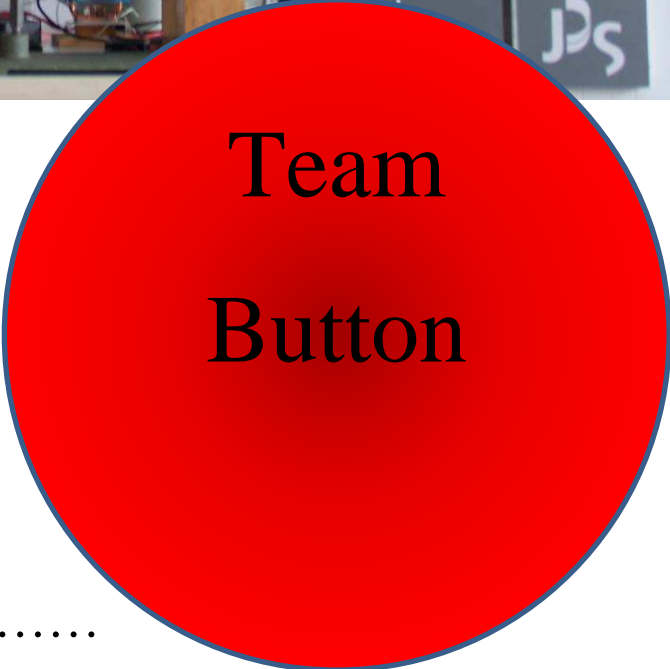


Wärmetransport



Team

Button

Name:

.....

Vorname

Nachname

Erstellt von

H. Lang
Josef-Durler-Schule Rastatt
Richard-Wagner-Ring 24
76437 Rastatt

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
Einleitung	III
Versuch 1 Absorption von Wärmestrahlung	1
Versuch 2 Wärmeleitung	5
Versuch 3 Wärme- durch Stofftransport.....	9
Versuch 4 Wärmeleitung von Wasser	13
Versuch 5 Wärmestrahlung	17
Versuch 6 Und alles zusammen: PC-Kühler	23
Eure Fragen	29
Laborwagen.....	31

Einleitung

Dokumentstruktur

Dieses Dokument enthält neben der Einleitung zu jedem Versuch:

- Hinweise für die Lehrkraft
- Versuchsbeschreibung für die Schüler¹
- Fragen an die Schüler mit Lösungen
- Plenumsbogen

Daraus lassen sich durch selektives Ausdrucken folgende Dokumente erzeugen, die auch schon im pdf-Format der UE beiliegen:

- Lehrer-Exemplar: Alle Seiten mit Lösungen, Farbe (09_I_Lehrer)
- Schüler-Mappe Versuche: Deckblatt und „Los geht’s“, Farbe, foliiert (05_AB_Versuche)
- Schüler-Mappe Fragen: „Wie ist das jetzt?“, Plenum, SW (06_AB_Fragen)
Hinweis: Lösungen ausblenden, indem im Format Ausfüllen die Farbe auf weiß gesetzt wird
- Schüler-Mappe Musterlösung: „Wie ist das jetzt?“, Farbe, foliiert (07_AB_Musterloesung)
Hinweis: Lösungen einblenden, indem im Format Ausfüllen die Farbe auf blau gesetzt wird

Die Schüler behalten nur die selbst ausgefüllten Fragebögen. Damit können die anderen Teile wieder verwendet werden => farbig und foliiert.

Daneben stehen noch folgende Dokumente:

- 01_Vorlage_Unterrichtsarrangement: Kurzfassung und Überblick
- 02_VP: Verlaufsplanung
- 03_PPP_Org: Eingangsvortrag mit Organisation
- 04_PIC_Meta: Bild der verwendeten Metaplanwand

Ergänzende Anmerkungen zum Unterrichtsarrangement

Beim Physikunterricht in der 2BF sollten in meinen Augen die Praxisrelevanz, der Alltagsbezug und weniger die mathematischen Zusammenhänge im Vordergrund stehen. Das Ziel sollte sein, langfristiges Wissen und vor allem Fähigkeiten im „naturwissenschaftlichen Umgehen“ mit der eigenen Umwelt zu vermitteln. Damit bleibt eigentlich nur übrig, dass sich die Schüler das Wissen und die Fähigkeiten eigenständig Erarbeiten, mit der eigenen Gedankenwelt vernetzen, es selbst „begreifen“. Nur dann besteht die Hoffnung, dass es auch die Schulzeit überlebt und verfügbar bleibt.

¹ Aus Rücksicht auf die Lesbarkeit habe ich auf die Nennung der weiblichen Form verzichtet. Bitte ergänzen Sie Lehrerin, Schülerin, ... Ich bitte dies zu entschuldigen.

Einleitung

Die vorgestellte UE soll diesem Gedanken zumindest im Ansatz genügen unter Berücksichtigung der jedem bekannten Herausforderungen. Die dargestellten Versuche und Fragen sind eher exemplarisch zu sehen und sicher auch schon an anderer Stelle ähnlich oder besser beschrieben. Der Schwerpunkt liegt mehr in dem Unterrichtsarrangement, das es ermöglichen soll, auch als einzelner Lehrer und mit beschränktem Budget schülerzentrierte Versuche zu ermöglichen.

Das vorgestellte Material könnte sinnvoll durch zur Verfügung stellen von „Literatur“ (Bibliothek) im Vorbereitungsraum ergänzt werden. So könnten in der Vorbereitungs- als auch in der Nachbereitungsphase stärkere Schüler individuell gefördert werden.

