

## Fragenkatalog für die Vorlesung im Hauptstudium / Master

### Bewegungswissenschaft III: „Menschlicher Bewegungsapparat und Leistungsdiagnostik“

Wank / Stand: SS 2026\_08-04-2026

#### 1. Einleitung/Themen/Literatur

-----

#### 2. Zellen / Nervensystem

1. Skizziere eine (unspezialisierte) menschliche Zelle und benenne die Zellorganellen (8) mit Angabe der jeweiligen Funktionen! **(9P)**
2. Beschreibe das Prinzip der Signalfortleitung im Axon einer Nervenzelle! Gehe dabei vom Ruhepotential (mit Erläuterung, was das ist) aus und beschreibe die Phasen des Aktionspotentials (mit Zeitverlauf-Diagramm)! Warum hat sich in der Evolution die „kostspielige“ Lösung des Ruhepotentials durchgesetzt? **(8P)**
3. Auf welche Weise werden bei der Ansteuerung von Skelettmuskelfasern Erregungsleitungsgeschwindigkeiten von bis zu 120m/s erreicht? Beschreibe den Mechanismus! **(2P)**
4. Welche Aufgabe haben Propriozeptoren (1P)? Wie funktionieren Muskelspindeln (1P)? Welche Messgrößen werden in Muskelspindeln mit welchen Afferenzen erfasst (2P)? **(4P)**
5. Was ist ein Dehnungsreflex, was bewirkt er (3P)? Skizziere das Regelschema (2P)! **(5P)**
6. Beschreibe die komplexe Regelung einer Willkürbewegung von der Handlungsentscheidung bis zum erfolgreichen Vollzug mit den Unterpunkten Ausgangspunkt der Handlung, neurophysiologischer Ablauf unter Beachtung der Regelmechanismen! **(5P)**
7. Skizziere den Versuchsaufbau zur Messung des Hoffmann-Reflexes! Erläutere den Messablauf und die Ergebnisse mit Diagramm zum M- und H-Wellen-Verlauf! Welche Informationen liefern die Messergebnisse? **(5P)**

#### 3. Muskel (I): Anatomie und Physiologie:

##### Muskelstruktur, Erregung, Kontraktion und Muskelarchitektur

8. Beschreibe oder skizziere den hierarchischen Aufbau eines Skelettmuskels (mit allen Strukturebenen) (6P)! Warum wird der Skelettmuskel auch quer gestreifter Muskel genannt (1P)? Warum spricht man von Muskelfasern und nicht von Muskelzellen (2P)? **(9P)**
9. Skizziere ein Sarkomer mit Bezeichnung der drei wichtigsten Strukturproteine (4P)! Erläutere die Begriffe Querbrückenbindung und Filamentgleiten(2P)! **(5P)**
10. Definiere motorische Einheit und motorische Endplatte (2P)! Beschreibe den Signalfluss vom motorischen Zentrum des Zentralnervensystems bis zur motorischen Endplatte (bei einer Willküraktion, 4P)! **(6P)**

11. Skizziere eine Synapse (4P)! Beschreibe die Prozesse, die beim Übergang des Aktionspotentials vom Nerv auf die Muskelfasermembran ablaufen, inklusive Deaktivierung (4P)! **(8P)**
12. Beschreibe den Fortlauf der Erregungsleitung in der Muskelfaser von der motorischen Endplatte bis zur Auslösung der Aktin-Myosin-Kopplung detailliert mit diversen Ionenströmen! **(6P)**
13. Wie funktioniert der Mechanismus von Muskelverkürzung und Kraftentwicklung auf Sarkomerebene (5P)? Wo wird dabei ATP verbraucht (2P)? Unter welcher Voraussetzung laufen Querbrückenzyklen ab (1P)? **(8P)**
14. Erläutere die Begriffe Zuckung, unvollständiger und vollständiger Tetanus mit Skizze der Zeitverläufe der Muskelaktivierung (3P)! Bei welchen Reizfrequenzen wird theoretisch ein vollständiger Tetanus bei ST-Fasern und bei FT-Fasern erreicht (2P)? Warum kann ein Muskel insgesamt scheinbar „glatt“ (tetanisiert) kontrahieren, obwohl alle motorischen Einheiten stets mit Reizfrequenzen unterhalb der Tetanusfrequenz aktiviert werden (1P)? **(6P)**
15. Wie kann Kraft-Output und Bewegungsgeschwindigkeit (Intensität der Kontraktion insgesamt) geregelt werden (6P)? Erläutere, nach welchem Prinzip die Einschaltung motorischer Einheiten erfolgt und begründe, warum das sinnvoll ist (2P)! **(7P)**
16. Welche beiden Grundtypen von Muskelarchitektur gibt es? Skizziere jeweils die schematische Faseranordnung für diese beiden Grundtypen (2P)! Nenne je einen typischen Beispielmuskel für die beiden Architekturtypen (2x0.5=1P)! Wie wirkt sich die Anordnung der Muskelfasern auf die biomechanischen Eigenschaften der Muskeln jeweils aus (mit Begründung, 2x2=4P)? Zeichne die typischen Verläufe der aktiven Kraft-Längen- Kennlinie und der Last Geschwindigkeitskennlinie (Kontraktionsdynamik) mit zwei verschiedenen Farben in je ein Diagramm (2x2x0.5=2P)! **(9P)**

