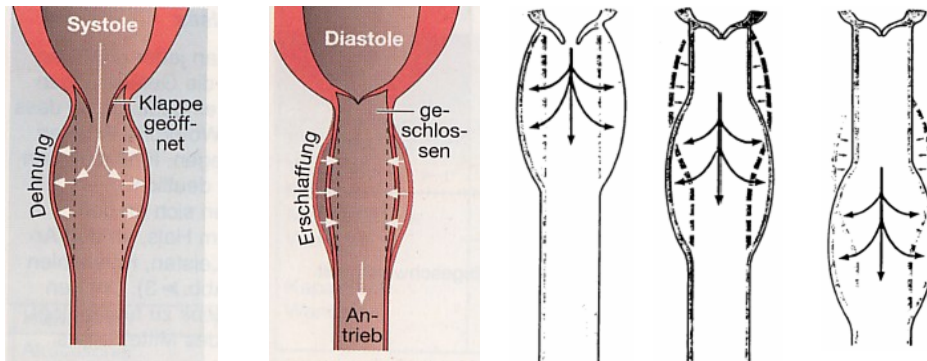


Wie wird der Blutdruck gemessen?

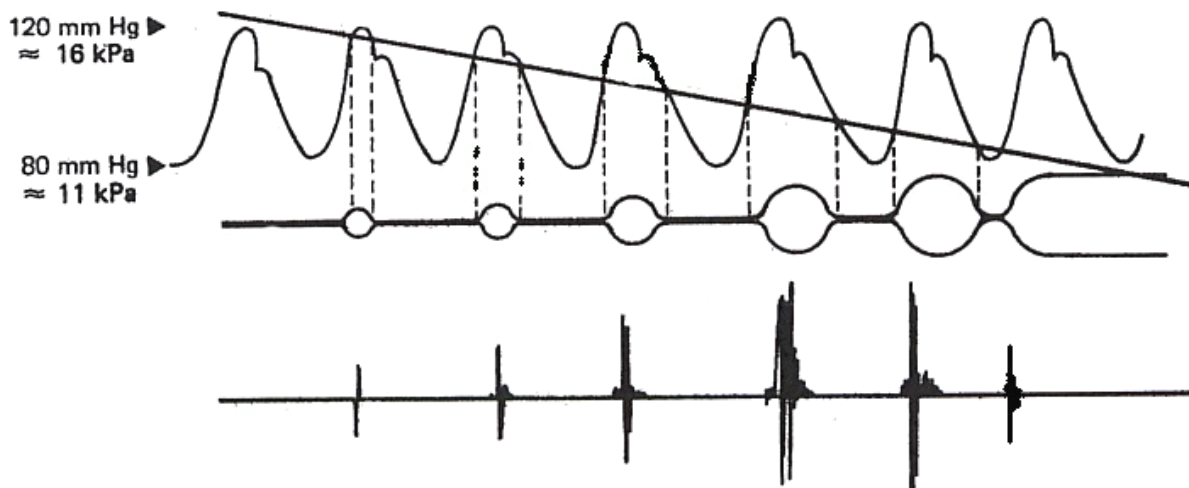
Während der Herzkontraktion (Systole) wird das Blut mit ca. 120 mmHg in die _____ gepumpt. Die Gefäßwände dehnen sich dabei aus, wodurch eine _____ die Gefäße entlang wandert. Diese im Herzrhythmus auftretende Druckwelle im Arteriensystem, nennt man _____. Nach dem Blutausschuss erschläfft das Herz (Diastole). Die gedehnten Adern entspannen sich und geben die _____ an das Blut als _____ ab. Das Blut kann somit weiterströmen. Aufgrund der Elastizität der Ader sinkt der Blutdruck während der Diastole nur auf Werte von ca. 80 mmHg.



