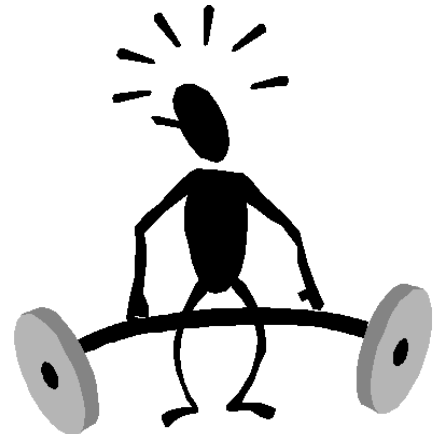


# Gruppenpuzzle „Mit den Sinnesorganen messen“ - Aufgaben

## Gruppe 1: Kraftsinn/Tastsinn

Der Physiologe Ernst Heinrich Weber (1795-1878) stellte 1834 bei Untersuchungen des Tastsinns fest, dass der gerade noch merkliche Gewichtsunterschied  $\Delta G$  vom Ausgangsgewicht  $G$  abhängt und dass die Relation  $\Delta G/G$  nahezu konstant bleibt.



Diese Feststellung ist nachzuvollziehen.

Entwerfen sie dazu einen Versuch im Sinne der Untersuchungen des Physiologen Ernst Heinrich Weber und führen sie diesen durch. Beschreiben sie kurz ihr Vorgehen. Die Ergebnisse sind in einer Tabelle festzuhalten und in einem Diagramm zu veranschaulichen. Notieren sie, was ihnen beim Versuch noch auffiel.

Der Versuch könnte z. B. so gestaltet werden, dass die Hand/der Arm eines Probanden zunehmend mit Testmassen belastet wird, welche der Proband aber nicht sehen oder ertasten darf. Sie könnte z. B. den Arm in einen großen Karton stecken, dessen offene Seite dem Versuchsbetreuer zugänglich ist. Die nach oben weisende flache Hand des Probanden wird mit mehr und mehr Bögen Papier (auch mit Heften, Büchern, ...) belastet. Es wird schrittweise so viel Masse zugegeben, bis der Proband die Empfindung hat, dass sich das Gewicht im Vergleich zum gerade vorhandenen Gewicht verdoppelt hat. Im Bereich größerer Gewichte, könnte der Proband (hinter der Kartonwand) einen Eimer halten, dessen Gewicht nehmend vergrößert wird.

Zur Verfügung stehen: Waage(n), Eimer, „Versuchskarton“, als Probmassen: Papierbögen, Zeitschriften, Bücher, Steine, Massenstücke

### Zusatzaufgabe:

Für die logarithmische („sparsame“) Arbeitsweise der Sinnesorgane lassen sich verschiedene Alltagsanalogien finden (Analogie auch als Merkhilfe).

Suchen sie nach logarithmischen Abstufungen, die im Alltag vorkommen und beschreiben sie diese.

Machen sie dabei deutlich, worin der Vorteil dieser Teilungsart besteht.

# Gruppenpuzzle „Mit den Sinnesorganen messen“ - Aufgaben

## Gruppe 2: Geschmackssinn

Die Sinnesorgane funktionieren teilweise so, dass eine automatische Anpassung ihrer Empfindlichkeit an den jeweiligen Messbereich stattfindet. Dies soll im Folgenden für den Geschmackssinn untersucht werden.

Planen die einen Versuch zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Reiz (Konzentration eines Geschmacksstoffs) und Empfindung (Geschmack), führen sie ihn durch und beschreiben sie kurz ihr Vorgehen. Die Versuchsergebnisse sind tabellarisch und graphisch festzuhalten.

Der Versuch könnte z. B. für die Geschmacksrichtung salzig oder sauer durchgeführt werden. Der Versuchsablauf könnte so gestaltet werden, dass ein Proband Salzwasser oder Essigwasser zum Schmecken bekommt („Ausgangsgeschmack“) und dann sofort eine weitere Probe mit einem etwas anderen Salz- oder Essigsäuregehalt. Eine mögliche Aufgabe für den Probanden wäre es, einschätzen, wann er einen Geschmacksunterschied empfindet. Bis zum Erreichen dieses Punktes ist jeweils wieder der Ausgangsgeschmack „herzustellen“ nachdem der Mund mit reinem Leitungswasser ausgespült wurde. Es empfiehlt sich, den Versuch aufsteigend zu größeren Konzentrationen hin durchzuführen.

Zur Verfügung stehen: Feinwaage, mehrere Trinkbecher, Salz, Löffel, 1 Wassereimer, 2 l Leitungswasser

### Zusatzaufgabe:

Für die logarithmische („sparsame“) Arbeitsweise der Sinnesorgane lassen sich verschiedene Alltagsanalogien finden (Analogie auch als Merkhilfe).

Suchen sie nach logarithmischen Abstufungen, die im Alltag vorkommen und beschreiben sie diese. Machen sie dabei deutlich, worin der Vorteil dieser Teilungsart besteht.

