 Universität Karlsruhe (TH)

Beanspruchungsmessung

Inhalt

- Klärung und Unterscheidung der Begriffe Belastung und Beanspruchung
- Methoden zur Messung **körperlicher Beanspruchung**
- Definition und Bedeutung der Dauerleistungsgrenze
- Praktische Durchführung einer Elektrokardiografie (EKG) und einer Elektromyografie (EMG)
- Methoden zur Beurteilung **mentaler Beanspruchung**,
- Praktische Durchführung eines d2-Tests



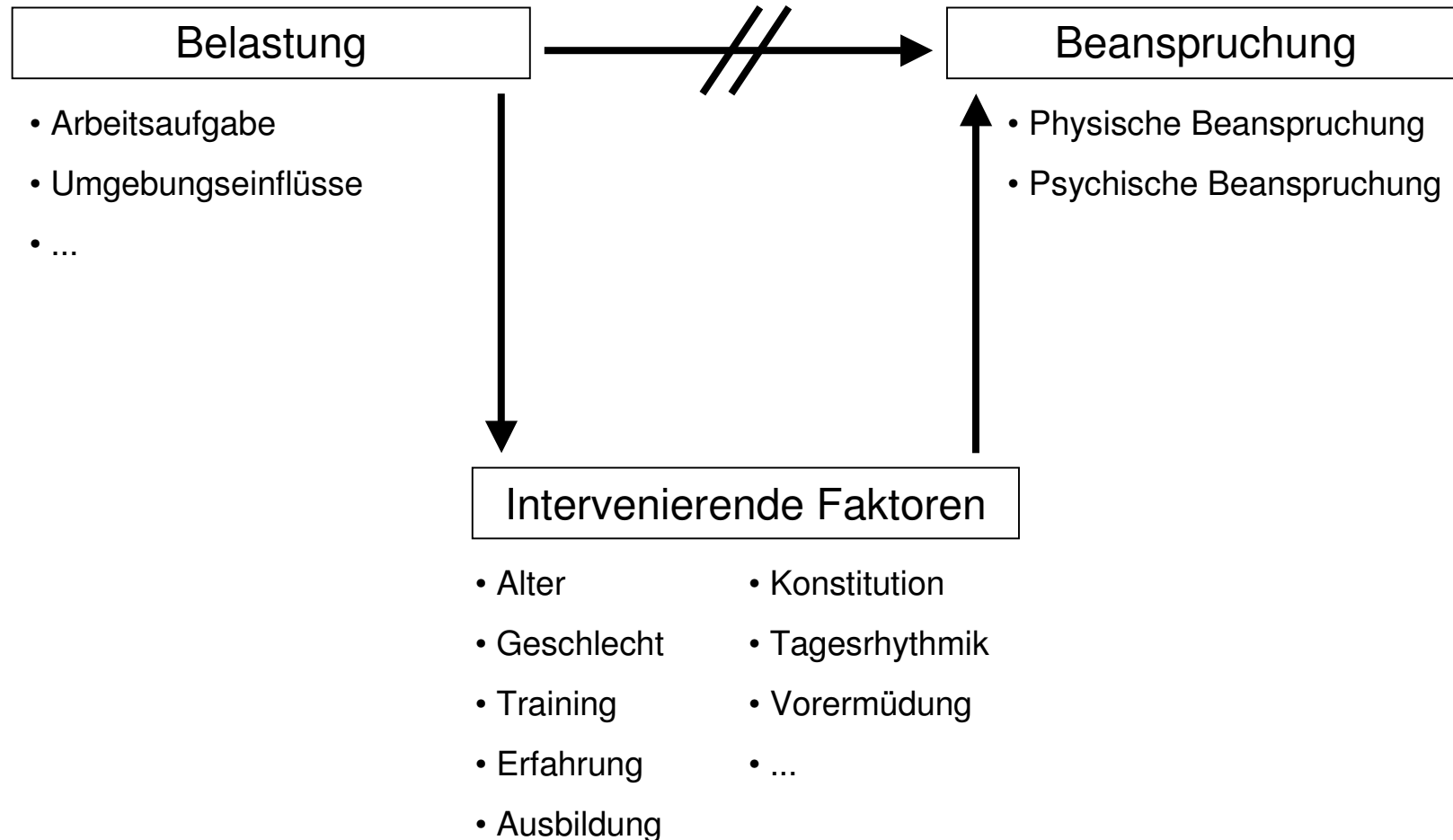
Zusammenhang Belastung - Beanspruchung



Obwohl das Gewicht (→ Belastung) gleichmäßig verteilt ist, zeigt die Abbildung deutlich unterschiedliche Anzeichen für körperliche Anstrengung (→ Beanspruchung) der beiden Männer.



