transfer / Konstruktionsaufgaben – Medizintechnik

48. Flectofin (Strelitzie) – Das Fassadensystem „Flectofin“ nach Vorbild der Strelitzie/Paradiesblume nutzt primär ... (1 P)

- A) aktive Motoren zur Formänderung
- B) pneumatische Aktoren
- C) elastische Biege- und Torsionsverformung von Faserverbunden**
- D) thermische Ausdehnung

49. Bionik-Prozess – Ordnen Sie die Schritte des Top-down-Prozesses nach der Reihenfolge des Auftretens (mit 1.,2.,3.): (1 P)

- 1) technisches Problem
- 2) biologisches Vorbild
- 3) Prinzipverständnis
- 4) Abstraktion
- 5) technische Umsetzung
(bereits richtig sortiert)

50. Benetzung – Beschreiben Sie den Unterschied zwischen ungerichteter Benetzung und strukturgeführter Benetzung und benennen Sie jeweils einen Beispielorganismus und den Zweck: (4 P)

Freitextantwort

Klausurfragen – Evolutionsstrategie & Evolutionsalgorithmen

51. Haihaut – Strömungsmechanik – Welche Effekte erklären die Widerstandsreduktion riblet-/haihautähnlicher Oberflächen? (2 P)

- ✓) Unterdrückung quergerichteter Wirbel
-) Erhöhung der turbulenten Durchmischung
- ✓) Verringerung der Kontaktfläche der Querverwirbelung
-) reine chemische Hydrophobie
- ✓) Reduktion der Schubspannung an der Wand

52. Definition Evolutionsstrategie – Die Evolutionsstrategie ist laut Rechenberg ... (1 P)

- A) ein deterministisches Gradientenverfahren
- B) Anwendung biologischer Optimierungsprinzipien auf technische Systeme**
- C) ein neuronales Netz
- D) rein zufällige Suche ohne Bewertung

53. Globales Optimum in der Natur – Ein Hinweis auf ein globales Optimum liegt vor, wenn ... (1 P)

- A) ein Merkmal nur bei einer Art vorkommt
- B) viele Individuen zufällig ähnlich aussehen
- C) gleiche Lösungen unabhängig bei verschiedenen Arten auftreten**
- D) eine Struktur sehr komplex ist

54. Starke Kausalität – Starke Kausalität bedeutet: (1 P)

- A) kleine Ursachen → große Wirkungsänderungen
- B) kleine Ursachen → kleine Wirkungsänderungen**
- C) zufällige Wirkung
- D) keine Vorhersagbarkeit

55. Bedeutung für ES – Warum ist starke Kausalität Voraussetzung für Evolutionsstrategien? (1 P)

- A) sonst zu viele Messungen nötig
- B) sonst keine Fitnessfunktion
- C) Suchschritte wären nicht vorhersagbar/nutzlos**
- D) sonst zu hohe Rechenzeit

56. Suchstrategie – Welche Suchform beschreibt die klassische Evolutionsstrategie am besten? (1 P)

- A) globale deterministische Suche
- B) globale stochastische Suche
- C) lokale deterministische Suche**
- D) lokale stochastische Suche

57. Fortschrittsgeschwindigkeit ϕ – Die Fortschrittsgeschwindigkeit ist definiert als: (1 P)

- A) Fitness $\times$ Zeit
- B) Anzahl der Mutationen
- C) zurückgelegter Weg bergan / Zahl der Versuche**
- D) beste Fitness / Generation

58. Variation – Variation in der ES wird hauptsächlich realisiert durch: (1 P)

- A) Rekombination allein
- B) Mutation**
- C) deterministische Optimierung
- D) Filterung

59. Evolutionsalgorithmen – Bei einer (1+9)-ES ... (1 P)

- A) gibt es zwei Eltern
- B) konkurrieren Eltern und Kind, der Bessere überlebt**
- C) entstehen 10 Kinder
- D) wird keine Selektion durchgeführt

60. Evolutionsfenster – Warum ist die Mutationsschrittweite kritisch? (1 P)

- A) nur Rechenzeitproblem
- B) zu groß → Instabilität, zu klein → langsame Konvergenz**
- C) beeinflusst nur Speicherbedarf
- D) hat keinen Einfluss

61. Algorithmusvergleich – Vergleichen Sie (1+1)-ES und (μ, λ) -ES hinsichtlich Diversität, Konvergenzgeschwindigkeit und Risiko lokaler Minima. (3 P)

Tabellenantwort

	Diversität	Konvergenzgeschwindigkeit	Risiko lokaler Minima
(1+1)-ES			
(μ, λ) -ES			

Klausurfragen – Künstliche Muskeln & bioinspirierte Aktoren

62. Grundprinzip biologischer Muskeln – Warum können biologische Muskeln alleine keine bidirektionale Bewegung erzeugen? (1 P)

- A) sie sind zu weich
- B) sie arbeiten nur isometrisch
- C) sie können nur ziehen, nicht drücken**
- D) sie benötigen elektrische Motoren

63. Optimale Muskellänge – Die maximale Kraftentwicklung tritt typischerweise auf bei etwa ... (1 P)

- A) 50 % der Ruhelänge
- B) 80 %
- C) 110–120 %**
- D) 200 %

64. Muskelspindeln – Muskelspindeln dienen hauptsächlich als ... (1 P)

- A) Aktoren
- B) Temperatursensoren
- C) Dehnungssensoren**
- D) Energiespeicher

65. Pneumatischer Muskel – Das McKibben-/Festo-Prinzip führt bei Druckbeaufschlagung zu ... (1 P)

- A) Verlängerung
- B) Torsion
- C) Verkürzung durch radiale Expansion**
- D) reinem Biegen

66. Kraftverlauf Festo-Muskel – Die maximale Zugkraft tritt typischerweise auf ... (1 P)

- A) am Ende des Hubs
- B) in der Mitte
- C) zu Beginn der Kontraktion**
- D) konstant über den gesamten Hub

67. DEA-Wirkprinzip – Die Verformung eines DEA entsteht durch ... (1 P)

- A) Joule-Erwärmung
- B) magnetische Kräfte
- C) elektrostatische Anziehung der Elektroden**
- D) chemische Reaktion

Teil B – Multiple Choice (Mehrfachauswahl) – Künstliche Muskeln

68. Vorteile pneumatischer Muskeln – Vorteile pneumatischer Muskeln: (2 P)

- ✓) hohe Anfangskraft
- ✓) ruckfreie Bewegung
- ☐ viele bewegliche Getriebeteile
- ✓) geringes Gewicht
- ✓) robust gegenüber Schmutz