

## Habt ihr schon gewusst 287 ... Temperaturen

---

Temperatur ist eine der ersten physikalischen Größen, mit denen die SuS in Klasse 5 in den Naturphänomenen konfrontiert werden. Eine schöne Möglichkeit, diese Größe „sachte“ einzuführen, ist selbstverständlich das Aufgreifen der Präkonzepte und des Vorwissens, das die Kinder aus dem Kindergarten und aus der Grundschule kennen.

Der Arbeitsauftrag für die Teams ist die Messung von Temperatur in ihrem Umfeld. Zur Verfügung stehen verschiedene Temperaturmessgeräte, die als Black-Box verwendet werden. Im Prinzip werden also die physikalische Größe, die zugehörige Einheit und das zugehörige Messgerät gleichzeitig eingeführt.

- Übliche Thermometer
- Digital-Thermometer einfacher Bauweise
- Digital-Thermometer für hohe Temperaturen
- Infrarot-Thermometer <sup>1</sup>

### Arbeitsaufträge

- Messung der Oberflächentemperatur der Hand, der Stirn, der Waden ... usw.
- Messung der Veränderungen dieser Temperaturen durch sportliche Aktivitäten ...
- Messung von Oberflächentemperaturen verschiedener Bekleidungen im Vergleich zur Oberflächentemperatur der Haut direkt.
- Veränderung von Oberflächentemperaturen durch das Befeuchten der Kleidung.
- Veränderung von Oberflächentemperaturen bei befeuchteter Kleidung im Luftstrom ...
- Temperaturmessung einer Oberfläche (a) trocken, (b) angefeuchtet, (c) angefeuchtet in einem Luftstrom.
- Messung von Oberflächentemperaturen bei verschiedenen Tieren in unserem Schul-Bauernhof.
- Messung von Lufttemperaturen in verschiedenen Ecken des Physiksaals ... und in verschiedenen Höhen im Raum.
- Messung von Oberflächentemperaturen der Wände ... die im Schatten – bzw. in der Sonne liegen.
- Messung der Temperaturen in einer Kerzenflamme ... (speziellen Sensor verwenden!)

Interessant als **Hintergrundwissen** könnten folgende Informationen dienen ☺

---

### Temperaturverhalten beim Menschen bei folgenden Kerntemperaturen

- Über 41°C:** Eiweißzersetzung ... über 43°C tritt der Tod ein.
- Über 37°C:** In diesem Fall spricht man von Hyperthermie ... diesen Zustand versucht der Körper durch Schwitzen zu mildern ... das führt aber zu massivem Wasser und Salzverlust – das Blut wird dicker – es stellen sich Krämpfe ein, Schläppheit, Schwindelgefühl ... Übelkeit  
Im Tal des Todes in den USA kann man extrem hohe Temperaturen erleben – um Mitternacht 45°C ... In dieser Umgebung muss man pro Stunde 1 Liter Wasser trinken, um den Wasserverlust auszugleichen.
- Normal ... Kerntemperatur 37°C**
- Unter 37°C:** Schweißdrüsen schalten ab, Blutgefäße in der Haut ziehen sich zusammen, Blutabfluss zu aus den Extremitäten hin zu wichtigen Organen, Adrenalinausschüttung, Grundumsatzerhöhung, Stoffwechselbeschleunigung, die Feinmotorik leidet – man kann die Finger nicht mehr richtig bewegen. Der Herzschlag und die Atemfrequenz erhöht sich und ganz wesentlich: Schüttelfrost, die Muskeln zittern und erzeugen damit thermische Energie.
- Unter 35°C:** Die biochemischen Reaktionen werden verlangsamt ... Zittern hört auf ... Herzschlag wird langsamer ... Sprechen fällt schwer ... es entstehen Halluzinationen.
- Unter 32°C:** Der Mensch wirkt apathisch
- Unter 30°C:** Es stellt sich Bewusstlosigkeit ein
- Unter 27°C:** Es stellt sich ein Kreislaufkollaps ein

---

<sup>1</sup> Infrarotthermometer registrieren die Wärmestrahlung eines Objekts. Die Strahlungsleistung ist bei bekanntem Emissionsgrad eine Funktion der Temperatur der Oberfläche des Objekts. Den Zusammenhang stellt das Stefan-Boltzmann-Gesetz her. Das Plancksche Strahlungsgesetz beschreibt sogar die spektrale Strahlungsdichte. Die meisten Infrarot-Thermometer bestehen aus in Reihe geschaltete Thermolemente.

## Tiefkühlung

Australische Eingeborene schlafen bei 0°C ohne Bekleidung.

Mit einer aktiven Wärmeweste, die den Körper aufheizt, ohne Handschuhe bei erstaunlich tiefen Temperaturen feine Arbeiten ausführen ... Der Körper wird unter diesen Umständen – die Kerntemperatur ist hoch genug – warmes Blut in die Extremitäten pumpen, so dass die Hände ihre feinmotorischen Funktionen behandeln.