Der Aufbau der Versuche ist sicher der größte Aufwand bei der Vorbereitung dieser UE. Alternativ könnten auch fertige Experimentier-Sets verwendet werden. Jedoch ist meiner Meinung nach die Attraktivität und Wertigkeit in den Augen der Schüler zu gering.

Effektiv ist das komplette Bereitstellen aller Materialien einschließlich der Stifte, da es erlaubt, die Schulranzen (mit allem ablenkendem Inhalt ☺) zu verbannen.

Versuchsplanung: Vorüberlegung

Der folgenden Idee liegt zugrunde, die Schüler möglichst selbstständig und eigenverantwortlich handeln zu lassen:

- Auswahl der Versuche
- Zeitliche Reihenfolge
- Tempo der Durchführung

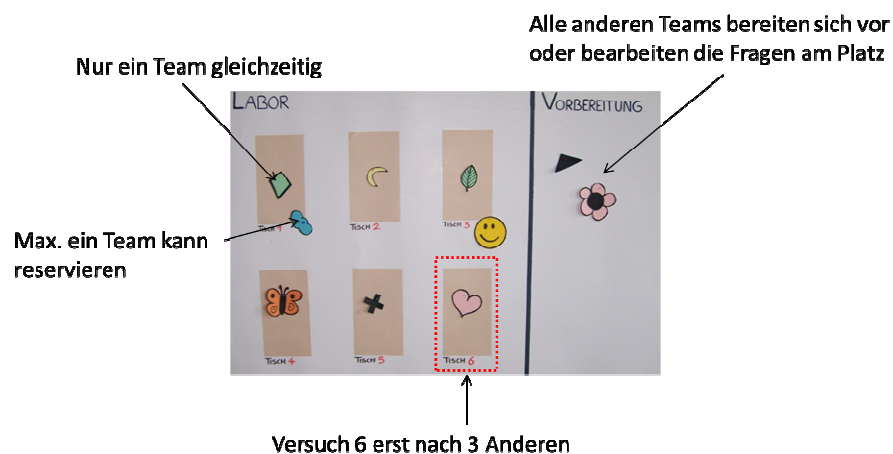
Allein schon durch das Material, den Raum und den Vorbereitungsaufwand ist die Anzahl der Versuche beschränkt. Andererseits ist nach meiner Erfahrung schon bei einem Team mit 3 Schülern ein Schüler „unbeteiligt“. Dies erfordert eine Verwaltung des Mangels, die möglichst gerecht, sozial verträglich, transparent und effizient gestaltet werden sollte (wie in jeder Gesellschaft auch). Daraus hat sich das folgende Konzept ergeben, das meiner Ansicht nach zwar Konflikte nicht gänzlich vermeidet, aber den Schülern Gelegenheit gibt, soziales Verhalten zu üben und gleichzeitig eigene Interessen zu verfolgen.²Nicht zuletzt ergibt sich durch das Visualisieren, das „Veröffentlichen“ des Arbeitsstandes jeder Gruppe ein Feedback über das eigene Vorankommen.

² Ein ursprünglicher Plan, die Versuche zeitlich und in fester Reihenfolge getaktet vorzugeben, wurde von mir zuvor verworfen.

Einleitung

Versuchsplanung: Konkret³

Jedes 2er-Team bekommt eine eigene Nummer und ein eigenes Symbol. Hierzu können Kärtchen aus einem Metaplan-Koffer verwendet werden, die sich durch Farbe und Form (zugeschnitten z.B. Halbkreis, Raute, ..) unterscheiden. Eines kommt auf die Metaplan-Wand in den „Vorbereitungsraum“, ein Zweites und Drittes Symbol wird in die Mappen eingelegt.



Die Metaplan-Wand wird ausschließlich vom Lehrer bedient. Sobald sich ein Team für einen Versuch entscheidet, wird das Symbol in das entsprechende Rechteck gehängt. Ist der Versuch schon belegt, kann maximal ein Kärtchen in die Warteposition an den Rand des Rechteckes gehängt werden. Weitere Reservierungen sind nicht möglich. Da insgesamt deutlich weniger Versuche als Teams zur Verfügung stehen, müssen eventuelle Wartezeiten mit der Vorbereitung auf die anderen Versuche verwendet werden. Ist ein Team fertig, geht es zum Lehrer und gibt dies kund. An dieser Stelle besteht die Gelegenheit eines ersten Lehrerfeedbacks. Bei zufriedenstellender Bearbeitung erhält das Kärtchen eine Markierung. Das Kärtchen wird, je nach Belegungssituation und Wunsch des Teams, entweder in den Vorbereitungsraum gehängt oder gleich als Reservierung für einen nächsten Versuch verwendet. Versuch 6 darf erst nach 3 erfolgreich durchgeführten anderen Versuchen belegt werden (Markierungen auf dem Kärtchen).

³ siehe auch 03_PPP_Org

Versuch 1 Absorption von Wärmestrahlung

Versuch 1 Absorption von Wärmestrahlung

Hinweise für die Lehrkraft

Aufbau und Material:

Für den Aufbau werden im Wesentlichen benötigt:



- Material nach Absorption von Wärmestrahlung (Phywe P1043500)
jedoch IR-Strahler statt Brenner (Phywe 04036-93)

alternativ

- Satz(2)Wärmestrahlungsproben (Ivo Haas 3549311) mit Strahler
- evt. elektronische Thermometer
- Stativmaterial

Es könnten auch andere Absorber in klaren Reagenzgläsern mit Stopfen verwendet werden. Die Stopfen sind notwendig, um den Luftaustausch zu verhindern („Fenster zu beim Auto“). Elektronische Thermometer, evt. kombiniert mit Schreiber, erhöhen die Attraktivität.

