

Bestimmung der Nervenleitungs- geschwindigkeit

Versuchsziele

- Reaktionszeiten mit Hand- und Fußtaster bestimmen.
- Erkennen, dass die Nervenleitung Zeit benötigt.
- Nervenleitungsgeschwindigkeit berechnen.
- Humanphysiologische Messung durchführen.

Grundlagen

Nerven sind die Autobahnen der Informationsweiterleitung unseres Körpers. Signale bzw. Reize unserer Umwelt werden von den Sinneszellen der Sinnesorgane aufgenommen, an Synapsen gesammelt und über Nervenfasern zum zentralen Nervensystem (ZNS) weitergeleitet. Dort werden die eingehenden Informationen verarbeitet und über die entsprechenden Reaktionen unseres Körpers entschieden. Diese Entscheidungen (Effekte) werden wiederum über motorische Nervenleitungen an die jeweiligen Zielorgane unseres Körpers geleitet, welche diese dann ausführen.

Die Berührung von etwas Heißem mit dem Arm wird über die Temperatursinneszellen in der Haut aufgenommen. Diese Informationen werden im ZNS verarbeitet und als Reaktion erhalten die Muskeln im Arm den Befehl zu kontrahieren, damit er vom heißen Gegenstand weggezogen wird.

Die Höhe der Nervenleitungsgeschwindigkeit (NLG) variiert zwischen unterschiedlichen Nervenleitungen (Axonen). Dicke Axone übertragen die Informationen schneller als dünne Axone, da das Verhältnis zwischen der Membranoberfläche des Axons und dem leitenden Inhalt günstiger ist. Die Riesenaxone des Tintenfischs erreichen einen Durchmesser von bis zu 1 mm.

Höhere Tiere, wie der Mensch, besitzen Nervenfasern, welche durch Myelinzellen, die die Axone umschließen, eine zusätzliche Isolation aufweisen. Myelinisierte Nerven besitzen, aufgrund der saltatorischen Erregungsleitung, eine wesentlich höhere Leitungsgeschwindigkeit als nicht-myelinisierte Nerven. Daher können sie im Durchmesser dünner sein und trotzdem ähnliche Geschwindigkeiten aufweisen. Die Nervenfasern von Säugetieren sind in der Regel 100- bis 1000-mal dünner als die des Tintenfischs. Auch die Länge der Axone kann stark va-

riieren. Beim Menschen gibt es Axone, welche nur wenige Millimeter lang sind. Die Fortsätze der motorischen Nervenbahnen des Rückenmarkes, welche z.B. die Zehenmuskeln mit Informationen versorgen, können hingegen über einen Meter lang sein.

Eine hohe Geschwindigkeit der Nervenleitungsübertragung ist für Lebewesen essentiell. Auch z.B. die Reaktionszeit natürlicher Reflexe ist von ihr abhängig und kann in kritischen Situationen lebensentscheidend sein.

In diesem Versuch soll die Nervenleitungsgeschwindigkeit der Nerven in unseren Extremitäten untersucht werden. Dafür werden Reaktionstests durchgeführt, bei denen jeweils mit der Hand oder dem Fuß, als Reaktion auf ein Signal, ein Taster betätigt wird.

Durch die Differenz der Reaktionszeiten von Hand und Fuß und die Längendifferenz der Wegstrecke kann dann die mittlere Nervenleitungsgeschwindigkeit berechnet werden.

Gefährdungsbeurteilung

Es werden keine gefährlichen Chemikalien verwendet.

Geräte und Chemikalien

1 Pocket-CASSY 2 Bluetooth.....	524 018
1 CASSY Lab 2.....	524 220
1 Reaktionstest-Adapter S.....	524 0461
1 Fußtaster.....	662 149
Zusätzlich erforderlich	
1 Messlatte oder Maßband	
1 PC mit Windows XP/Vista/7/8	
Für eine kabellose Messung zusätzlich nötig:	
1 Akku für Pocket-CASSY 2 Bluetooth	524 019
1 Bluetooth-Dongle.....	524 0031

