Smartphone Experimente mit Pulssensoren

J. Wolf *, N. Mehraein *, P. Bronner +, P. Vogt +
* Schüler FG Freiburg, + Betreuer: FG Freiburg / PH Freiburg

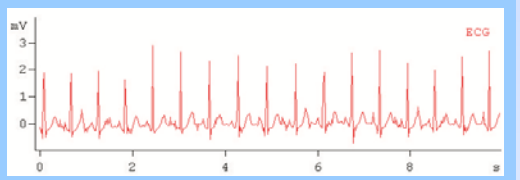
Wie funktioniert die Pulsmessung?

Das Smartphone kann über zwei verschiedene Messverfahren auf vier Arten den menschlichen Puls messen:

Elektrische Messverfahren:

Die Kontraktion des Herzens wird durch einen elektrischen Impuls ausgelöst. An der Körperoberfläche lässt sich daher ein Spannungsverlauf messen, der auf das Smartphone übertragen und dort in einen Puls umgerechnet werden kann.

A

B 

Methoden:
A: Externer Bluetooth Pulsgurt
B: Externer Bluetooth EKG Sesnor

Optische Messverfahren:

Abhängig von der momentanen Durchblutung verändern sich die Absorptions- und Reflexionseigenschaften des Gewebes. Die periodische Veränderung kann mit der Kamera des Smartphones gemessen und in einen Puls umgerechnet werden.

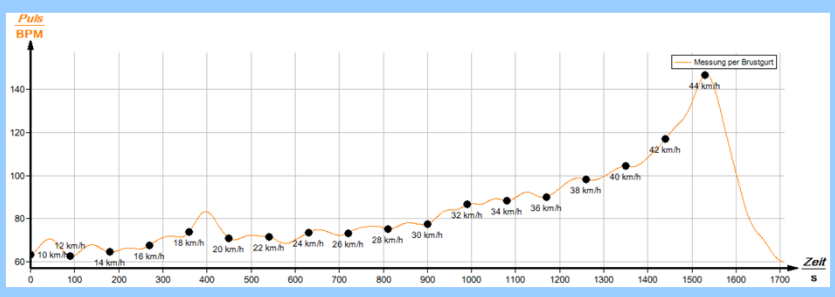
Methoden:
C: Messung der Durchblutung des Fingers / des Ohrläppchens.
D: Gesichtsscan: Veränderungen der Hautoberfläche beim Pulsieren.

Experiment 1: Puls bei körperlicher Belastung

Ziel: Erforschung des Leistung-Puls-Zusammenhangs.

Versuchsaufbau: Der Proband fährt auf einem Hometrainer und steigert alle 90 Sekunden seine virtuelle Geschwindigkeit um 2 km/h. Über einen Brustgurt wird der Pulsverlauf an das Smartphone übermittelt.

Messkurve:



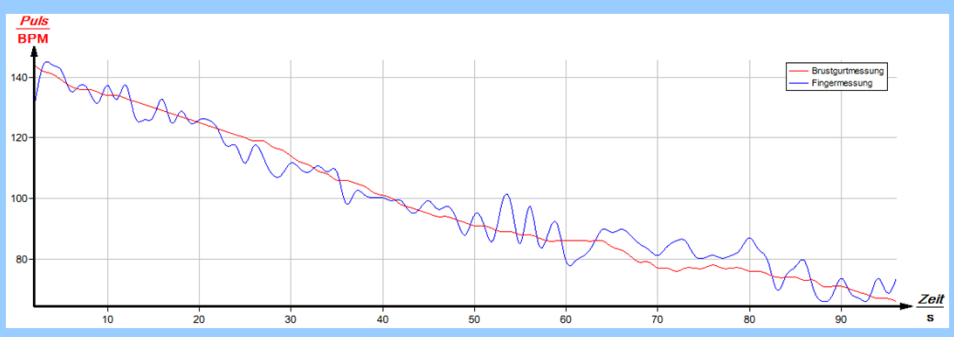
Resultat: Die Messkurve lässt einen exponentiellen Leistung-Puls-Zusammenhang vermuten. Da der menschliche Puls jedoch eine Obergrenze besitzt, wird sich die Messkurve bei weiterer Erhöhung der Belastung mathematisch der des logistischen Wachstums annähern. Des Weiteren fällt auf, dass die Zeitpunkte der Geschwindigkeitserhöhung meist Tiefpunkte der Kurve darstellen, was bedeutet, dass der Puls sich nach einer gewissen Zeit an eine Belastung gewöhnt und absinkt.