## Gruppenpuzzle „Mit den Sinnesorganen messen“ - Aufgaben

### Gruppe 3: Hörsinn

Die Sinnesorgane funktionieren teilweise so, dass eine automatische Anpassung ihrer Empfindlichkeit an den jeweiligen Messbereich stattfindet. Dies soll im Folgenden für den Hörsinn untersucht werden.

Zur Verfügung stehen Hörbeispiele in den 2 Audiodateien „SinusA“ und „SinusB“ mit einem Sinussignal und in den 2 Audiodateien „RosaRauschenA“ und „RosaRauschenB“ mit einem Rauschsignal (Rosa Rauschen). Bei den Hörbeispielen wird das gegebene Signal jeweils in mehreren Stufen leiser.

Die stufenweise Lautstärkeabnahme der Signale bis hin zu Null hin (die Lautstärke entspricht der physikalisch messbaren Stärke des Schalls, z. B. als Schalldruck) erfolgt jeweils in zwei verschiedenen Moden. Die Anzahl der Stufen ist für beide Moden jedoch gleich.

Bei Verwendung des Programms „Windows Media Player“ kann eine Visualisierung des Signals helfen (→ Aktuelle Wiedergabe → Visualisierungen → Streifen und Wellen → Streifen oder Graph).

Was versteht man unter Rosa Rauschen?

Es ist zu untersuchen, wie die Lautstärkeabnahme empfunden wird (die Veränderung der Lautheit, wie viele Stufen lassen sich wahrnehmen?).

Planen sie einen Versuchsablauf und testen sie diesen. Veranschaulichen sie die Versuchsergebnisse.

Zur Verfügung stehen: Hörbeispiele: 4 Audiodateien („RosaRauschenA“, „RosaRauschenB“, „SinusA“, „SinusB“), Computer mit Aktivboxen, Windows Media Player

#### Zusatzaufgabe:

Für die logarithmische („sparsame“) Arbeitsweise der Sinnesorgane lassen sich verschiedene Alltagsanalogien finden (Analogie auch als Merkhilfe).

Suchen sie nach logarithmischen Abstufungen, die im Alltag vorkommen und beschreiben sie diese.

Machen sie dabei deutlich, worin der Vorteil dieser Teilungsart besteht.



# Gruppenpuzzle „Mit den Sinnesorganen messen“ - Aufgaben

## Gruppe 4: Sehsinn

Die Sinnesorgane funktionieren teilweise so, dass eine automatische Anpassung ihrer Empfindlichkeit an den jeweiligen Messbereich stattfindet. Dies soll im Folgenden für den Sehsinn untersucht werden. Dazu sollen die zwei folgenden Versuche durchgeführt, eventuell variiert und ausgewertet werden.



Beim **ersten Versuch** geht es um die Beurteilung der Raumhelligkeit, die durch einen durch verschiedene Blenden abgedeckter Overheadprojektor erzeugt. Ein Overheadprojektor eignet sich deshalb sehr gut, weil er eine relativ gleichmäßig ausgeleuchtete „Lichtfläche“ besitzt. Die Größe dieser leuchtenden Fläche und damit der in den Raum gelangende Strahlungsstrom lässt sich durch aufgelegte Blenden gut regulieren (siehe Abb. 1). Der Versuch sollte in einem völlig abgedunkelten Raum stattfinden. Der Beobachter sollte beim Versuch mit dem Rücken zur Projektionsfläche sitzen, um nur die Helligkeit im Raum z. B. beim Blick an die Zimmerdecke wahrzunehmen.

Führen sie den Versuch durch und beschreiben sie kurz ihr Vorgehen. Die Aufgabe besteht darin, den empfundenen Helligkeitsunterschied  $\Delta m$  in Abhängigkeit verschiedener Strahlungsstromänderungen  $\Delta S$  und den zu Grund liegenden Strahlungsströmen  $S$  zu beurteilen (erste Beispiele sind in Abb. 1 gegeben).

Der **zweite Versuch**, die Lochplatte (siehe Abb. 2), ermöglicht quantitative Aussagen zur Reizverarbeitung im Auge und darauf folgend zur Hinführung zur astronomischen Helligkeitsskala. Die Lochplatte stellt im Prinzip eine Blende mit vielen kleinen gleichgroßen Öffnungen dar, die in Gruppen geordnet als „Lochwolken“ erscheinen. Jede Lochwolke steht im Modellexperiment für einen Stern. Zwei Reihen zu je vier Lochwolken repräsentieren zwei verschiedene Zuwächse im Strahlungsstrom. Beim arithmetischen Zuwachs (arithmetische Reihe) ändert sich die Lochanzahl, beginnend bei einem Loch jeweils um 21, so dass die vierte Lochwolke aus 64 Löchern besteht. Beim geometrischen Zuwachs (geometrische Reihe) ändert sich die Lochanzahl jeweils um den Faktor vier, wieder beginnend mit einem Loch und endend mit 64 Löchern.