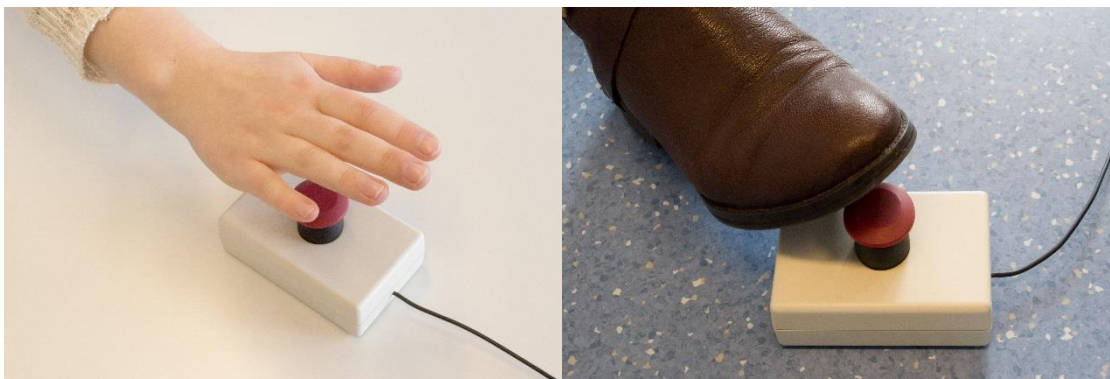



Abb. 1: Bestimmung der Nervenleitungsgeschwindigkeit mittels der Messung der Reaktionszeiten von Hand (links) und Fuß (rechts).

Versuchsaufbau und -vorbereitung

Versuchsvorbereitung

Den Fußtaster mit dem Reaktionstest-Adapter S verbinden. Diesen auf das Pocket CASSY 2 Bluetooth stecken. Das Pocket CASSY 2 Bluetooth mit dem Computer verbinden.

Versuchsdurchführung

1. [Einstellungen in CASSY Lab 2 laden.](#)
2. Der Proband sollte ruhig und entspannt sein. Zur Bestimmung der Reaktionszeit mit der Hand legt der Proband dieses auf den Fußtaster.
3. Messreihe mit  starten.
4. Der Proband aktiviert durch einmaliges Drücken des Tasters den Versuch.
3. Nach einer zufälligen Zeit erscheint der rote Zeiger in der Anzeige. Zur Reaktion muss der Proband nun möglichst schnell den Taster drücken. Die Reaktionszeit wird gemessen,

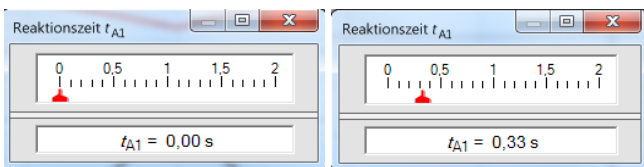





Abb. 2: Links: Rotes Signal erscheint als Reiz. Rechts: Nach Betätigen des Tasters wird die Reaktionszeit angezeigt.

angezeigt und in der Tabelle als Messwert gespeichert.

4. Zum Starten einer neuen Messung erneut den Taster betätigen, wodurch wieder das rote Signal erscheint, auf das reagiert werden muss.
5. Gewünschte Anzahl an Reaktionsmessungen auf diese Weise aufnehmen (10 – 20).
6. Messreihe mit  beenden.
7. Anschließend den Fußtaster auf den Boden stellen.
8. Messreihe erneut mit  starten.
9. Gewünschte Anzahl an Messungen wie zuvor durchführen, diesmal jedoch den Taster mit dem Fuß betätigen.
10. Messreihe wieder mit  beenden.

Im Anschluss an die Messungen müssen die Wegstrecken der zuleitenden Nervenbahnen bestimmt werden.

11. Dafür zunächst die Länge von der Wirbelsäule in Höhe des Schultergelenks bis zur Mitte des Oberarms messen.
12. Danach vom selben Ausgangspunkt die Länge bis zur Mitte des Oberschenkels messen.

Beobachtung

Es wurden jeweils 10 Reaktionszeiten des Probanden gemessen, wobei der Taster zuerst mit der Hand und anschließend mit dem Fuß betätigt wurde (siehe Tab. 1).