Experiment 2: Vergleich der Sensoren

Ziel: Erforschung der Messgenauigkeit verschiedener Sensoren.

Versuchsaufbau: Während der Erholungsphase des Probanden wird sein Pulsverlauf von drei unabhängigen Sensoren (optisch und elektrisch) parallel aufgezeichnet.

Messkurve:



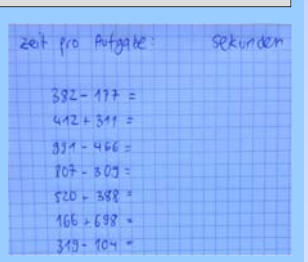
Anmerkung: Die Messung über die Gesichtsfärbung lieferte keine realistischen Werte und ist nicht im Schaubild eingetragen.

Resultat: die beiden Graphen stimmen grob überein, was eine Messgenauigkeit auf ca. 10 BPM nahelegt. Da die vom Fingersensor aufgezeichneten Pulsschwankungen nicht realistisch sind, lässt sich der externe, elektrische Sensor als der genauere festmachen.

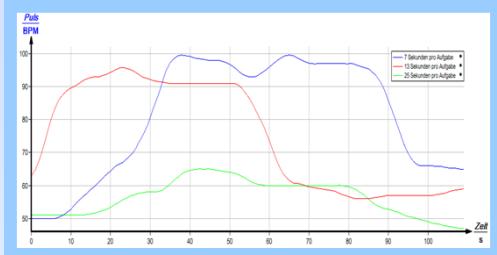
Experiment 3: Puls bei psychischer Belastung

Ziel: Erforschung des Stress-Puls-Zusammenhangs.

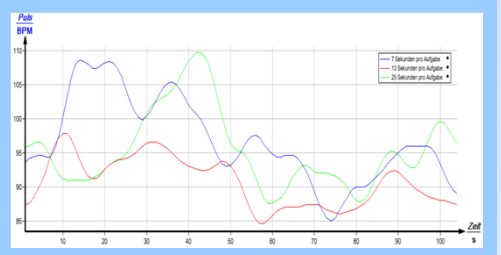
Versuchsaufbau:
Der Proband rechnet in drei Durchgängen Kopfrechenaufgaben. Die Durchgänge unterscheiden sich einzig in der Zeit, die er pro Aufgabe bekommt. Eine Belohnung soll das Experiment realitätsnah gestalten.



Messkurve Proband 1:



Messkurve Proband 2:



Resultat: Es lassen sich mehrere Schlüsse ziehen:

- Der menschliche Puls ist eindeutig mit der momentanen Stressbelastung korreliert
- Der Puls passt sich an eine konstante Stressbelastung an und sinkt nach einiger Zeit ab
- Der Puls und seine Stressanfälligkeit sind stark personenabhängig

Apps zur Pulserfassung (nur iOS)

Name	HRV Logger	Camera HRV	What's My Heart Rate
Logo/ QR-Code			
Funktion	Auswertung externer Messdaten via Bluetooth	Gerätinterne Pulsmessung mittels LED und Kamera	Gerätinterne Pulsmessung mittels Gesichtsscan
Preis	5,99€ (AppStore)	3,99€ (AppStore)	Kostenlos (AppStore)
Vorteile	- Genaue Messungen möglich (sensorabhängig) - Lückenlose Messerfassung - Einfache Bedienung	- Pulserfassung ohne Zubehör - Einfache Bedienung	- Pulserfassung ohne Zubehör
Nachteile	- Teuer	- Unzuverlässig	- sehr unzuverlässig - keine kontinuierlichen Werte, Einzelmessungen

Fazit

Erkenntnisse aus den Experimenten:

- Der menschliche Puls steigt logistisch zur körperlichen Leistung.
- Elektrische Messverfahren sind zuverlässiger als optische.
- Stress ist ein erheblicher Faktor des Pulses.

Anwendungen der smartphonebasierten Pulsmessung:

- Sport, Gesundheit, Biologie, Physik (alles auch im Unterricht).
- Für den privaten Bereich nützlich und ausreichend genau.
- Für medizinische Zwecke bedingt geeignet.

Literatur:
NÄGELE, K.; STROBEL, U.; ZIEGELBAUER, S. & GIRWITZ, R. (2006). Messungen am Herzkreislaufsystem. In: Unterricht Physik 17/91, S. 28-32.