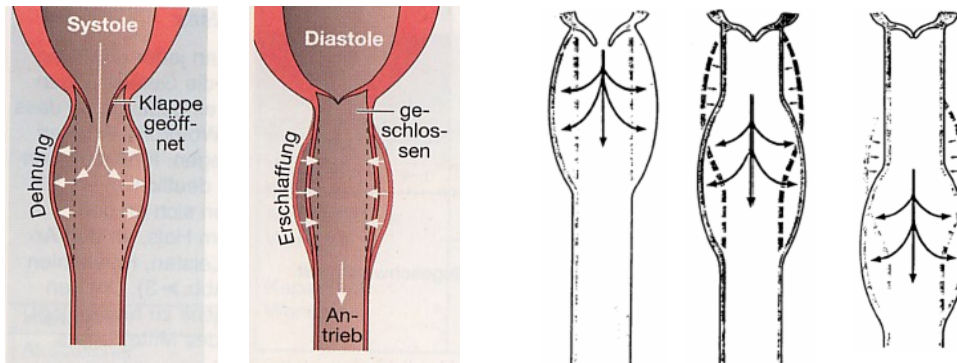
Blutantrieb in der Aorta aufgrund der Elastizität der Arterien. Die Erregung bewegt sich als Pulsdruckwelle durch das Arteriensystem.

Um den Blutdruck zu messen, pumpt der Arzt eine _____ am Oberarm so stark auf, dass durch die _____ im Arm kein Blut mehr fließt. Sie ist abgedrückt. Nun reduziert er den Druck in der Manschette langsam. Sinkt der Manschettendruck wenig unter den _____, öffnet sich die Ader für kurze Zeit. Dabei entstehen Verwirbelungen im Blut, die man als Klopfen mit dem Stethoskop in der Armbeuge hören kann. Diese Geräusche nennt man _____. Der Druckwert, an dem die Geräusche das erste Mal ertönen, bezeichnet man als _____ Blutdruckwert. Lässt man den Druck immer weiter ab, so öffnet sich die Arterie immer weiter, bis das Blut wieder ungehindert fließen kann. Die Geräusche verschwinden. Diesen Punkt bezeichnet man als _____ oder _____.

Füge folgende Begriffe in die Graphik ein: Manschettendruck, systolischer Druck (oberer Blutdruckwert) und diastolischer Druck (unterer Blutdruckwert), Gefäßweite, Korotkoff-Geräusche, Druckpuls.



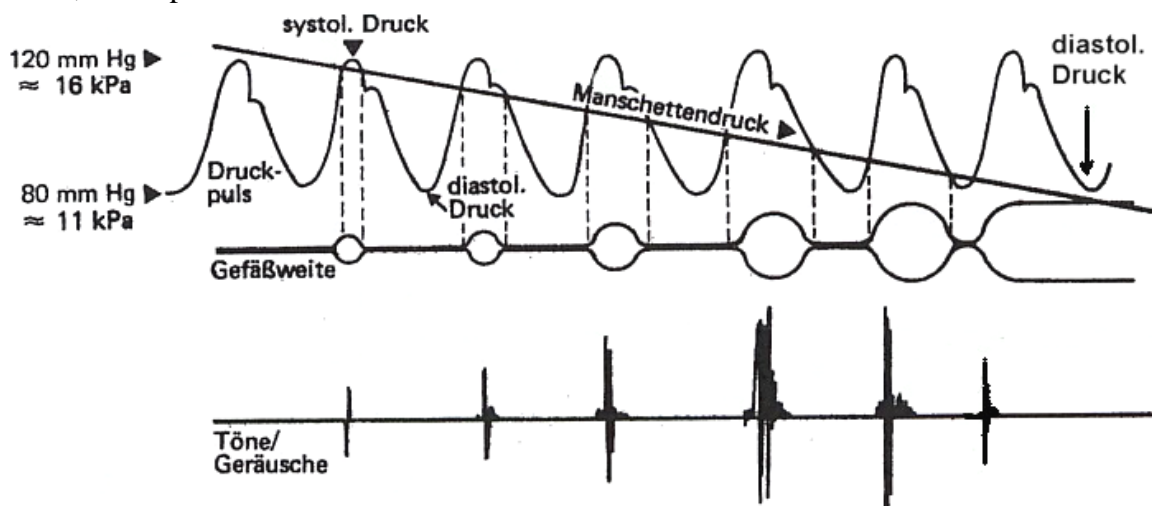
Während der Herzkontraktion (Systole) wird das Blut mit ca. 120 mmHg in die Schlagader gepumpt. Die Gefäßwände dehnen sich dabei aus, wodurch eine Druckwelle die Gefäße entlang wandert. Diese im Herzrhythmus auftretende Druckwelle im Arteriensystem, nennt man Puls. Nach dem Blutausschuss erschläfft das Herz (Diastole). Die gedehnten Adern entspannen sich und geben die gespeicherte Spannenergie an das Blut als Bewegungsenergie ab. Das Blut kann somit weiterströmen. Aufgrund der Elastizität der Ader sinkt der Blutdruck während der Diastole nur auf Werte von ca. 80 mmHg.