Der Betrachter der Lochplatte wird vor die Aufgabe gestellt, zu beurteilen, welche der dargestellten Helligkeitsabfolgen als gleichmäßig abgestuft erscheint.

Welche Schlussfolgerung kann auf den Zusammenhang zwischen Helligkeitsänderung (Empfindung) und Änderung des Strahlungsstroms (Reiz) gezogen werden?

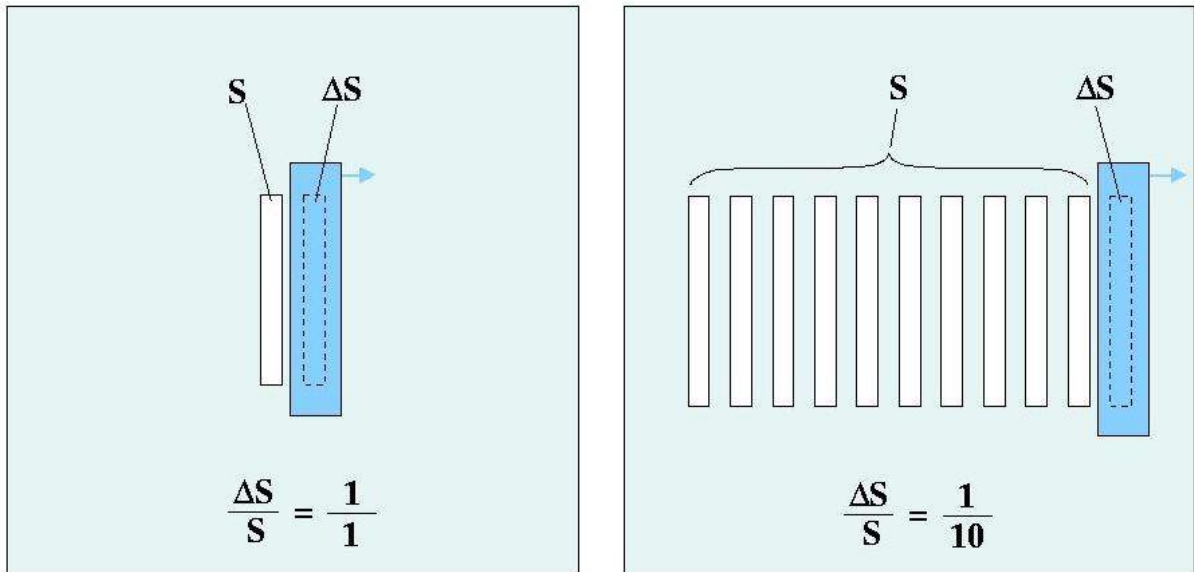
Zur Verfügung stehen: Overheadprojektor, 2 Pappblenden, Lochplatte

### Zusatzaufgabe:

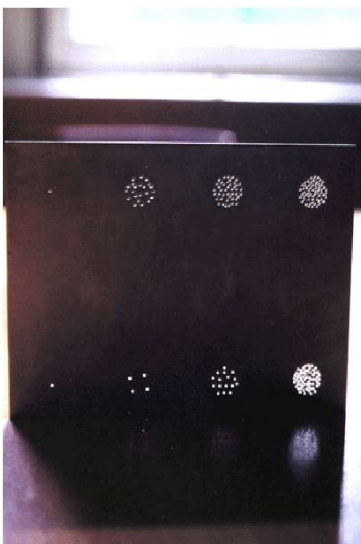
Für die logarithmische („sparsame“) Arbeitsweise der Sinnesorgane lassen sich verschiedene Alltagsanalogien finden (Analogie auch als Merkhilfe).

Suchen sie nach logarithmischen Abstufungen, die im Alltag vorkommen und beschreiben sie diese.

Machen sie dabei deutlich, worin der Vorteil dieser Teilungsart besteht.



**Abbildung 1:** Zwei verschiedene Lichtblenden für die Overheadprojektion zur Demonstration, dass die Empfindlichkeit des Sehannes bei zunehmendem Strahlungsstrom abnimmt. Obwohl in beiden Fällen die Änderung des Strahlungsstroms  $\Delta S$  gleich ist, ist der empfundene Helligkeitsunterschied für den linken Fall deutlich größer, weil der Ausgangsstrahlungsstrom  $S$  deutlich geringer ist. Um im rechten Fall den gleichen Helligkeitsunterschied zu empfinden, müsste  $\Delta S$  verzehnfacht werden.



Welche der beiden abgebildeten Reihen empfindet man als in der Helligkeit gleichmäßig abgestuft?

1	+21 22	+21 43	+21 64	arithmetische Reihe
1	x4 4	x4 16	x4 64	geometrische Reihe

**Abbildung 2:** Lochplatte - in Realität und schematisch. Das Modellexperiment zeigt eine durchbohrte Aluminiumplatte, stehend vor einem Fenster. Die Betrachtung der Lochplatte sollte durch unscharfe Overheadprojektion oder aus etwas größerer Entfernung mit unscharf gestelltem Auge erfolgen. Man achte auch auf die (unscharfen) Reflexe von der Tischplatte.