#### **4. Muskel (II): Anatomie und Physiologie: Nährstoffe, Energiestoffwechsel, Muskelfasertypen**

17. Welche Grundstoffe nehmen wir mit der Nahrung und mit der Atmung auf (8x0.5=4P) und welche Stoffe scheiden wir wieder aus (4x0.5=2P)? **(6P)**
18. Charakterisiere das Wesen und den Grundaufbau von Kohlenhydraten, Fetten und Eiweißen (3x2=6P)! Was ist der Unterschied zwischen Glykogen und Glukose (1P), weshalb muss ständig zwischen beiden Verbindungen umgebaut werden (1P)? **(8P)**
19. Wozu benötigt der Mensch Energie (3P)? Welche Stoffwechselwege stehen zur Energiebereitstellung im Muskel zur Verfügung? Nenne Ausgangsstoffe, Wesen/Besonderheiten/Effizienz und Einsatzbereich (Intensität und Dauer) des jeweiligen Stoffwechselweges (4x2=8P)! **(11P)**
20. Erläutere den bevorzugten Energiestoffwechselweg bei sehr intensiver Belastung über eine Dauer von mehr als 20s (Wesen, Substrat, Energieausbeute, Vor- und Nachteile)! **(5P)**
21. Wie sind Fette aufgebaut (2P)? Erläutere das Wesen der  $\beta$ -Oxidation (Ausgangsstoff, Prozess, Zwischenprodukt – wo wird das Zwischenprodukt weiterverarbeitet?) (4P)! Warum ist der Fettstoffwechsel nicht die „erste Wahl“ bei der Energiebereitstellung (1P)? **(7P)**
22. Erläutere das Wesen des Zitratzyklus: Ziel (1P), Input (3x0.5=1.5P, Output (4x0.5=2P)! Wo findet er statt (0.5P)? **(4P)**

23. Erläutere das Wesen der Atmungskette (Ziel(1P), Input (2x0.5=1P), Output(2x0.5=1P)! Wo findet sie statt (0.5P)? **(2.5P)**
24. Charakterisiere die drei wichtigsten Typen der Skelettmuskelfasern! Gehe sowohl auf kontraktile/biomechanische Eigenschaften (2P) als auch auf biochemische (Stoffwechsel) Eigenschaften (2P) ein! Welche Maximalkraftwerte erreichen ST- und FT-Fasern (1P)? **(5P)**
25. Wie kann das Muskelfaserspektrum bestimmt werden (2P)? Erläutere insbesondere die histochemischen Verfahren zur Fasertypdeterminierung (Zuordnung des Muskelfasertyps auf der Basis von Enzymnachweisen) 3P)! **(5P)**
26. Das Muskelfaserspektrum ist weitgehend genetisch determiniert. Welche Anpassungsvorgänge gibt es auf der histochemischen Ebene der Muskelfasern bei extremen Belastungen im Ausdauerbereich (2P) bzw. im Maximalkraft-/Schnellkraftbereich (2P)? **(4P)**