Bei 0°C können Menschen ohne Sauerstoff – also z.B. in Eiswasser – bis zu 2 Stunden überleben. Es sind Fälle bekannt, dass Kinder nach dieser Zeit ohne Gehirnschaden wiederbelebt werden konnten.

Gefährlich ist hierbei das falsche Auftauen der Menschen. Gefährlich wäre es, die Menschen in warme Decken zu packen und die Extremitäten warm zu massieren. Das führt dazu, dass das kalte Blut aus den Extremitäten (das kälter ist als das Blut im Körperkern) den Körper überschwemmt und der dadurch ausgelöste Kälteschock zum Herzstillstand führt.

In Rettungsanzügen wird der Körperkern aufgewärmt und die Extremitäten bleiben bei tieferen Temperaturen in diesem Anzug, um den oben beschriebenen Kälteschock zu vermeiden.

## Temperaturregulierung

Der Hypothalamus reguliert die Temperatur in unserem Körper. Die Signale aus der Umwelt kommen aus den Kälterezeptoren – 12 Stück pro cm<sup>2</sup> – in der Hautoberfläche. Diese Rezeptoren melden nicht die absolute Temperatur, sondern den Temperaturgradienten ... d.h. die Temperaturänderung pro Zeit.

Wenn man Frösche in erwärmtes Wasser bringt, springen sie sofort heraus. Erhöht man aber die Temperatur extrem langsam, können die Frösche diesen Temperaturanstieg nicht registrieren.

Es gibt drei Effekte, die Wärme von unserem Körper abführen können ...

- Wärmeleitung** ... z.B. wenn wir im Wasser schwimmen oder uns auf einen kalten Untergrund setzen
- Konvektion** ... z.B. wenn wir unsere Körperoberfläche dem Wind aussetzen ... oder im Luftzug eines Ventilators stehen ... oder mit offenem Fenster Auto fahren. Der Wind weht hierbei die dünne Wasserdampfschicht, die sich oberhalb unserer Haut befindet, weg ... und Wasser aus den Schweißdrüsen kann wieder effektiv verdampfen ... bei diesem Vorgang nimmt der Wasserdampf die Entropie aus der Umgebung, die dadurch abkühlt. „Kälte“ in alltagssprachlichen Sinne gibt es in der Physik nicht.  
... Wenn wir uns in einer Umgebung mit hoher Luftfeuchtigkeit befinden, kann man mit Schwitzen keine effektive Verdunstung erreichen und hat damit keinen Kühleffekt. Deshalb empfindet man „schwülwarmes Wetter“ als besonders unangenehm.  
... Durch Schwitzen wird dem Körper bis zu 20x effektiver Wärme entzogen.  
... bei einem Wind von 30 km/h empfindet man eine Temperatur von 0°C als -6,5°C.
- Wärmestrahlung** ... z.B. wenn wir in der Sonne liegen, nehmen wir Wärmestrahlung auf ... bis hin zum Hitzschlag, wenn es übertrieben wird.
- Ausscheidung** ... auch hierbei verlieren wir Wärme ☹

## Temperaturen bei Tieren

- Tiere, die in warmen Regionen leben, unterscheiden sich von Polartieren ... so z.B. hat der Wüstenfuchs extrem große Ohren ... der Polarfuchs hat kleine Ohren.
- Pinguine haben „Wärmetauscher-Füße“ ... d.h. dem kalten Blut aus den Füßen fließt das warme Wasser aus dem Körper entgegen ... wie in einem Wärmetauscher in Heizungsanlagen.
- Tiere, die bei einer Temperatur von über 45°C existieren können, nennt man thermophil.
- Pyrolus fumaris* kann sich bei einer Temperatur von 113°C noch vermehren – er kann also in kochendem Wasser leben.
- Den Hitzerekord hält der „Strain 121“ er kann bei der Temperatur von 121°C leben und sich vermehren. Unter 85°C stellt er die Vermehrung ein, weil es ihm zu kalt ist.  
Der Strain 121 wurde 2003 in der Tiefe des Pazifischen Ozeans an den so genannten black smokers gefunden.
- Ein ganz besonders Tier ist das so genannte Bärchentier, das in Mooskissen und im Wasser lebt. Es wird 1mm groß und lebt schon seit 530 Millionen Jahren auf unserem Planeten. Dieses Tier ist fast nicht umzubringen. Wenn Gefahr droht – z.B. bei Dürre, Kälteeinbruch, ziehen diese Tiere ihre Körperglieder wie ein Teleskop ein, füllen ihre Zellen mit einer Zuckerlösung, trocknen aus (verlieren 99% ihres Wasservolumens) und werden zu so genannten „Tönnchen“, die man fast nicht zerstören kann.  
In Experimenten hat man diese Tiere auf 150°C erhitzt, bis fast zum absoluten Nullpunkt abgekühlt, dem Vakuum ausgesetzt, mit Röntgenstrahlen beschossen und die Tiere überlebten diese Prozedur ohne Schaden.  
Ein 10-tägiger Aufenthalt im Weltraum (fast absoluter Nullpunkt, Vakuum und ungeschützte Sonnen- und Höhenstrahlung) konnte die Tiere ebenfalls nicht töten.