Belastung und Beanspruchung sind verschieden



Definition Belastung

Gesamtheit aller auf den Menschen einwirkenden Einflüsse aus der Arbeitsaufgabe, Arbeitsumgebung und der Arbeitsorganisation, die Auswirkungen auf den Menschen haben können.

Viele Belastungen sind messbar, z.B. Gewicht, Energieverbrauch, Schadstoff-konzentration, usw.

Das AW-Praktikum behandelt einen großen Teil dieser Einflussfaktoren im Detail, z.B. Klima, Schadstoffe, Lärm, Licht, Schwingungen, usw.



Definition Beanspruchung

Die individuelle psychophysiologischen Reaktionen auf einwirkende Belastungen.

Beanspruchungen sind nicht direkt messbar. Man kann lediglich physikalische Größen am Menschen messen und diese in Relation zu den Beanspruchungen setzen.

Hinzu kommt, daß sowohl die körperliche als auch die mentale Beanspruchung in die Messung mit einfließen.

Bei energetischer, also vorwiegend körperlicher Arbeit ist als Beobachtungswert die Herzfrequenz geeignet. Sie kann mit Hilfe der Elektrokardiographie ermittelt werden



Elektrokardiografie (EKG)

Das Elektrokardiogramm leitet elektrische Potenzialänderungen des Herzens ab, welche seine Kontraktionen und Entspannungen auslösen.

Diese periodischen Kurven werden visualisiert, um Aussagen über die Aktivität des Herzens treffen zu können.

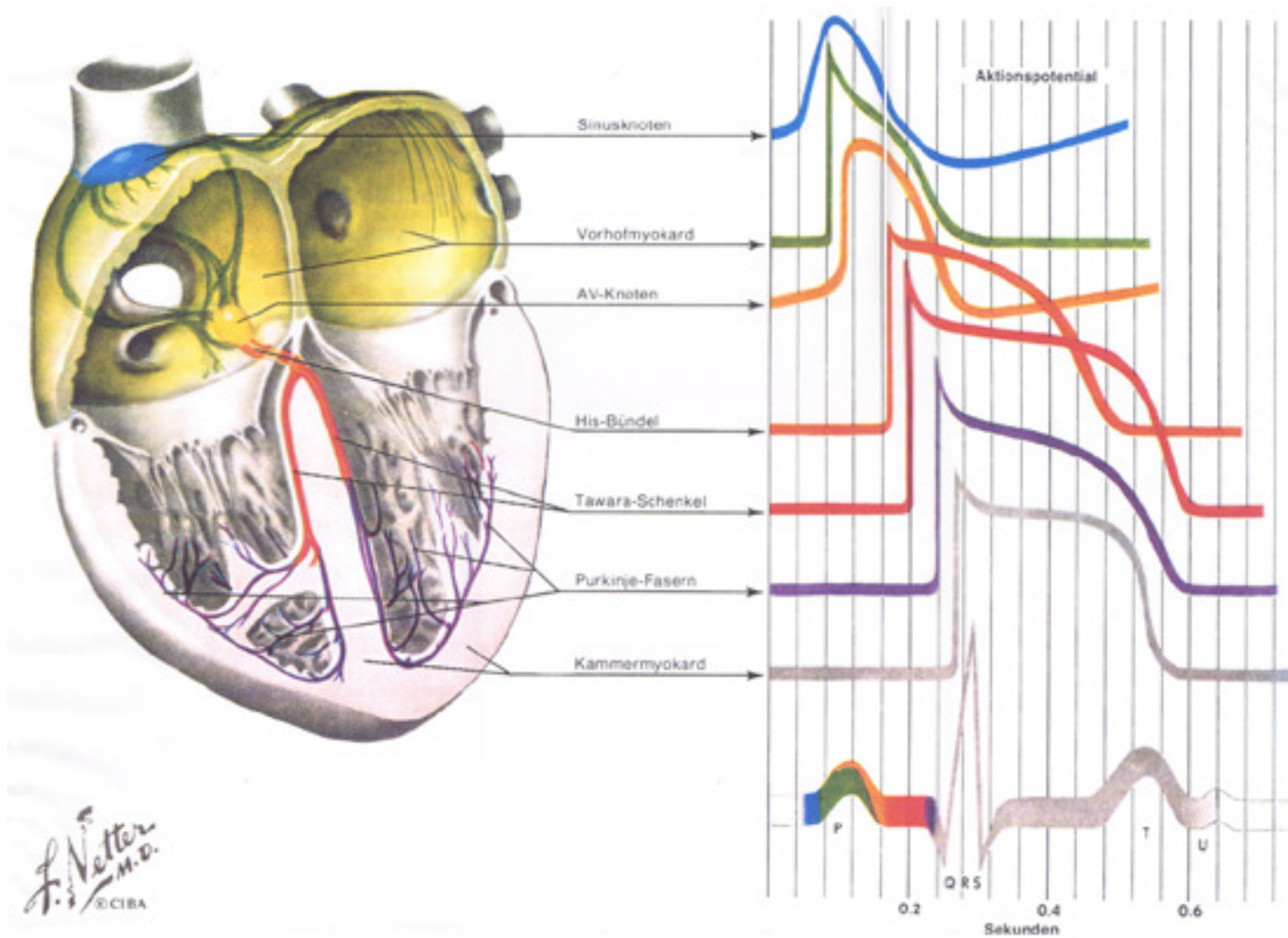
Bei schwerer körperlicher Arbeit eignet sich besonders die Herzfrequenz als Beobachtungsparameter, da durch die erhöhte Muskelaktivität mehr Sauerstoff verbraucht wird. Eine wichtige Aufgabe besteht darin, sauerstoffreiches Blut zu den Organen zu transportieren.