### **5. Muskel (III) Biomechanik/ Muskelkennlinien**

27. Was sind Muskelkennlinien (1P)? Nenne die drei Muskelkennlinien! Skizziere jeweils einen typischen Kennlinienverlauf (3P)! Wie kommt der charakteristische Verlauf jeweils zustande? Erläutere die physiologischen Hintergründe bei jeder Kennlinie! Von welchen Einflussgrößen hängt der Kennlinienverlauf jeweils ab (3P)? Füge in die Kennliniendiagramme jeweils eine zweite Kennlinie mit einer von der ersten Kurve abweichenden Charakteristik ein und interpretiere/begründe die Unterschiede(3P)! **(10P)**
28. Nenne die drei wichtigsten Kontraktionsformen und erläutere deren Wesen! **(3P)**
29. Beschreibe, wie die jeweiligen Muskelkennlinien für einen frei aufgehängten isolierten Muskel experimentell bestimmt werden können: Versuchsaufbau (3x1=3P)? Welche Kontraktionsform (3x0.5=1.5P) Was wird gemessen bzw. variiert (3x2x1=6P)? Skizziere den typischen verlauf jeweils ein je einem Diagramm (3x1=3P)! **(13.5P)**
30. Skizziere die Kraft-Geschwindigkeitskennlinie mit exzentrischer Kraftwirkung (1P)! Wie kann sie experimentell bestimmt werden (1P)? **(2P)**

## **6. Passiver Bewegungsapparat I: Sehnen, Knorpel, Knochen**

31. Nenne Aufgaben und Bestandteile des passiven Bewegungsapparates!
32. Erläutere die physikalischen Materialeigenschaften Elastizität und Dämpfung (mit Formeln)!
33. Welche Differenzierungen des Knorpelgewebes gibt es? Welche Aufgaben hat der Gelenknorpel? Wie (Bauprinzipien und Eigenschaften) erfüllt Gelenknorpel diese Anforderungen?
34. Wie sind Röhrenknochen aufgebaut? Welche Eigenschaften besitzen Röhrenknochen, wodurch? Wie erfolgt ihre Anpassung an Belastungen?
35. Skizziere die Entwicklung von Röhrenknochen von der Geburt bis ins hohe Alter!
36. Welche Formen der Knochenbelastung gibt es?

## **7. Passiver Bewegungsapparat II: Gelenke und Kraftübertragung**

37. Welche Funktion haben Gelenke? Wie sind echte Gelenke aufgebaut (Skizze)?
38. Welche Gelenkgrundtypen gibt es? Nenne jeweils den Freiheitsgrad und ein Beispiel!
39. Die Bewegung unserer Gliedmaßen basiert auf Drehmomenten in den Gelenken. Erläutere an den Beispielen der Armbeugung und der Armstreckung (mit Skizze), wie Last- und Muskelmomente zustande kommen!
40. Erläutere mit Formeln und Skizze, wie aus der (linearen) Kraftwirkung der Muskeln Drehmomente im Gelenk und Kräfte an der Peripherie der Gliedmaßen zustande kommen! Welche Bedingungen gelten für die Armbeuger für das Halten eines Gewichts und für das Anheben (Beschleunigen) eines Gewichts?
41. Wie ist das Kniegelenk aufgebaut? Charakterisiere die mechanischen Eigenschaften dieses Gelenks sowie die Besonderheiten bei der Übertragung von Kräften vom Oberschenkelstrecker auf den Unterschenkel!
42. Beschreibe und erläutere vier Möglichkeiten zur Bestimmung von Muskelkräften während menschlicher Bewegungen!

## **8. Diagnose von Kraftfähigkeiten**

43. Wie sind konditionelle Fähigkeiten strukturiert? Ordne gegebene Sportarten und Disziplinen in das Fähigkeitsdreieck ein!
44. Nenne die wichtigsten Kontraktionsformen und erläutere deren Wesen!
45. Beschreibe Messaufbau und Durchführung eines isometrischen Tests für die Plantarflexoren (Skizze)! Was ist bei der Testplanung zu beachten! Skizziere für zwei Probanden mit unterschiedlichem Kraftfähigkeitsprofil die Messergebnisse und interpretiere diese anhand der Auswerteparameter!
46. In welchen Etappen erfolgt ausgehend von untrainiert die Verbesserung der Maximalkraft infolge von Training?
47. Wie ist Maximalkraft aus der Sicht verschiedener Sportarten und aus sportwissenschaftlicher Sicht definiert. Bei welchen Kontraktionsformen können die höchsten Kräfte gemessen werden? Warum eignen sich diese nicht zum Definieren von Maximalkraft?