Tab. 1: Übersicht der gemessenen Reaktionszeiten in Sekunden.

Messung	Hand	Fuß
1	0,35	0,32
2	0,36	0,39
3	0,29	0,35
4	0,26	0,32
5	0,29	0,28

6	0,27	0,30
7	0,35	0,33
8	0,33	0,38
9	0,36	0,35
10	0,26	0,28

Bei der Messung der Wegstrecke der Nervenleitungsbahn des Armes werden 0,32 m gemessen. Die Länge bis zur Mitte des Oberschenkels beträgt 0,86 m.

Auswertung

Die durchschnittliche Reaktionszeit kann durch die Bildung des Mittelwertes aus den Messkurven bestimmt werden. Dazu mit der rechten Maustaste auf das Diagramm klicken, „Mittelwert einzeichnen“ anklicken und den gewünschten Kurvenbereich markieren. Der Wert erscheint in der Statuszeile links unten und kann als Text an eine beliebige Stelle in das Diagramm gezogen werden (siehe Abb. 3).

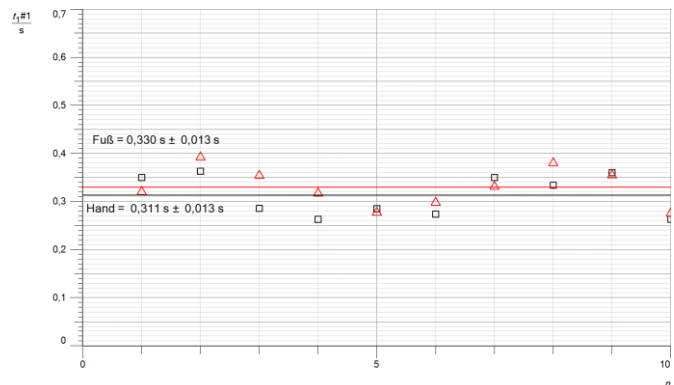


Abb. 3: Diagramm mit den Messwerten und den Mittelwerten zu den Reaktionszeiten von Hand (schwarz) und Fuß (rot).

Zunächst wurden jeweils 10 Reaktionszeiten mit der Hand und anschließend 10 Reaktionszeiten des Fußes aufgenommen. Das Betätigen des Tasters mit der Hand war deutlich schneller als mit dem Fuß. Dies wird auch durch die Mittelwerte deutlich (siehe Tab. 2).

Tab. 2: Übersicht über die durchschnittlichen Reaktionszeiten (s).

	Hand	Fuß
Mittelwert	0,311	0,330

Die mittlere Leitungsgeschwindigkeit v der Nerven wird als Quotient aus der Längendifferenz l (Fuß – Hand) und der Zeitdifferenz t (Reaktionszeit_{Fuß} – Reaktionszeit_{Hand}) berechnet:

$$v = dl / dt$$

$$v = (l_{\text{Fuß}} - l_{\text{Hand}}) / (t_{\text{Fuß}} - t_{\text{Hand}})$$

$$v = (0,86 \text{ m} - 0,23 \text{ m}) / (0,330 \text{ s} - 0,311 \text{ s})$$

$$v = 0,63 \text{ m} / 0,019 \text{ s}$$

$$v = 33,2 \text{ m/s}$$

Ergebnis

Die Nervenleitungsgeschwindigkeit wurde mit 33,2 m/s bestimmt. Dafür wurde zunächst eine mittlere Reaktionszeit mit der Hand und dem Fuß gemessen. Aus der Differenz dieser beiden Reaktionszeiten und dem Längenunterschied der Nervenbahnen konnte dann die Geschwindigkeit berechnet werden.

In der Literatur schwanken die Angaben zu den Nervenleitungsgeschwindigkeiten der menschlichen Skelettmuskulatur

stark. Dies ist auch abhängig von den Muskeln, die analysiert werden. Als Richtwert werden Geschwindigkeiten zwischen 30 - 75 m / sek angegeben. Die berechnete Nervenleitungsgeschwindigkeit aus den Messergebnissen liegt im unteren Bereich dieser Richtwerte.