Ist ein Wärmeschutzglas vorhanden, könnte auch diese Wirkung verwendet werden (z.B. aus dem alten OHP ausbauen).

Sicherheitshinweise:

Der IR-Strahler sollte nicht bewegt werden, wenn er heiß ist.

Versuch 1 Absorption von Wärmestrahlung

Versuch 1 Absorption von Wärmestrahlung

Und los geht's

Schwarze Autos sind „in“.

„Da gehst Du doch im Sommer ein wie ne Primel. Leg Dich doch gleich in die Bratröhre!“

Ist da etwas dran? Sollten die Sitze im Auto vielleicht doch etwas heller sein?

Und da ist noch die Option: Wärmeschutzverglasung. Brauche ich das?

Der Aufbau

Die Sonne steht nicht auf dem Tisch, aber ein guter Ersatz: Ein Infrarot-Strahler.

Statt einem Auto tut es auch ein schwarzer Behälter, als Vergleich komplett verchromt? ☺

Versuch 1

! Achtung !: Die Lampe darf im heißen Zustand nicht bewegt werden.

- Vergleiche die Temperaturen vor dem Versuch.
Schalte die Lampe ein.
- Wie verändern sich die Temperaturen?
- Wie schnell wirkt ein Karton als Carport-Dach?
-

Aufräumen

Ist die Lampe aus?

Ich hoffe, es hat Dir Spaß gemacht! Jetzt zurück zum Lehrer und austragen.

Jetzt kannst Du die folgenden Fragen sicher beantworten.



Versuch 1 Absorption von Wärmestrahlung

Wie ist das jetzt?

Unterschied schwarz/reflektierend

- Hast Du einen Unterschied in den Temperaturen zwischen beiden Behältern festgestellt?

Der schwarze Behälter wird wesentlich wärmer als der Verspiegelte.

- Welche Konsequenz ergibt sich daraus für das Auto?

Schwarze Sitze werden heißer als weiße Sitzbezüge

- Untersuchungen mit identischen Autos ergaben, dass es tatsächlich einen Unterschied zwischen Autos unterschiedlicher Lackfarbe gibt, aber dass der Effekt durch eine Wärmeschutzverglasung wesentlich höher ist aufgrund der großen Fensterflächen. Hast Du eine Idee, weshalb dies so ist und was eine Wärmeschutzverglasung sein könnte?

Durch die Fenster kommt die Wärmestrahlung direkt ins Auto. Wärmeschutzverglasung reflektiert IR-Licht und lässt sichtbares Licht durch.

- Bei Wohngebäuden sind Jalousien für den Sonnenschutz immer außen angebracht, obwohl sie dort durch das Wetter (zum Beispiel Wind) gefährdet sind. Weshalb?

Auch reflektierende Jalousien werden heiß. Sind sie innen angebracht, geben sie die Wärme an die Raumluft ab und es wird heißer im Raum.

Deine Frage für das Plenum:

Versuch 2 Wärmeleitung

Versuch 2 Wärmeleitung

Hinweise für die Lehrkraft

Aufbau und Material:

Für den Aufbau werden im Wesentlichen benötigt:



- Wärmeleitungsapparat nach Ingenhousz (Phywe 04517-00)
- Becherglas DURAN®, hohe Form, 1000 ml (Phywe 36008-00)
- Tauchsieder, 1000 W (Phywe 04020-93)
- Temperatur-Schutzhandschuh (Phywe 46361-00)
- Stoppuhr
- Wasser
- Pappe DIN-A4, Papiertücher (☺)

Sinnvoll könnte es sein, auch hier die Lage des Tauchsieders mittels Stativmaterial festzulegen.

Der Versuch ist hinreichend bekannt. In diesem Arrangement ist er der einzige Versuch, bei dem Messergebnisse (die Zeiten) schriftlich während der Messung fixiert werden. Auch wenn es andere Versuche gibt, die die Wärmeleitung von Festkörpern anschaulicher demonstrieren, ist der Vorteil an diesem Versuch, dass nicht noch eine „offene Feuerstelle“ unter Beobachtung gestellt werden muss. Die Bezeichnung der Materialien (sofern auf dem Gerät vermerkt) sollte durch einen Klebstreifen verdeckt sein (siehe Fragen zu diesem Versuch).

Versuch 2 Wärmeleitung

Sicherheitshinweise:

Der Tauchsieder wird heiß ☺. Die elektrischen Anschlüsse müssen weit genug vom Wasser entfernt geführt werden. Auch sollten die Wege zum Entsorgen des heißen Wassers so kurz wie möglich organisiert werden.

Versuch 2 Wärmeleitung

Und los geht's

Feste Körper leiten Wärme, geben Wärme weiter, ohne dass sie selbst transportiert werden müssen. In vielen technischen Anwendungen ist dies erwünscht, ja sogar die entscheidende Eigenschaft, z.B. bei Kühlkörpern für PC's (GPU/CPU). In anderen Gebieten ist diese Eigenschaft störend und verursacht hohe Kosten (Wände von Häusern). In diesem Versuch werden unterschiedliche Materialien miteinander verglichen.



Finde Du die Reihenfolge heraus: „Was ist was?“

Der Aufbau

Der Behälter auf dem Tisch hat ein großes Wasserreservoir als Wärmespeicher. Im Deckel sind Stäbe aus verschiedenen Materialien montiert. Sie sind mit einer Substanz umgeben, die sich verfärbt, wenn eine Temperatur von ca. 40°C überschritten wird. Der Behälter sollte leer sein und die Stäbe nicht verfärbt.