48. Bei konzentrischen Tests werden in der Regel v-t-Verläufe gemessen! Beschreibe die weitere Auswerteprozedur und zeige, wie die wichtigsten Auswerteparameter aus dem Messverlauf bestimmt werden können! (mit Skizzen einer typischen Paarung für v-t- und s-t-Verläufen)
49. Beschreibe Messaufbau und Durchführung einer konzentrischen Lastenreihe für die Kniestrecker (Leg-Press)! Was ist bei der Testplanung zu beachten! Skizziere das Messergebnis bei einer Last für zwei Probanden mit identischer Beinlänge aber unterschiedlichen Schnellkraftvoraussetzungen! Welche wesentlichen Parameter lassen sich hiervon ableiten? Welche Informationen liefert der Vergleich von Lastenreihen (Last-Geschwindigkeits-Diagramme)?
50. Beschreibe den Messaufbau und das Versuchsdesign sowie die Auswerteprozedur (Skizze des Auswertediagramms) für die Bestimmung von Kraftausdauerfähigkeiten der Beinstrecker!
51. Was ist eine isokinetische Kontraktion? Beschreibe den Versuchsaufbau (Skizze), Messablauf und den Messablauf für eine Kniestrecker-Analyse! Welche Parameter werden vorgegeben, welche gemessen? Skizziere einen typischen Messverlauf für drei Winkelgeschwindigkeiten! Welche Informationen enthalten die Messdaten von isokinetischen Kontraktionen?
52. Skizziere einen typischen Verlauf der vertikalen Bodenreaktionskraft für einen Counter-Movement-Jump und zeichne darunter (zeitsynchron zugeordnet) den Verlauf der KSP-Geschwindigkeit bis zum Gipfelpunkt (ca. Mitte der Flugphase)! Markiere die wesentlichen Phasen im Bewegungsablauf! Zeige mit Formeln, wie man aus der Bodenreaktionskraft  $F_z(t)$  die Zeitverläufe der KSP-Geschwindigkeit und der KSP-Höhe berechnet!
53. Welche Reize und welche Trainingsmethoden führen zur Steigerung der Maximalkraft? Welche Anpassungserscheinungen treten dabei nach einer mehrmonatigen Trainingsperiode auf?
54. Wie erfolgt die Querschnittszunahme im Muskelgewebe? Gehe dabei auf Hypertrophie-Differenzen der Fasertypen beim Training von Maximalkraft und Kraftausdauer ein?

## 9. Diagnose von Ausdauerfähigkeiten

55. Was ist der respiratorische Quotient (RQ)? Wie kann bei der Spiroergometrie anhand des RQ auf den bei der jeweiligen Belastung aktivierten Stoffwechselprozess zurück geschlossen werden (mit Begründung)?
56. Definiere die Begriffe aerobe und anaerobe Schwelle und erläutere die damit einhergehenden Prozesse!
57. Beschreibe den Laktat-Stufentest am Laufband-Ergometer! Skizziere die typischen Verläufe einer solchen Messung und kennzeichne die anaerobe Schwelle! Wie können die Ergebnisse des Laktat-Stufentests zur Trainingssteuerung genutzt werden? Welche Bedeutung hat die anaerobe Schwelle für die Trainingssteuerung?
58. Welche Trainingsmethoden finden im Ausdauertraining in unterschiedlichen Trainingetappen Anwendung (Erläuterung der Verteilung von Intensität, Umfang und Erholung)? Skizziere die Belastungszyklus-Diagramme für die verschiedenen Methoden!
59. Welche Anpassungserscheinungen treten bei regelmäßigem Ausdauertraining auf?

## 10. Elektromyografie (EMG)

60. Wie kommt das Oberflächen-EMG (Summenpotential) aus physiologischen Gegebenheiten zustande (Begriff Depolarisationswelle, Skizze zur Potentialentstehung bei Differenzmessung, Einflüsse auf Signalamplitude und –frequenz)?
61. Welche EMG-Arten gibt es (Systematik zur Ableitkonfiguration)?
62. Beschreibe die Präparation zur Ableitung eines bipolaren Oberflächen-EMGs!
63. Welche Faktoren beeinflussen das EMG-Signal (sowohl physiologische Faktoren zur Signalentstehung als auch Störfaktoren)?
64. Mit welchen Standardverfahren werden EMG-Signale dargestellt? Skizziere Rohsignal und die diversen Darstellungsformen (Zeitreihen)!
65. Erläutere das Wesen der Frequenzanalyse des EMG-Signals mittels Fast-Fourier-Transformation (FFT) (mit Beispielskizze eines typischen Ergebnisses)!
66. Welche Informationen liefert das Oberflächen-EMG? Welche Probleme bzw. Einschränkungen treten bei der Anwendung des Oberflächen-EMGs bei sportlichen Bewegungen auf?
67. Bewerte die Aussagekraft einer einzelnen EMG-Messung? Wie können charakteristische Aktivierungsmuster mit hoher statistischer Sicherheit bestimmt werden!
68. Nenne 5 typische Anwendungsfelder (Fragestellungen) für den Einsatz des Oberflächen-EMGs!