Blutantrieb in der Aorta aufgrund der Elastizität der Arterien. Die Erregung bewegt sich als Pulsdruckwelle durch das Arteriensystem.

Um den Blutdruck zu messen, pumpt der Arzt eine Manschette am Oberarm so stark auf, dass durch die Schlagader im Arm kein Blut mehr fließt. Sie ist abgedrückt. Nun reduziert er den Druck in der Manschette langsam. Sinkt der Manschettendruck wenig unter den systolischen Druck, öffnet sich die Ader für kurze Zeit. Dabei entstehen Verwirbelungen im Blut, die man als Klopfen mit dem Stethoskop in der Armbeuge hören kann. Diese Geräusche nennt man Korotkoff-Geräusche. Der Druckwert, an dem die Geräusche das erste Mal ertönen, bezeichnet man als oberen Blutdruckwert. Lässt man den Druck immer weiter ab, so öffnet sich die Arterie immer weiter, bis das Blut wieder ungehindert fließen kann. Die Geräusche verschwinden. Diesen Punkt bezeichnet man als diastolischen Druck oder unteren Blutdruckwert.

Füge folgende Begriffe in die Graphik ein: Manschettendruck, systolischer Druck (oberer Blutdruckwert) und diastolischer Druck (unterer Blutdruckwert), Gefäßweite, Korotkoff-Geräusche, Druckpuls.





Referent Stephen Hales versuchte schon 1726 in London den Blutdruck eines Pferdes zu messen. Er stach mit einem Gänsekiel in die Halsarterie und beobachtete mit Erstaunen, dass das Blut in einer angeschlossenen Glasröhre 8 Fuß (1 Fuß = 30,5 cm) hoch schoss.

Wie hoch stieg das Blut in Metern in der Glasröhre?

Überlege mit deinem Nachbarn, warum das Blut bei dieser Höhe zum Stillstand kommt!

Stelle mit Hilfe dieser Überlegung eine Gleichung für den Druck auf, die nach kurzer Rechnung nur von der Dichte, dem Ortsfaktor und der Höhe der Flüssigkeitssäule abhängt.

Dieser allgemeine Ausdruck beschreibt den Druck in der Tiefe h . Man nennt ihn **Schwere-** oder **Gewichtsdruck**.

Referent Hales wusste, dass die Dichte des Blutes $\rho_{\text{Blut}} = 1,065 \text{ g/cm}^3$ beträgt. Somit konnte der den Blutdruck des Pferdes berechnen.

Welchen Wert in mmHg (1 mmHg = 133 Pa) erhältst du?

Messe nun mit dem Blutdruckmessgerät deinen Blutdruck, indem du den Arm einmal auf Herzhöhe hältst und anschließend mit gesenktem und angehobenem Arm misst.

Was stellst du fest?



Referent Stephen Hales versuchte schon 1726 in London den Blutdruck eines Pferdes zu messen. Er stach mit einem Gänsekiel in die Halsarterie und beobachtete mit Erstaunen, dass das Blut in einer angeschlossenen Glasröhre 8 Fuß (1 Fuß = 30,5 cm) hoch schoss.

Wie hoch stieg das Blut in Metern in der Glasröhre?

$$8 \cdot 0,305 \text{ m} = 2,44 \text{ m (überraschend hoch!!)}$$

Überlege mit deinem Nachbarn, warum das Blut bei dieser Höhe zum Stillstand kommt!

Der Blutdruck schiebt das Blut so lange nach oben, bis die Gewichtskraft der steigenden Blutsäule genauso groß ist, wie die Kraft, die der Blutdruck ausübt.

Oder: Ruht die Blutsäule, so ist der Druck in der Tiefe h aufgrund ihrer Gewichtskraft, genauso groß, wie der entgegengesetzt wirkende Blutdruck (er kann die Blutsäule nicht höher schieben; die Kräfte heben sich auf).

Stelle mit Hilfe dieser Überlegung eine Gleichung für den Druck auf, die nach kurzer Rechnung nur von der Dichte, dem Ortsfaktor und der Höhe der Flüssigkeitssäule abhängt.

$$p = \frac{G}{A} = \frac{m_{\text{Blut}} g}{A} = \frac{\rho_{\text{Blut}} V g}{A} = \frac{\rho_{\text{Blut}} A h g}{A} = \rho_{\text{Blut}} g h \text{ oder allg. ausgedrückt: } p = \rho g h$$

Dieser allgemeine Ausdruck beschreibt den Druck, der in der Tiefe h herrscht. Man nennt ihn **Schwere- oder Gewichtsdruck**.

