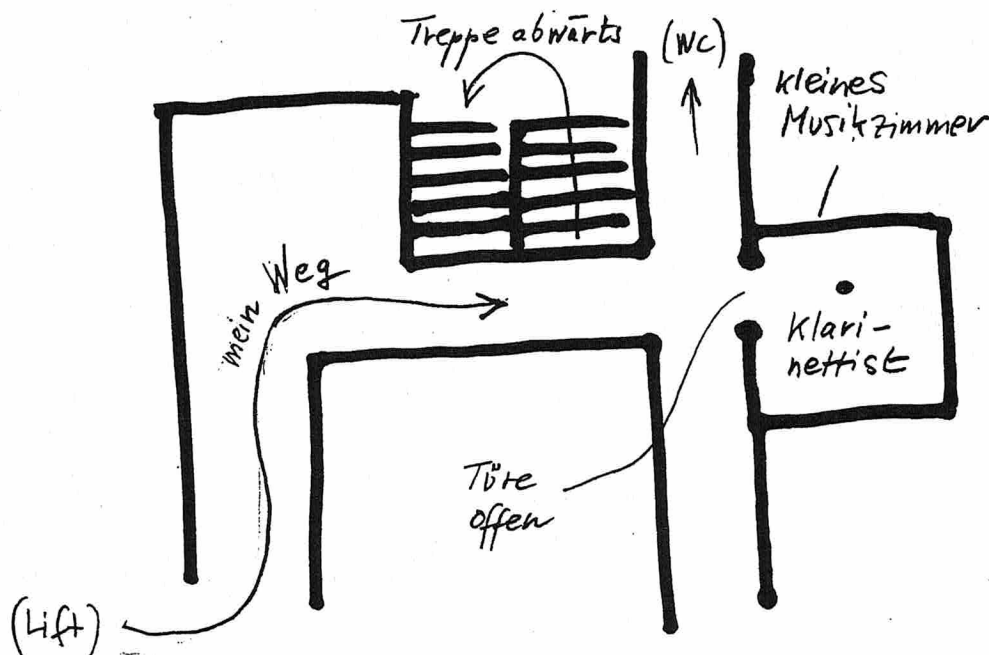


AUFGABE F

Name des Prüflings:.....

**Etwas für Naturwissenschaftler: Können Sie sich das erklären?
(Arbeiten sie mit Text + ev. graphischer Darstellung - so, dass es auch ein
"Nicht-ETH Student" begreift!)**

Ich hatte mit einem Musikmaturanden abgemacht; er sollte mir durch ein Vorspiel sein Können unter Beweis stellen. Damit er sich einspielen konnte, wies ich ihn in ein Musikzimmer - ich selbst ging ins Lehrerzimmer, um mit dem Rektor noch etwas zu besprechen. Dies ging etwas lange, sodass ich sehr schnell zum Musikzimmer zurück rannte. Als ich um die Ecke kam, hörte ich den Schüler schon von weitem spielen... Allerdings: Es waren zwei - - - und ich rief ihnen zu: "Könnt ihr nicht zuerst einmal Eure Instrumente aufeinander abstimmen?" (sie schienen nämlich grässlich gegen einander verstimmt). Mit fragenden Augen schaute der Prüfling mich an, welchen Kollegen ich denn meine... - Wir hatten einige Zeit, um das Rätsel zu lösen!