Die Herzfrequenz steigt auch bei sehr starker mentaler und emotionaler Belastung an.

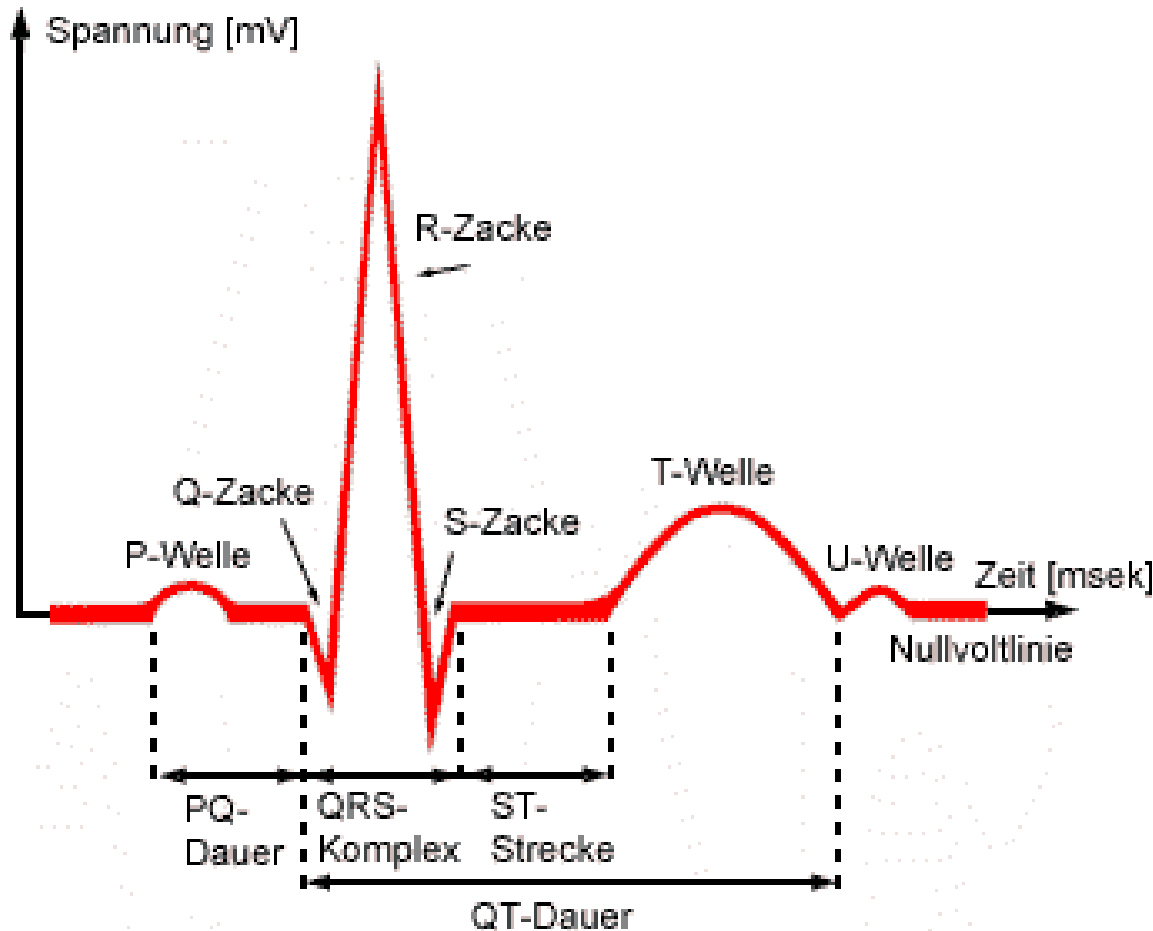
Ein weiterer im Rahmen des Praktikums betrachteter Parameter ist die Herzschlagarrhythmie.