Referent Hales wusste, dass die Dichte des Blutes $\rho_{\text{Blut}} = 1,065 \text{ g/cm}^3$ beträgt. Somit konnte der den Blutdruck des Pferdes berechnen.

Welchen Wert in mmHg (1 mmHg = 133 Pa) erhältst du?

$$p = \rho_{\text{Blut}} g h = 1065 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 2,44 \text{ m} = 25492 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 25,49 \text{ kPa} = 192 \text{ mmHg}$$

Messe nun mit dem Blutdruckmessgerät deinen Blutdruck, indem du den Arm einmal auf Herzhöhe hältst und anschließend mit gesenktem und angehobenem Arm misst.

Was stellst du fest?

Die Messstelle ist abhängig vom Höhenunterschied zum Herzen. Über dem Herz werden die Messwerte aufgrund des Schweredrucks in der Ader kleiner, unterhalb des Herzens größer.

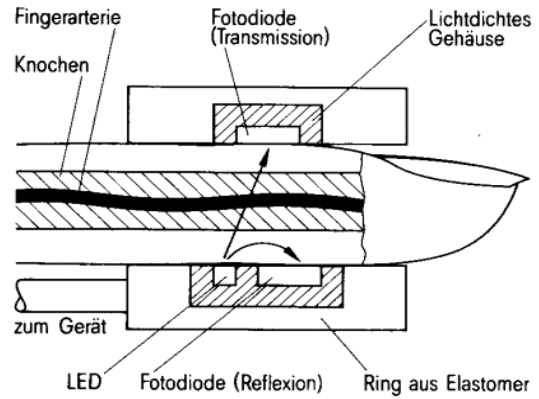
Der Gesamtdruck p_{ges} am Messort hängt vom Blutdruck auf Herzhöhe und dem Schweredruck ab.

$$p_{\text{ges}} = p_{\text{Herz}} + \rho g h$$

Vom Laufsport und von einigen Fitnessgeräten kennt man die Ohr- und Fingerklipps, mit denen man sich den Puls messen kann, dessen Wert dann von einem Gerät angezeigt wird.

Wie funktionieren diese Sensoren? Und was messen sie?

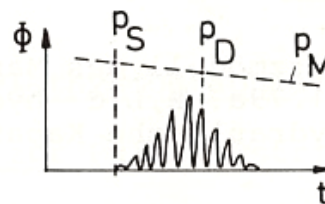
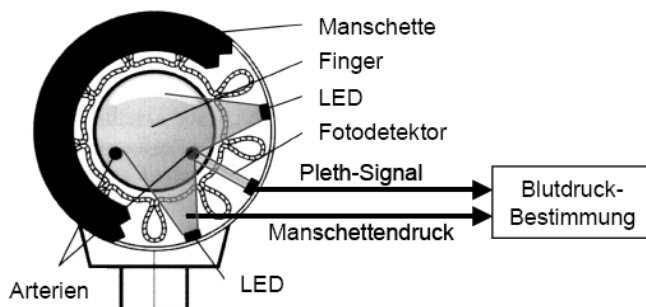
In dem nebenstehenden Bild siehst du wie ein solcher Pulsmesser funktioniert. Eine _____ (LED) sendet _____ aus, welches das Fingergewebe durchstrahlt und dabei _____ wird (ähnlich wie Licht, dass durch eine getönte Scheibe fällt). Ein _____ auf der Fingerrück- oder Vorderseite empfängt das durchgestrahlte oder reflektierte Licht und wandelt es in ein _____ um. Blut absorbiert die Strahlung sehr gut. Bei jedem Pulsschlag sinkt also die Lichtdurchlässigkeit, da sich das Blutvolumen und somit auch die Blutmenge erhöht. Der _____ misst eine veränderte Lichtmenge. Ein Minicomputer berechnet daraus den Puls pro Minute. Als _____ kann man einen _____, eine _____ oder einen _____ verwenden.



Ein Minicomputer berechnet daraus den Puls pro Minute. Aus der gemessenen Lichtmenge kann man noch auf die Durchblutung und den Sauerstoffgehalt des Blutes schließen.