Bringe ca. 1 l Wasser in dem Becherglas mit Hilfe des Tauchsieders zum Kochen.

! Achtung !: Der Tauchsieder muss die ganze Zeit vollständig im Wasser stehen. Ziehe in jedem Fall den Netzstecker, bevor Du ihn aus dem Wasser ziehst und lege ihn auf die Pappe. Der Tauchsieder und das Wasser sind heiß. Verwende die bereitgelegten Handschuhe.

Versuch 1

Schüttele das Wasser mit Hilfe der Handschuhe in den Behälter. Die Stäbe müssen nach dem Verschließen gut mit Wasser bedeckt sein. Setze den Deckel wieder auf den Behälter.

- Starte die Messuhr.
- Beobachte die Verfärbung der Stäbe.
- Notiere Dir die Zeit, bis das Ende der Stäbe sich verfärbt hat.

Aufräumen

Ist der Tauchsieder aus? Leere den Behälter aus und stelle alles wieder so hin, wie Du es angetroffen hast.

Ich hoffe, es hat Dir Spaß gemacht! Jetzt zurück zum Lehrer und austragen.

Jetzt kannst Du die folgenden Fragen sicher beantworten.

Versuch 2 Wärmeleitung

Wie ist das jetzt?

Reihenfolge

- In welcher Reihenfolge haben sich die Enden der Stäbe verfärbt?

- Stelle eine Vermutung an über das Material der Stäbe

Stab 1:

Stab 2:

Stab 3:

Stab 4:

Stab 5:

Stab 6:

- Du hast die Zeiten gemessen. Wie könnte man damit eine Kennzahl für die Wärmeleitfähigkeit ausrechnen?

Als Maß könnte man die Länge des Stabes durch die gemessene Zeit dividieren.

Technische Verwendung

- Gute Wärmeleitung: Nenne zwei technische Beispiele aus Deiner Erfahrungswelt, bei denen es auf gute Wärmeleitung ankommt und die verwendeten Materialien.

Kochtopf, aus Aluminium

Kühlkörper, aus Kupfer

- Gute Wärmeisolation: Nenne zwei technische Beispiele aus Deiner Erfahrungswelt, bei denen es auf gute Wärmeisolation ankommt und die verwendeten Materialien.

Isolierung der Hauswände, Styropor (Luft)

Kochlöffel, Holz

Deine Frage für das Plenum:

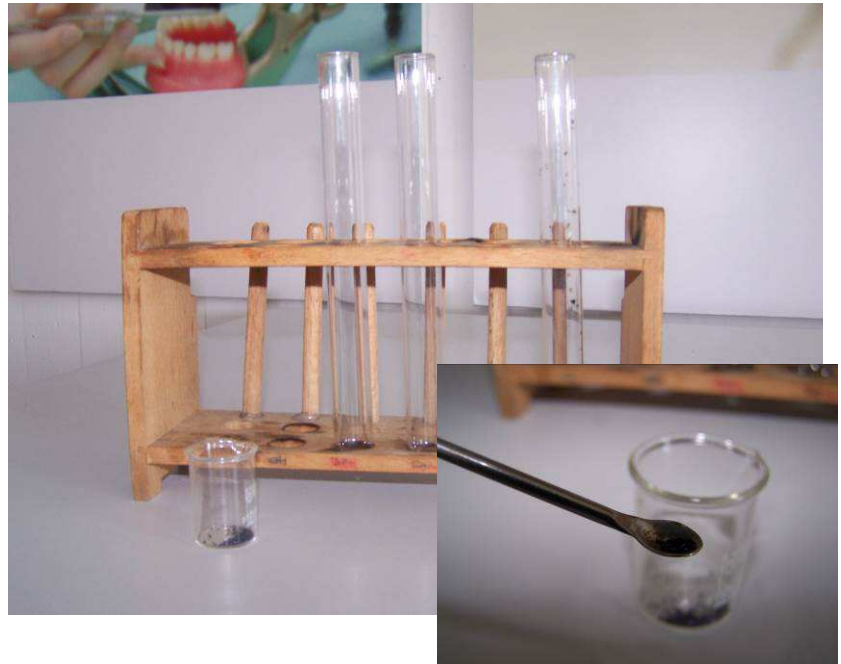
Versuch 3 Wärme- durch Stofftransport

Versuch 3 Wärme- durch Stofftransport

Hinweise für die Lehrkraft

Aufbau und Material:

Für den Aufbau werden im Wesentlichen benötigt:



- Zirkulationsrohr, groß (Phywe 04510-00)
- Zur sicheren Erwärmung des Rohres: Evt. Drahtnetz mit Keramik 160 x 160 mm (Phywe 33287-01) oder umwickeln mit Eisennetz
- Passendes Stativmaterial
- Kartuschenbrenner mit Kartusche (LD Didactic 666 714)
- Kaliumpermanganat (LD Didactic 672 7000)
- Reagenzgläser (ca. 5 Stk.), Ständer, kleines Becherglas, Spatel
- Temperatur-Schutzhandschuh (Phywe 46361-00)
- Eiswasser und Trichter
- Gefäß für Wasserentsorgung
- Papiertücher (☺)

Der Versuch wird ist hinreichend bekannt. Die Menge an Kaliumpermanganat sollte klein gehalten werden. Ein halber Spatel reicht. Die Menge sollte schon vordosiert in Reagenzgläsern angeboten werden.

Da sich das Rohr nur wenig erwärmt, sollte das Wasser direkt im Anschluss an den Versuch ausgetauscht werden (Handhabung siehe Schülerblatt).