Herzreizleitungssystem



Ablauf des Herzschlags



P-Welle:
Erregung der Vorhöfe

QRS-Komplex:
Erregung der Kammern. Die Repolarisation der Vorhöfe geht darin unter.

T-Welle:
Repolarisation der Kammern.

U-Welle:
Selten sichtbar, entsteht bei der Kammerrückbildung.



Zusammenhang von Arbeitspuls und Dauerleistungsgrenze (DLG)

Arbeitspuls = aktueller Puls – Ruhepuls (in der „Arbeitshaltung“)
(Plusschläge, die man über den Ruheplus hinaus aufbringen muss)

Dauerleistungsgrenzwerte:

40 Arbeitspuls/min: bei Einsatz von 20% der Muskelmasse

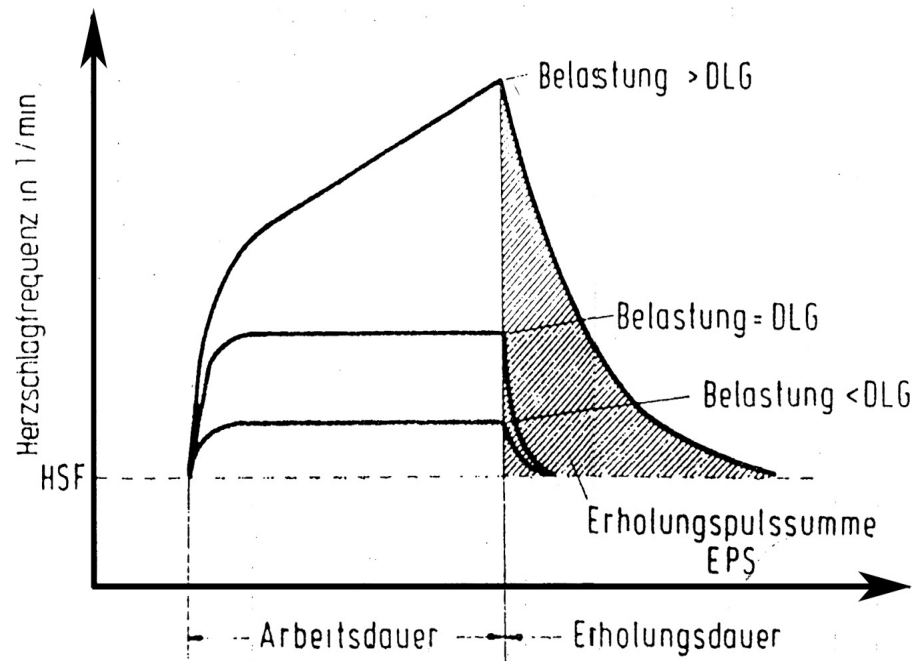
35 Arbeitspuls/min: bei 10% der Muskelmasse

15 Arbeitspuls/min: bei 1-2% der Gesamtmuskelmasse

←häufigster Fall



Verhalten der Herzschlagfrequenz unter Belastung



≤ DLG

Herzschlagfrequenz pendelt sich auf einer bestimmten Höhe ein (O_2 -Gleichgewicht.). Dieser Zustand wird auch **Steady State** genannt.

