Hinweise für die Lehrpersonen

Die nachfolgenden Experimente behandeln verschiedene Aspekte zum Thema «Herzkreislauf» und dienen der Verdeutlichung und Vertiefung der in den Forschkisten zur Humanphysiologie («Grundlagen» und «Herz und Blutgefässe») erarbeiteten Wissensbasis:

- Experiment 1: Der Puls als «Lebenszeichen»
- Experiment 2: Was sagt der Puls über deine Fitness aus?
- Experiment 3: Einfluss der Lungenventilation auf den Puls
- Experiment 4: Reaktion des Pulses auf Blutdruckänderungen
- Experiment 5: EKG – Das Elektrokardiogramm
- Experiment 6: Blutdruck und Bewegung
- Experiment 7: Sauerstoff und Atmung

Für die Experimente stehen folgende Vernier-Sensoren zur Verfügung:

- 8 x Go Wireless Hand-Grip Heart Rate Sensor mit Bluetooth-Verbindung für Exp. 1 – 4
- 1 x EKG Go Direct Sensor mit Bluetooth-Verbindung für Exp. 5
- 1 x EKG Sensor mit Go Link Interface und USB-Verbindung zu einem Computer für Exp. 5
- 1 x Go Direct Blutdruck-Sensor mit Bluetooth-Verbindung für Exp. 6
- 1 x Blutdruck-Sensor mit Go Link Interface und USB-Verbindung zu einem Computer für Exp. 6
- 1 x O2 Go Direct Sensor mit Bluetooth-Verbindung für Exp. 7
- 1 x O2 - Sensor mit Go Link Interface und USB-Verbindung zu einem Computer für Exp. 7

Benötigtes Material

- Computer, Tablet oder Smartphone mit Bluetooth-Funktion, Systemvoraussetzungen siehe nächster Punkt
- Software: Vernier Graphical Analysis 4, zum freien Download für verschiedene Plattformen (Windows, Mac, iOS, Android) unter https://www.vernier.com/products/software/graphical-analysis/
- weitere Hilfsmittel (siehe Protokoll zu den einzelnen Experimenten)

Ungefähre Zeitangabe

Für die Durchführung eines Experiments bzw. mehrerer paralleler Experimente in Gruppenarbeit sollte mindestens eine Lektion (45 Minuten) eingeplant werden. Diese Zeitangabe beinhaltet das Einrichten des Setups, das Erfassen der Messwerte und die Datenanalyse bzw. das Bearbeiten der Fragen.

Es ist vorgesehen, dass die Schüler/Schülerinnen in Gruppen arbeiten und sich als Probanden/Probandinnen abwechseln. Zum besseren Verständnis wurden in den Protokollen zu den Experimenten unterschiedliche Schriftfarben gewählt:

Violett: Alle Anweisungen für den Probanden bzw. die Probandin

Blau: Alle Anweisungen, für die Person, welche die Bedienung des Programms (Verbinden, Einstellungen, Messwerterfassung) am Computer oder Mobilgerät übernimmt

Die Gruppengrösse hängt davon ab, wie viele Experimente parallel durchgeführt werden sollen. Wenn genügend Zeit zur Verfügung steht, können die Resultate von den einzelnen Gruppen vor der Klasse präsentiert und besprochen werden.

Bezug zum Lehrplan 21, Natur und Technik, 3. Zyklus

NT 7 | Körperfunktionen verstehen https://zh.lehrplan.ch/index.php?code=b|6|2|7

1| Die SuS können Aspekte der Anatomie und Physiologie des Körpers erklären.

2| Die SuS können Stoffwechselvorgänge analysieren und Verantwortung für ihren eigenen Körper übernehmen.

Bezug zum Lehrmittel NaTech 7 Physik, Chemie, Biologie

Die Experimente 1 bis 7 beziehen sich auf die Kapitel 2.3 bis 2.7 im Grundlagenbuch.

Allgemeine Hinweise

- Alle elektronischen Geräte, einschließlich Mobiltelefone, Laptops und Computermonitore, können das Signal der Sensoren stören. Darum sollten nicht verwendete Geräte abgeschaltet oder ein genügend grosser Abstand dazu gehalten werden.
- Das verwendete Mobilgerät empfängt Signale von der nächsten Senderquelle. Um Verwirrungen zu vermeiden, sollten die Testpersonen aus verschiedenen Laborteams einen Abstand von mindestens 2 m voneinander einhalten.
- Vernier-Sensoren sind speziell für den Schulunterricht entwickelt worden und bieten ein hohes Maß an Qualität und Beständigkeit. Trotzdem muss das hier zur Verfügung gestellte Material sorgfältig behandelt werden. Vernier-Sensoren, welche defekt retourniert werden, müssen ersetzt werden.

Bemerkungen zu den einzelnen Experimenten

Experiment 1: Der Puls als «Lebenszeichen»

Pulsmessung mit Hand Grip Puls. Der Fuss wird in Eiswasser gestellt = Stressfaktor «Kampf-oder-Flucht Reaktion» und die Pulsveränderung über 240 Sekunden erfasst & ausgewertet.

Vorwissen für die SuS

Die verschiedenen Gefässtypen kennen, wissen, dass das Blut jede Zelle erreichen und dann wieder mit «null Druck» bis Sog über die Venen zum Herz zurückgelangen muss. Einige Zahlen kennen: Gesamtlänge Blutbahnen, Blutmenge pro Herzschlag, Gesamtblutmenge u.a.