Versuch 3 Wärme- durch Stofftransport

Der Versuch könnte auch erweitert werden und dadurch den folgenden Versuch zur Wärmeleitung von Wasser ersetzen. Das Rohr wird hierzu leicht schief montiert, nur teilweise gefüllt und etwas zerklüftes Eis dem Wasser beigemischt. Dann sollte sichtbar sein, dass auf der Brennerseite das Wasser zu kochen anfängt, während in der anderen Rohrseite das Eis noch schwimmt. Anschließend wird das Rohr komplett gefüllt ...

Sicherheitshinweise:

Das Erhitzen mit dem Gasbrenner stellt eine mögliche Gefahrenquelle dar. In jedem Fall sollte das Glasrohr geschützt werden wie oben beschrieben und die Schüler entsprechend angewiesen werden.

Auch sind die Sicherheitshinweise im Gebrauch mit Kaliumpermanganat zu beachten. Der Chemielehrer gibt hierbei sicher Unterstützung.

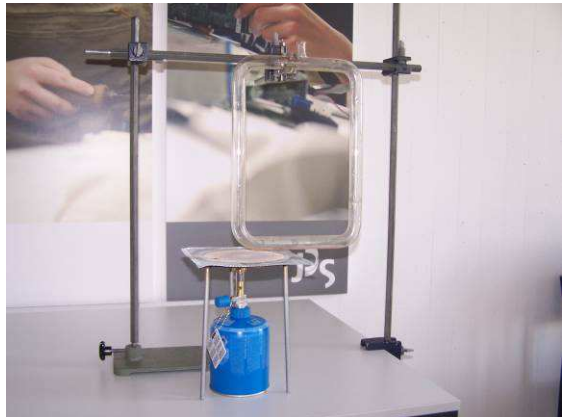
Meine Empfehlung: Das Rohr sollte nur oben mit einer Klemme gegriffen werden (Klemmbacken mit Korkauflage!). Damit können die Schüler das Rohr an der Klemme halten und transportieren (Wärme und Klemme lösen/festziehen! entfällt) und während des Versuchs gibt es keinen zweiten Zwangspunkt (Glasbruch).

Der Versuch sollte in der Nähe des Lehrers aufgebaut werden.

Versuch 3 Wärme- durch Stofftransport

Und los geht's

Wie Du schon kennengelernt hast, speichert Wasser sehr gut Wärme und wird deshalb z.B. für die Kühlung von Motoren oder die Wohnungsheizung benutzt. Dabei wird die Wärme transportiert, in dem das Wasser selbst zusammen mit der Wärme transportiert wird. Im Auto wird das Wasser mit der Wasserpumpe umgewälzt, in der Heizung ist auch eine entsprechende Pumpe. Aber geht es auch ohne Pumpe?



Der Aufbau

Vor Dir auf dem Tisch findest Du ein Zirkulationsrohr. Sollte es noch Wasser enthalten, so musst Du es erst ins bereitstehende Gefäß entleeren.

! Achtung !: Das Wasser kann noch sehr heiß sein. Verwende dazu die bereitgelegten Handschuhe. Löse die Klemme vom Stativ und halte das Rohr mittels der Klemme.



Es wird mit Eiswasser bis zur Markierung gefüllt (Trichter) und dann wieder montiert.

Versuch

! Achtung ! Der Gasbrenner ist sehr heiß. Auch das erhitzte Rohr ist heiß und kühlt nur langsam ab! Beim Erhitzen darf das Eisennetz nicht glühen!

Das Kaliumpermanganat ist giftig und darf nicht gegessen werden! ☺

Fülle oben in die Rohröffnung eine kleine Menge Permanganat (aus dem Reagenzglas, gibt Dir Dein Lehrer). Jetzt zünde den Gasbrenner an (**wenn Du Dir unsicher bist, wie das geht und was zu beachten ist, frage bitte Deinen Lehrer**). Erhitze das Rohr an der im Bild gezeigten Stelle.

- Was beobachtest Du?
- Prüfe mit den Fingerspitzen vorsichtig, wie sich das Rohr erwärmt

Aufräumen

Ist der Gasbrenner aus? Lasse das Wasser im Glas. Es muss erst noch auskühlen.

Ich hoffe, es hat Dir Spaß gemacht! Jetzt zurück zum Lehrer und austragen.

Jetzt kannst Du die folgenden Fragen sicher beantworten.

Versuch 3 Wärme- durch Stofftransport

Wie ist das jetzt?

Beobachtung

- Beschreibe in kurzen Worten, was Du beobachtet hast

Das Wasser zirkuliert im Rohr.

- Hast Du eine Erklärung dafür?

Das heiße Wasser steigt auf (geringe Dichte),
das kalte Wasser strömt nach.

- Was müsste man tun, damit das Wasser schneller strömt?

stärker Erhitzen und oben stärker kühlen,
Rohre sonst isolieren

Anwendung

- Dieses Prinzip des Wärmetransportes wird bei der Warmwasserheizung angewendet. Welche Versuchsgegenstände entsprechen welchen Heizungsteilen?

Gasbrenner = Brenner der Heizung, Glasrohr
Rohr der Heizung und Heizkörper

- In einem Haus soll eine Gastherme (Warmwasserheizung, die das Wasser mit Gas erwärmt), eingebaut werden. Der Hauseigentümer entscheidet sich aus Kostengründen für das Dachgeschoss. Was könnte der Grund sein? (Tipp: Er gewinnt Wohnraum)

Er braucht keinen Kamin durch das ganze
Haus, jedes Stockwerk, bauen. Dafür nutzt er
eine stärkere Umwälzpumpe.