Nach Arbeitsende fällt der Herzschlag schnell wieder bis auf den Ruhewert ab.

Ein Arbeiter kann eine ganze Schicht lang dieser Arbeit ohne Pause nachgehen.

> DLG

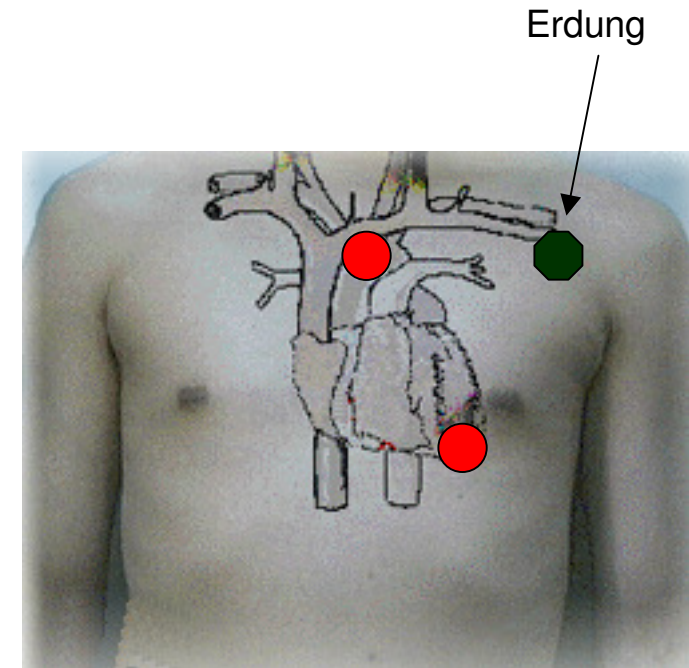
Herzschlagfrequenz erhöht sich immer mehr und pendelt sich nicht ein, da kein O_2 -Gleichgewicht erreicht werden kann. Abbruch durch Erschöpfung. Die Zeit bis der Ruhewert der Herzfrequenz erreicht ist, ist relativ hoch. Kurzfristiges Arbeiten über der DLG kann durch Kurzpausen kompensiert werden.



Versuchsdurchführung EKG

Vorbereitung:

- Natürlichen Fettfilm der Haut mit Spezialcreme entfernen
- Anbringung der Elektroden gemäß Abb. (für die Erdungselektrode eignen sich muskelarme Stellen, wie z.B. Ellenbogen oder Kniescheibe).
- Anschluss der Elektroden an das Messgerät.
- Fixierung der Elektrodenkabel, so daß kein Zug auf den Elektroden entsteht (Verfälschung der Messergebnisse).

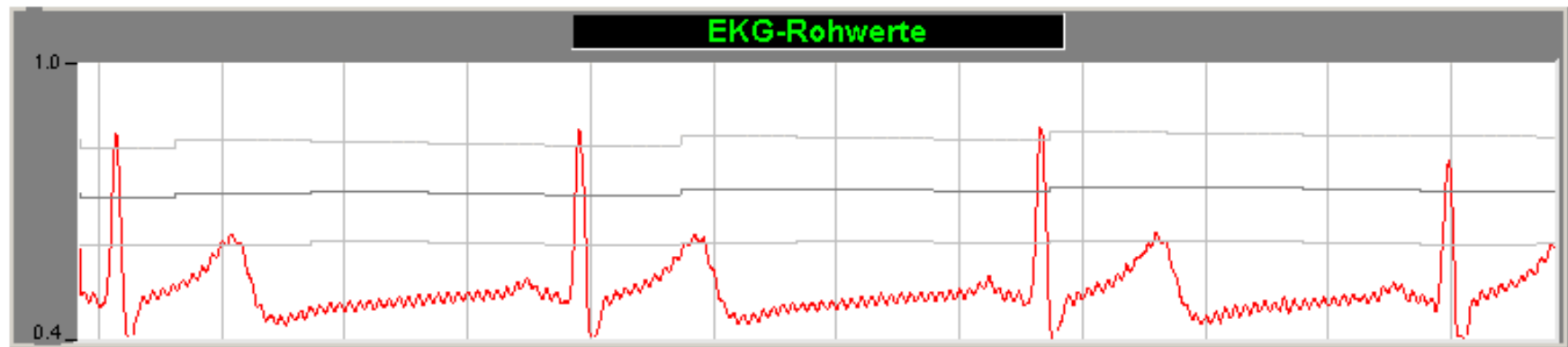


Durchführung:

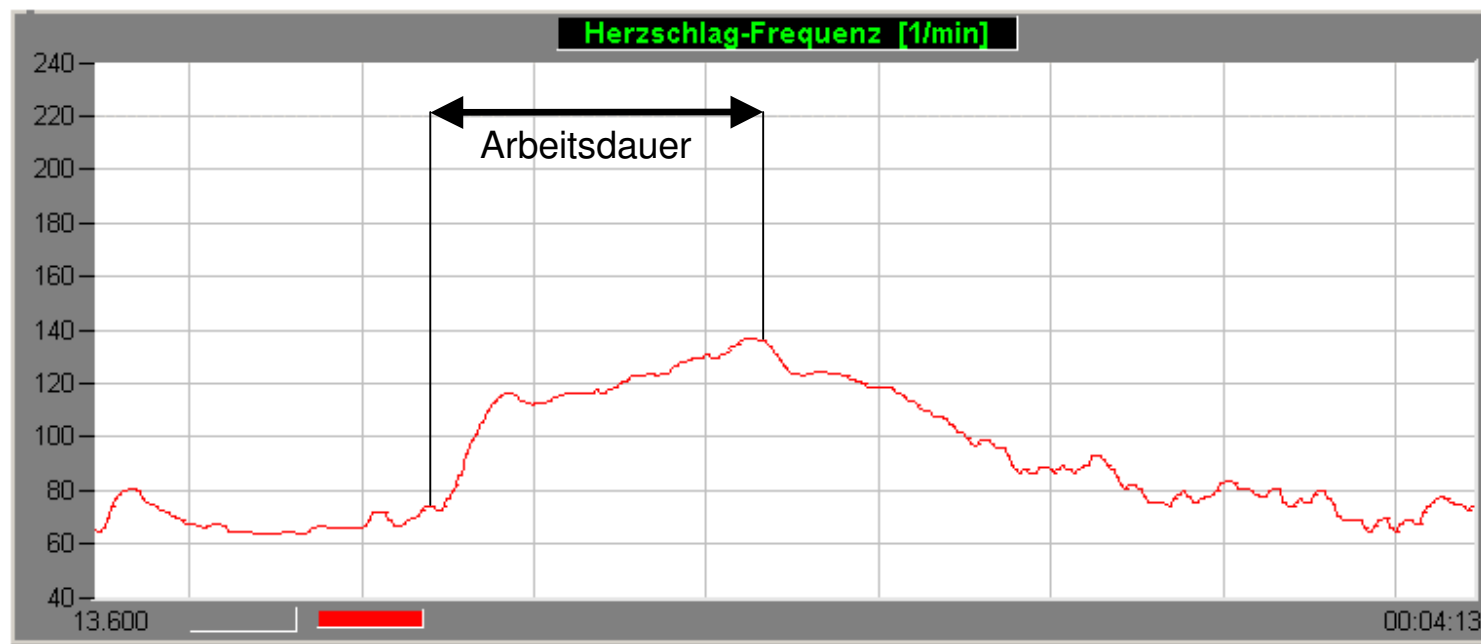
- Körperliche Belastung simulieren
- **Abbruch beim Übersteigen der DLG und bei auftretenden Anomalien im EKG!**



EKG-Kurve (Rohwerte)



EKG Kurve (Herzschlag-Frequenz)