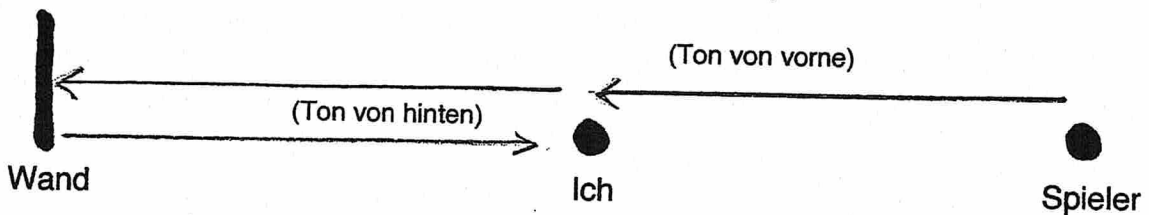


Rückseite: Ihre Erklärung >>>

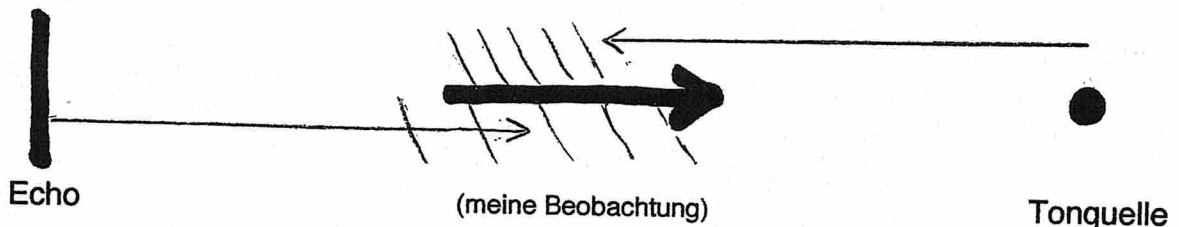
AUFGABE F

Nein! Weder Lift, noch WC, noch Treppenhaus hatten einen Einfluss... Viele von Ihnen fanden heraus, dass es sich um eine Kombination des **Echos** (physikalisch = Reflexion) mit dem **Dopplereffekt** handelt (scheinbare Tonhöhenänderung, wenn man an einer Stationsglocke vorbeifährt oder bei einem vorbeirasenden Motorrad - in der Astronomie bekannt als "Rotverschiebung", woraus man ableiten kann, dass das Weltall sich ausdehnt > zeitliche Berechnung des Urknalls).

Wenn man im Gang still steht, erreicht der Originalton und sein Echo das Ohr unverzerrt, d.h. in gleicher Tonhöhe (ev. müsste aber eine Phasenverschiebung zu bemerken sein?):



Wenn man aber auf die Quelle zu rennt, wird die originale Tonfrequenz erhöht resp. die Wellenlänge "zusammengedrückt" > höherer Ton:



Das Echo, das einen ja von hinten erreicht, nimmt man als einen tieferen Ton wahr, weil man ihm "davonrennt", also dessen Wellenlänge "auseinander gezogen" wird, und so die Originalfrequenz kleiner erscheint. - Ein schönes (übrigens für Schüler leicht anschaulich nachvollziehbares) Exempel für Einsteins Aussage, dass alles relativ ist... Aus Respekt vor meinem früheren Physiklehrer, dessen Lehrbuch in den 50er Jahren an schweizerischen Mittelschulen üblich war, drucke ich hier seine Erklärung des Dopplereffektes ab (Prof. Dr. Willy Hardmeier war allseits geliebter Rektor des Realgymnasiums, Präsident des Tonhallerates und dirigierte(!) über 30 Jahre lang das erste Schülerorchester Zürichs):

§ 101. Das Doppler'sche Prinzip.

Befindet sich eine Tonquelle mit der Schwingungszahl ν in konstanter Entfernung von einem Beobachter, so gelangen pro s ν Wellen an dessen Ohr. Nähert er sich jedoch der Tonquelle mit der Geschwindigkeit v' , so treffen pro s außerdem noch die $\frac{v'}{\lambda}$ Wellen an sein Ohr, die auf der von ihm zurückgelegten Strecke v' liegen. Ist v die Schallgeschwindigkeit, so hört man in diesem Fall den höheren Ton

$$\nu' = \nu + \frac{v'}{\lambda} = \nu \left(1 + \frac{v'}{v\lambda}\right) = \nu \left(1 + \frac{v'}{v}\right) = \nu \frac{v + v'}{v}$$

Entfernt sich der Beobachter von der Tonquelle, so wird der gehörte Ton tiefer: $\nu'' = \nu \frac{v - v'}{v}$. Ist v' klein gegenüber v , so erhält man die gleiche Aenderung der Schwingungszahl auch dann, wenn die Tonquelle sich einem ruhenden Beobachter mit der Geschwindigkeit v' nähert, bzw. entfernt. Die genaue Rechnung liefert in diesem Falle

$$\nu' \text{ bzw. } \nu'' = \nu \frac{v}{v \mp v'}$$

Dieses 1842 von Doppler aufgestellte Gesetz gilt selbstverständlich für alle Wellenarten (vergl. Optik).

Rotverschiebung, die Verschiebung der Spektrallinien im Spektrum eines kosm. Objekts zu größeren Wellenlängen (Rot) hin. Ursache sind der Doppler-Effekt und ein Energieverlust der Lichtquanten beim Umlauf sehr starker Gravitationsfelder (relativist. R.). Die R. kann zur Bestimmung der Umlaufgeschwindigkeit eines Sterns und der Umlaufgeschwindigkeit eines Sterns und der Umlaufgeschwindigkeit von Doppelsternen herangezogen werden. Die Deutung der bei außerhalb der Milchstraße liegenden Sternsystemen beobachtbaren R. als Doppler-Effekt führt zu der Folgerung, daß sich der z. Z. überblickbare Teil des Weltalls in ständiger Ausdehnung befindet (! Hubble-Effekt).