- Der Golfstrom, eine gigantische Meeresstrom, die von der Karibik bis nach Norwegen reicht, basiert auch auf diesem Prinzip. Eine Idee?

In der Karibik wird das Wasser durch die Sonne
erhitzt und strömt an der Oberfläche nach
Norden. Im Norden kühlt es ab, sinkt nach
unten und strömt in der Tiefe zurück.
(sehr vereinfacht ausgedrückt 😊)

Deine Frage für das Plenum:

Versuch 4 Wärmeleitung von Wasser

Versuch 4 Wärmeleitung von Wasser

Hinweise für die Lehrkraft

Aufbau und Material:

Für den Aufbau werden im Wesentlichen benötigt:



- Becherglas DURAN®, hohe Form, 1000 ml (Phywe 36008-00)
- Tauchsieder, 1000 W (Phywe 04020-93)
- Labor-Hebebühne (Phywe 02074-00)
- 2 Thermometer, -30...+110 °C/1 K (LD Didactic 382 21)
- Passendes Stativmaterial
- Temperatur-Schutzhandschuh (Phywe 46361-00)
- Gitter rund (aus Edelstahl Volierendraht 1,22m 6,4x6,4x0,8mm, Bauhaus)
- Eiswürfelbehälter mit Eiswürfeln, grob (Maschenweite Gitter)
- Wasser
- Pappe DIN-A4, Papiertücher (☺)

Sinnvoll ist es, die Lage des Tauchsieders, der Thermometer und des Gitters bereits mittels Stativmaterial festzulegen, damit gewährleistet ist, dass

- Der Tauchsieder stets mit Wasser bedeckt ist und die Verbrennungsgefahr minimiert ist.
- Die Thermometer in der richtigen Höhe platziert sind und nicht hantiert werden muss, während das Wasser kocht.
- Das Gitter in der Lage zum Thermometer fixiert ist

Versuch 4 Wärmeleitung von Wasser

Dieser Aufbau bietet gegenüber dem „klassischen Aufbau“ mit Reagenzglas den Vorteil, dass nicht mit offener Flamme hantiert werden muss und der Effekt sichtbarer ist.

Das Gitter sollte mit Abstand zum Tauchsieder befestigt werden, damit sich das Gitter nicht erwärmt.

Sicherheitshinweise:

Der Tauchsieder wird heiß ☺. Die elektrischen Anschlüsse müssen weit genug vom Wasser entfernt geführt werden. Auch sollten die Wege zum Entsorgen des heißen Wassers so kurz wie möglich organisiert werden.

Versuch 4 Wärmeleitung von Wasser

Und los geht's

Wasser ist ein ganz besonderer Stoff. Jeder Mensch besteht aus ca. 65% Wasser, je nach Alter und Geschlecht etwas unterschiedlich. Die Erdoberfläche ist zu 71% mit Wasser bedeckt. Wie Du schon kennengelernt hast, speichert Wasser sehr gut Wärme und wird deshalb z.B. für die Kühlung von Motoren oder die Wohnungsheizung benutzt. Dabei wird die Wärme transportiert, in dem das Wasser selbst zusammen mit der Wärme transportiert wird. Aber leitet Wasser die Wärme auch, ohne das es sich bewegt, wie zum Beispiel Metalle? Die Antwort auf diese Frage erklärt viele Alltagsfragen wie z.B.: Warum ist an manchen Tagen das Wasser im Badesee oben schön warm und unten erbärmlich kalt und an anderen Tagen ist der Unterschied viel kleiner (ist dann überall kalt ☺)?



Der Aufbau

Vor Dir auf dem Tisch findest Du ein Becherglas auf einem Podest. Sollte es noch Wasser enthalten, so musst Du es erst leeren. **Ist der Netzschalter ausgeschaltet?**

! Achtung !: Das Wasser kann noch sehr heiß sein. Verwende dazu die bereitgelegten Handschuhe.

Es wird mit Eiswasser komplett gefüllt, zunächst ohne Eisstückchen.

Versuch 1

Gib ca. 3-4 grobe Eiswürfel hinein.

- Sie schwimmen! Warum?

Nimm nun das Glas und bringe es in die oben gezeigte Position (das Podest seitlich wegziehen und das Becherglas von unten über das Gitter schieben).

Versuch 2

! Achtung !: Der Tauchsieder und das Wasser werden sehr heiß. Kein Wasser im Bereich des Steckers!

Schalte nun den Tauchsieder ein.

- Beobachte, wie sich die Temperatur der beiden Thermometer verändert.
- Wenn das Wasser kocht, kannst Du abschalten

Aufräumen

Ist der Netzschalter aus? Lasse das Wasser im Glas. Es muss erst noch auskühlen.

Ich hoffe, es hat Dir Spaß gemacht! Jetzt zurück zum Lehrer und austragen.

Jetzt kannst Du die folgenden Fragen sicher beantworten.

Versuch 4 Wärmeleitung von Wasser

Wie ist das jetzt?

Beobachtung

- Beschreibe in kurzen Worten, was Du beobachtet hast

Das Eis ist direkt unter dem kochenden Wasser, oben ca. 100°C , unten ca. 10°C .

- Hast Du eine Erklärung dafür?

Wasser leitet die Wärme sehr schlecht. Ohne Vermischung bleibt die Wärme am Ort.