Puls und Herzschlag sind nicht genau dasselbe, auch wenn wir die Begriffe oft synonym verwenden. Der Herzschlag bezeichnet die Anspannung des Herzens, bei der Blut stossweise in die Arterien gepumpt wird (Systole), der Puls zeigt die Auswirkung der Systole, das rhythmische Dehnen der Arterien.

Theorie Regelkreis

Autonomes NS, sympathische/parasympathische Nerven, Druckrezeptoren, Gleichgewicht (Homöostase). *Der hier eingeführte Regelkreis wird in Experiment 4 (Reaktion des Pulses auf Druckänderungen) ausführlich behandelt.*

Experiment 2: Was sagt der Puls über deine Fitness aus?

Pulsmessung mit Hand Grip Puls. Die Veränderungen Ruheposition / körperliche Anstrengung werden in 6 Phasen erfasst, ausgewertet und mit einem Punktesystem die körperliche Fitness eingeschätzt.

Vorwissen für die SuS

Die SuS sollten im Vorfeld den Aufbau des Herzens kennenlernen

Theorie Sinusknoten

Lage und Impuls, autonomes System

Experiment 3: Einfluss der Lungenventilation auf den Puls

Pulsmessung mit Hand Grip Puls: nach Hyperventilation und Hypoventilation wird der Puls erfasst.

Vorwissen für die SuS

Der Gasaustausch findet in der Lunge an der Membran zwischen den Alveolen und den Lungenkapillaren statt: O_2 diffundiert von den Alveolen in die Kapillaren, wo es vom Hämoglobin im Blut gebunden wird, und CO_2 diffundiert in entgegengesetzter Richtung aus dem Blut in den Kapillaren zu den Alveolen, wo es abgeatmet wird.

Theorie Regelkreis Gas im Blut

Gasgehalt CO2 und O2, pH-Wert, Chemorezeptoren und Lunge. *Der hier eingeführte Regelkreis wird in Experiment 7 (Sauerstoff und Atmung) ausführlich behandelt.*

Experiment 4: Reaktion des Pulses auf Blutdruckänderungen

Pulsmessung mit Hand Grip Puls. Aus dem Stehen in die Hocke gehen und umgekehrt aus der Hocke aufstehen, dabei Puls erfassen & auswerten.

Vorwissen für die SuS

Hier kann an den Regelkreis aus Experiment 1 angeknüpft werden.

Theorie Regelkreis

Der Regelmechanismus «Blutdruck konstant» ist abhängig von Schlagvolumen, Puls und Widerstand des arteriellen Systems (durch sympathisches NS reguliert). Barorezeptoren messen Druck.

Experiment 5: EKG – Das Elektrokardiogramm

Ein eigenes Elektrokardiogram aufzeichnen und die charakteristischen Ausschläge interpretieren.

Vorwissen für die SuS

Um das folgende Experiment zu verstehen, musst du die Phasen des Herzschlags kennen.

Theorie EKG

„Herzstromkurve“ EKG, Spannungsänderungen mit Elektroden messen: typische Wellenform hat fünf charakteristische Ausschläge, gibt Auskunft über Herzrhythmus, Puls oder Störungen im Erregungsleitungssystem sowie in der Herzmuskulatur.

Hinweis Vernier-EKG

Die Resultate eines mit dem Vernier-Sensor erstellten EKGs darf nicht für medizinische Schlussfolgerungen verwendet werden! Der Vernier-Sensor bzw. die drei Elektroden leiten die Herzströme im Vergleich zu einem diagnostisch Verwendeten EKG-Gerät zu ungenau ab, um medizinisch relevante Rückschlüsse auf die elektrische Aktivität des Herzmuskels zuzulassen.

Experiment 6: Blutdruck und Bewegung

Mit Blutdruck-Messgerät die Blutdruckwerte vor und nach körperlicher Anstrengung messen. Blutdruck grafisch darstellen. Feststellen, wie körperliche Anstrengung auf den systolischen, diastolischen und mittleren arteriellen Druck wirkt.

Vorwissen für die SuS

Systole & Diastole, die Herzphasen während eines Herzschlages

Gegebenenfalls klären, dass die Blutdruckwerte auf die alte Messung in Millimeter Quecksilber (mmHg) zurückgehen, obwohl das aktuelle Mass für Druck Kilopascal (kPa) ist. Ein Blutdruckwert von 120 mmHg besagt, dass der Druck ausreicht, um eine Quecksilbersäule 120 Millimeter in die Höhe zu treiben.

Theorie Blutdruckmessung

Sehr schwierig, muss ausgeführt werden!

Die SuS müssen drei Begriffe erheben (ggf. rechnerisch erarbeiten):

- mittlerer arterieller Druck (MAD)
- Herzzeitvolumen
- periphere Gesamtwiderstand

Experiment 7: Sauerstoff und Atmung

Mit dem Sauerstoff-Gassensor wird der Atem nach Ruheatmung und nach Hyperventilation so lange wie möglich anhalten und der Gasgehalt in der Atemluft gemessen.

Vorwissen für die SuS

Die Grundlagen von Atmung & Gasaustausch in den Lungenbläschen sollen im Vorfeld besprochen werden (Aufgaben, Vorgang). *Hier kann an den Regelkreis aus Experiment 3 angeknüpft werden.*

Theorie Regelkreis Gasaustausch

Gleichgewicht zwischen O_2- und CO_2-Gehalt des Blutes wichtig, durch Chemorezeptoren reguliert, wenn Gasgehalt oder pH-Wert ändert. Wenn CO2-Gehalt sinkt, steigt der pH-Wert im Blut (respiratorische Alkalose).