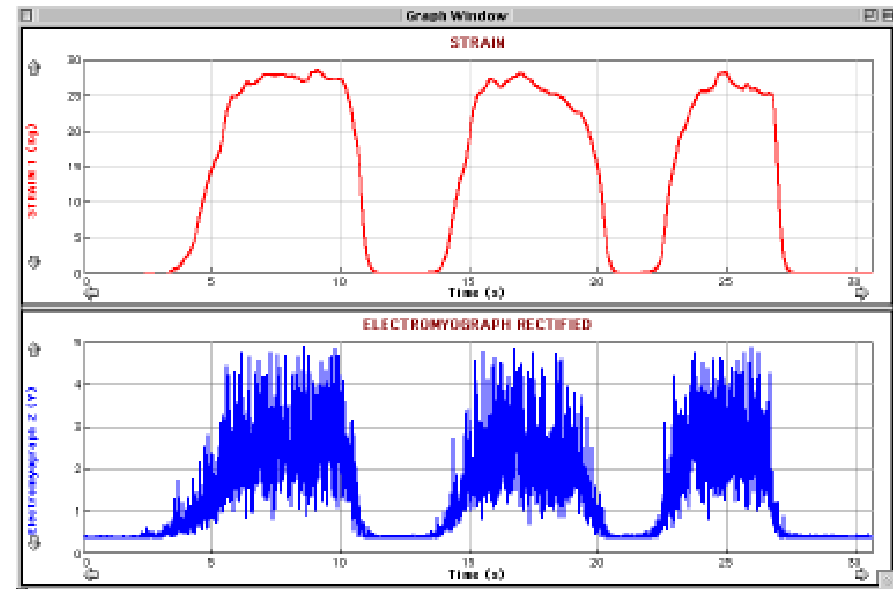


Elektromyogramm (EMG)

Mit dem EMG werden die Erregungsströme der Muskeln aufgezeichnet.

Geeignet zur Messung der Beanspruchung in lokalen Muskelgruppen.

Messung von statischer und dynamischer Muskelbeanspruchung.



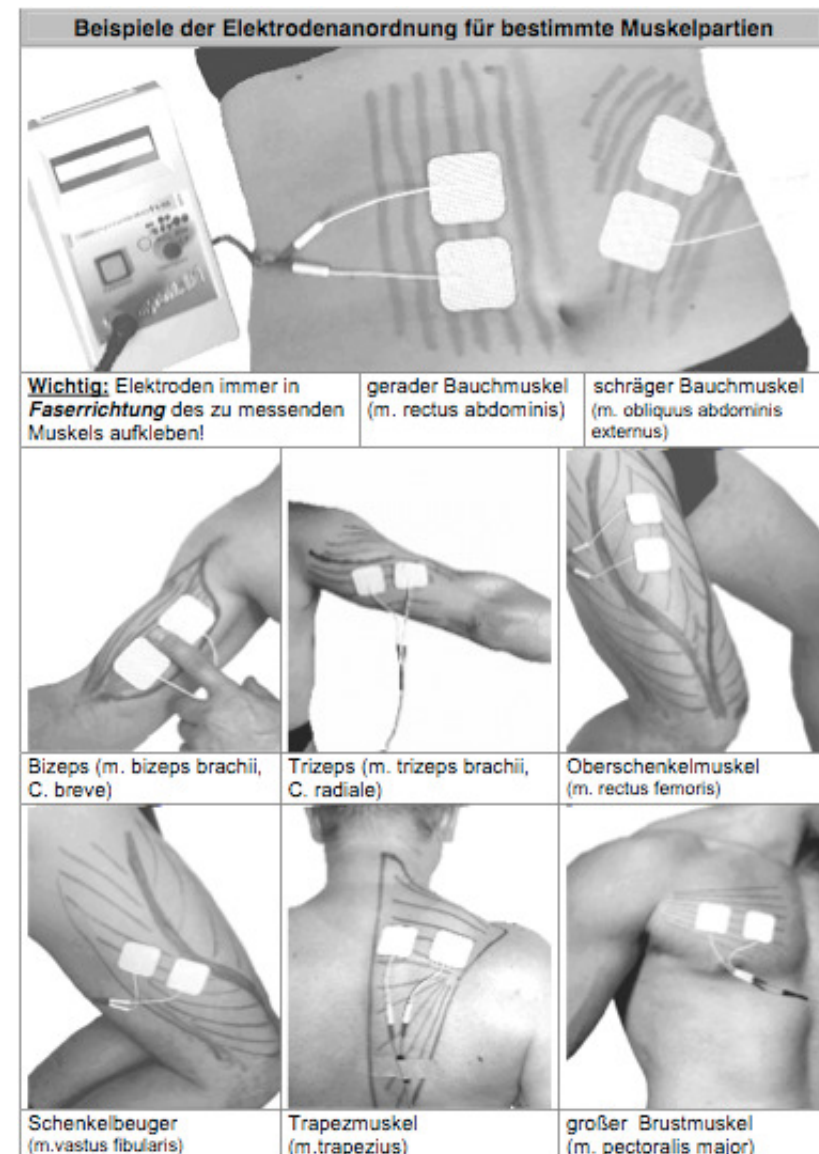
Versuchsdurchführung EMG

Vorbereitung:

- Natürlichen Fettfilm der Haut mit Spezialcreme entfernen (Haut muss rot sein).
- Anbringung der Elektroden gemäß Abb. (für die Erdungselektrode eignen sich muskelarme Stellen, wie z.B. Ellenbogen oder Kniescheibe).
- Anschluss der Elektroden an das Messgerät.
- Fixierung der Elektrodenkabel, so dass kein Zug auf die Elektroden entsteht.
- **Proband darf Haltung nicht ändern!**

Durchführung:

- Hanteltraining für dynamische Belastung.
- Tischdrücken für statische Belastung.