- Warum klappt der Versuch nicht, wenn die Eiswürfel oben sind und das Wasser von unten erhitzt wird

Das warme Wasser steigt nach oben, die Eiswürfel schmelzen, das kalte Wasser sinkt nach unten => Vermischung

Zurück zum Badensee

- Wenn das Oberflächenwasser trotz Sonnenschein abgekühlt ist, hat jemand rumgerührt! Der Bademeister?

Wind kann eine Ursache sein, dass das Wasser durchmischt wird (im Baggersee auch strömendes Grundwasser)

- Die meisten Taucheranzüge sind sogenannte Nassanzüge. In das Neopren dringt Wasser ein und wird dort festgehalten. Warum friert man damit im Wasser wesentlich weniger?

Das Wasser kann nicht weg (keine Vermischung), es leitet Wärme sehr schlecht => der Körper bleibt warm.

Deine Frage für das Plenum:

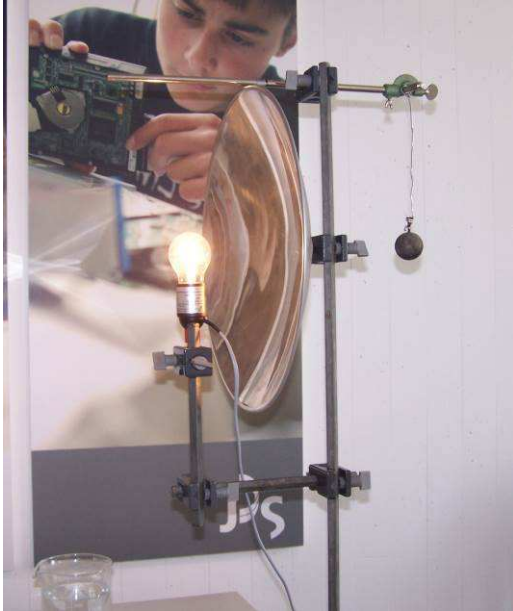
Versuch 5 Wärmestrahlung

Versuch 5 Wärmestrahlung

Hinweise für die Lehrkraft

Aufbau und Material:

Für den Aufbau werden im Wesentlichen benötigt:



- Parabolspiegel, 1 Paar (Phywe 04540-00, LD Didactic 389 241 oder ähnliches)
- Passendes Stativmaterial
- Lampe (Glühlampe oder Halogenlampe klar) und passendes Netzgerät
(Phywe 06175-00 Lampenfassung E 14, auf Stiel; LD Didactic 450 521 Glühlampe 12 V/30 W, E14, Phywe 13500-93 Netzgerät, universal)
- Kugel mit Ring (nach Gravesand) (LD Didactic 381 01); hiervon nur die Kugel
- Kartuschenbrenner mit Kartusche (LD Didactic 666 714)
- Becherglas DURAN®, niedrige Form, 1000 ml (Phywe 36017-00)
- Temperatur-Schutzhandschuh (Phywe 46361-00)
- Einfache Stoppuhr
- Pappe DIN-A4, transparentes Seidenpapier ca. DIN-A5, Papiertücher (☺)

Die Maße für den Aufbau sind von den Brennweiten der Spiegel abhängig. Bitte entnehmen diese den Gebrauchsanleitungen der Hersteller. Als Abstand zwischen den Spiegeln hat sich ca. 1 m bewährt. Die Kugel sollte bereits zu Versuchsbeginn im Wasser liegen. Auf eine Sicherung der Kugel nach dem Einhängen vor dem Spiegel ist dringend zu achten, damit die Kugel im heißen Zustand nicht unkontrolliert bewegt wird.

Versuch 5 Wärmestrahlung

Sicherheitshinweise:

Durch das Erhitzen mit dem Gasbrenner wird die Kugel sehr heiß. Deshalb sind die Schüler anzuweisen, mit der Kugel ausschließlich im kalten Zustand zu hantieren. Dazu wird die Kugel im Wasserbad abgekühlt. Die Kugel sollte hierbei das Glas nicht berühren. Der Versuch sollte in der Nähe des Lehrers aufgebaut werden.

Versuch 5 Wärmestrahlung

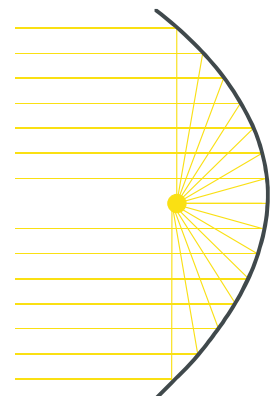
Und los geht's

Wärmestrahlung, auch Infrarot- oder kurz IR-Strahlung, verhält sich wie Licht, aber man kann sie nicht sehen, nur spüren. Eine Vielzahl von technischen Geräten verwendet IR wie zum Beispiel die meisten Fernbedienungen (remote control ☺), Wärmebildkameras, einige Fieberthermometer, ... Jeder Körper strahlt sie ab und jeder Körper nimmt sie auf, mal mehr, mal weniger. Sie transportiert Energie und Wärme. Sie liefert die Erklärung für viele Erscheinungen/Phänomene in Deiner Umwelt, die sonst nicht zu verstehen sind: „Warum wärmt ein Lagerfeuer, obwohl die Luft zwischen Dir und dem Feuer kalt bleibt?“, „Warum gefrieren Frontscheiben von Autos schneller als die Seitenfenster, und das bei Lufttemperaturen über 0°C?“, ... Das folgende Experiment hilft Dir, die Wärmestrahlung besser zu verstehen.