Die Methode zur optischen Pulsmessung kannst du ganz leicht selbst überprüfen. Drücke deinen Finger in einem dunklen Raum leicht auf eine Taschenlampe. Die Ränder der Taschenlampe müssen abgedeckt sein, so dass das Licht nur durch den Finger geht. Wenn du dich ganz ruhig verhältst, kannst du Helligkeitsschwankungen im Licht erkennen, die vom Pulsschlag ausgelöst werden. Probiere es (zuhaus) einmal aus!

Mit dieser Methode kann man auch den Blutdruck messen. Um den Blutdruck zu messen, muss man allerdings die _____ im Finger abdrücken. Das macht man mit einer _____ (siehe AB BD1), die man über den _____ aufpumpt. Dann lässt man den _____ langsam über ein Ventil ab, der an einem Manometer abgelesen wird. Der Lichtstrom ϕ beginnt im _____ zu schwanken, sobald der _____ unterschritten wird. Die Schwankungen werden mit abfallendem Manschettendruck immer stärker und überlaufen ein Maximum. Vergleichstests mit anderen Blutdruckmessgeräten haben ergeben, dass der _____ kurz nach Erreichen des Maximums abzulesen ist.

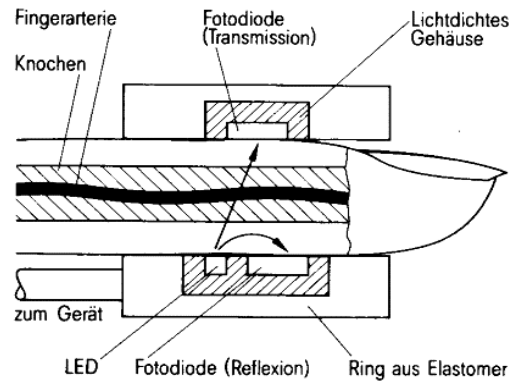


Vom Laufsport und von einigen Fitnessgeräten kennt man die Ohr- und Fingerklipps, mit denen man sich den Puls messen kann, dessen Wert dann von einem Gerät angezeigt wird.

Wie funktionieren diese Sensoren? Und was messen sie?

In dem nebenstehenden Bild siehst du wie ein solcher Pulsmesser funktioniert. Eine Leuchtdiode (LED) sendet Infrarotlicht aus, welches das Fingergewebe durchstrahlt und dabei geschwächt wird (ähnlich wie Licht, das durch eine getönte Scheibe fällt). Ein Photodetektor auf der Finger- oder Vorderseite empfängt das durchgestrahlte oder reflektierte Licht und wandelt es in ein elektrisches Signal um. Blut absorbiert die Strahlung sehr gut. Bei jedem Pulsschlag sinkt also die Lichtdurchlässigkeit, da sich das Blutvolumen und somit auch die Blutmenge erhöht. Der Photodetektor misst eine veränderte Lichtmenge. Ein Minicomputer berechnet daraus den Puls pro Minute. Als Photodetektor kann man einen Photowiderstand, eine Photodiode oder einen Phototransistor verwenden.

Aus der gemessenen Lichtmenge kann man noch auf die Durchblutung und den Sauerstoffgehalt des Blutes schließen.



Die Methode zur optischen Pulsmessung kannst du ganz leicht selbst überprüfen. Drücke deinen Finger in einem dunklen Raum leicht auf eine Taschenlampe. Die Ränder der Taschenlampe müssen abgedeckt sein, so dass das Licht nur durch den Finger geht. Wenn du dich ganz ruhig verhältst, kannst du Helligkeitsschwankungen im Licht erkennen, die vom Pulsschlag ausgelöst werden. Probiere es (zu Hause) einmal aus!

Mit dieser Methode kann man auch den Blutdruck messen. Um den Blutdruck zu messen, muss man allerdings die Arterie im Finger abdrücken. Das macht man mit einer Luftdruckmanschette (siehe AB BD1), die man über den oberen Blutdruckwert aufpumpt. Dann lässt man den Manschettendruck langsam über ein Ventil ab, der an einem Manometer abgelesen wird. Der Lichtstrom ϕ beginnt im Pulstakt zu schwanken, sobald der systolische Druck unterschritten wird. Die Schwankungen werden mit abfallendem Manschettendruck immer stärker und überlaufen ein Maximum. Vergleichstests mit anderen Blutdruckmessgeräten haben ergeben, dass der diastolische Wert kurz nach Erreichen des Maximums abzulesen ist.