Beanspruchungsmessung bei mentaler Arbeit

Definition mentale Belastung:

Tätigkeiten mit affektfreier Informationsverarbeitung.

Im Gegensatz dazu:

*Eine **emotionale** Belastung kann entstehen, wenn beim Ablauf negativ gefühlbetonte Affekte wie Ärger, Angst, Zeitdruck, zu große Verantwortung für Menschen und Sachwerte oder sehr positive Gefühle hinzukommen.*

Methoden zur Beanspruchungsmessung bei mentaler Arbeit:

- **Physiologische Methoden**
- **Biochemische Methoden**
- **Psychologische Methoden**



Physiologische Methoden

- Herzfrequenz
- Unregelmäßigkeit der HSF
- Hauttemperatur
- Augenbewegung
- Lidschlagfrequenzmessung
- ...

Die Messung in der Praxis erweist sich oft als problematisch.



Biochemische Methoden

- Adrenalin (mentale Belastung, emotionale Belastung)
- Noradrenalin (Muskelanspannung, emotionale Belastung)

Die Werte werden entweder im Blut oder im Urin (hohe Latenzzeit) gemessen.

Bei emotionaler Belastung steigt sowohl die Konzentration von Adrenalin als auch Noradrenalin, da es fast immer zu Muskelverspannungen kommt.



Psychologische Methoden

- Fremdbeobachtung
- Zweit-/Nebentätigkeit
- Subjektive Beurteilung
- Experimentelle Leistungsbeurteilung
- ...

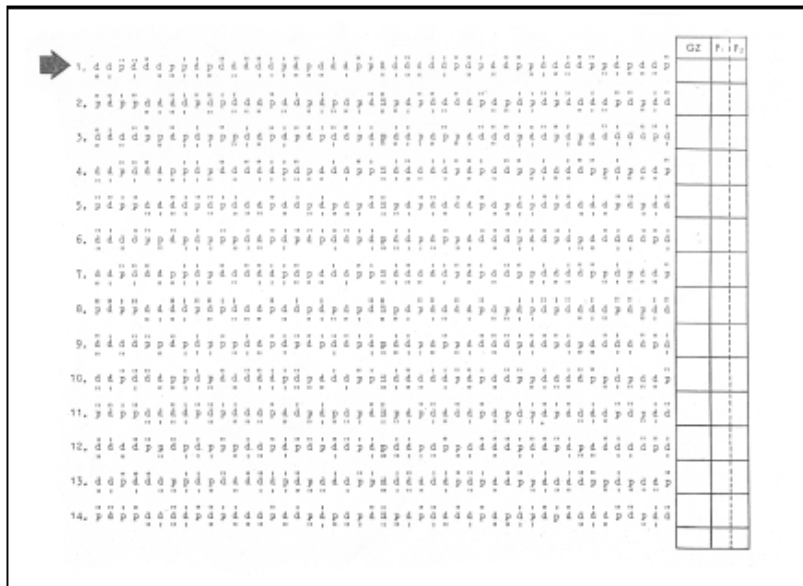


d2 Test (experimentelle Leistungsgradbeurteilung):

Der d2-Test dient zur Messung der individuellen Konzentrationsleistung.

Durchführung:

- Alle d's mit 2 Strichen müssen mit ebenfalls 2 Strichen durchgestrichen werden.
- Alle 20 Sekunden wird in die nächste Zeile gesprungen.
- Bestimmung der Fehlerquote: Anzahl der Fehler / Gesamtzahl der Zeichen in den bearbeiteten Zeilen.
- Anwendung: z.B. Einstellungstest in Unternehmen, Mediziner-test



Durchzustreichen:

\bar{d} $\bar{\bar{d}}$ $\bar{\bar{\bar{d}}}$