Der Aufbau

In der Skizze siehst Du einen Hohlspiegel. Diese Spiegel reflektieren alles Licht, das parallel zu ihrer Achse einfällt, in den Brennpunkt (bündeln oder fokussieren). Umgedreht wird alles Licht, dass vom Brennpunkt kommt, parallel abgestrahlt. Stellt man 2 gleiche Spiegel gegenüber, so wird deswegen das Licht vom Brennpunkt des Spiegels 1 in den Brennpunkt des Spiegels 2 geleitet.



Versuch 1

! Achtung !: Nicht länger direkt in die Lampe schauen

Schalte die Lampe über das Netzgerät ein.

- Prüfe mit einem Blatt Papier, welchen Weg das Licht auf dem Weg zum anderen Hohlspiegel nimmt.
Welchen Weg nimmt das Licht direkt von der Lampe?
Welchen Weg nimmt das reflektierte Licht?
- Suche den Brennpunkt des Spiegels 2.
Aus welcher Richtung kommt das meiste Licht?
- Verdecke mit der Pappe Teile des Lichtweges.
Was ändert sich am Brennpunkt?
-



Schalte die Lampe ab, montiere sie wie im Bild gezeigt ab und lege sie auf den vorgesehenen Platz.

Versuch 5 Wärmestrahlung

Versuch 2

! Achtung !: Der Gasbrenner ist sehr heiß. Auch die erhitzte Kugel ist extrem heiß und kühlt nur langsam ab!

Handschuhe benutzen

Die Lampe wird jetzt durch die Stahlkugel ersetzt. Sie wird hierzu oben eingehängt und **mit der Feststellschraube gesichert!** (Position beachten) Anschließend den Gasbrenner anzünden (**wenn Du Dir unsicher bist, wie das geht und was zu beachten ist, frage**

bitte Deinen Lehrer). Erhitze die Kugel ca. 2 min von unten, schalte den Gasbrenner ab und stelle ihn zurück auf seinen Platz.

- Prüfe mit dem Handrücken in der Nähe der Kugel, ob Du die Strahlung spüren kannst (Nähe heißt nicht DRAN)
- Bewege Deine Hand weiter weg und wieder näher dran. Was bemerkst Du?
- Prüfe nun das Gebiet in der Nähe des Brennpunktes des 2. Spiegels. Kannst Du die Strahlung spüren? Aus welcher Richtung kommt sie?
-
- Nimm das Becherglas mit Wasser und kühle die Kugel min. 2 min ab. ! Achtung ! Nicht erschrecken, es zischt und dampft Spürst Du die Strahlung immer noch?



Aufräumen

Montiere die Kugel und die Lampe wieder auf den alten Platz. Achte dabei auf die Markierungen auf den Stangen für die richtige Position. Stelle alles wieder zurück an seinen Platz, auch die Lampe.

Ich hoffe, es hat Dir Spaß gemacht! Jetzt zurück zum Lehrer und austragen.

Jetzt kannst Du die folgenden Fragen sicher beantworten.

Versuch 5 Wärmestrahlung

Wie ist das jetzt?

Beobachtung

- Beschreibe in kurzen Worten, was Du beobachtet hast

Das Licht sammelt sich im Brennpunkt des zweiten Spiegels. Es kommt aus Richtung des Spiegels. Mit der heißen Kugel wird es dort auch warm.

- Hast Du eine Erklärung dafür?

Die Kugel strahlt Wärmestrahlung (Infrarot-, IR-Licht) ab. Es verhält sich wie „normales“ Licht und wird im Brennpunkt gesammelt.

- Im Text steht, dass jeder Körper, jeder Gegenstand, Wärmestrahlung aussendet. Warum nimmt man für das Experiment die Kugel?

Die Kugel kann viel heißer gemacht werden und strahlt deshalb stärker ab.

- Ohne Hohlspiegel: Warum spürt man die Wärmestrahlung immer weniger, je weiter man von der Kugel entfernt ist?

Die Strahlung verteilt sich im Raum (Kugel). Die Energiedichte nimmt ab.

Technik und Überleben

- Wärmebildkameras fangen Wärmestrahlung auf wie eine normale Videokamera sichtbares Licht auffängt. Schon ein altes Sprichwort sagt: „Im Wald da sind die Räuuuber“. Mit der Kamera findet man sie im Winter besonders leicht ☺. Warum?

Sie „leuchten“ wesentlich stärker im Vergleich zu ihrer kalten Umgebung. Sie sind „heller“ => starker Kontrast.

Versuch 5 Wärmestrahlung

- Rettungsdecken haben 2 Seiten: eine stark reflektierende, silberne und eine goldschimmernde Seite. Um einen Menschen vor dem Auskühlen zu schützen, packt man ihn in die Folie ein. Welche Seite ist innen?

Die silberne Seite nach innen => die Wärmestrahlung des Körpers wird zurück reflektiert
⇒ der Körper bleibt warm (obwohl die Folie sehr dünn ist und deshalb in jedem Erste-Hilfe-Kasten drin ist).

- Es gibt keine „Kältestrahlung“. Trotzdem hat jeder schon mal die Erfahrung gemacht, dass es, besonders an kalten und klaren Winternächten, „vom Fenster her kalt herkommt“. Kannst Du das erklären? (Löst auch das Autoscheibengefrierthema ☺)

Der Körper strahlt Wärme ab. Auch die warmen Raumgegenstände strahlen Wärme ab.
⇒ abgegebene und erhaltene Strahlung sind ähnlich stark. Die Gegenstände außen, besonders der Nachthimmel, sind kalt und strahlen nur wenig. In diese Richtung gibt der Körper Wärme ab und es fühlt sich kalt an.
(Nachthimmel Weltall Temperatur -269°C , 4K)

Deine Frage für das Plenum:

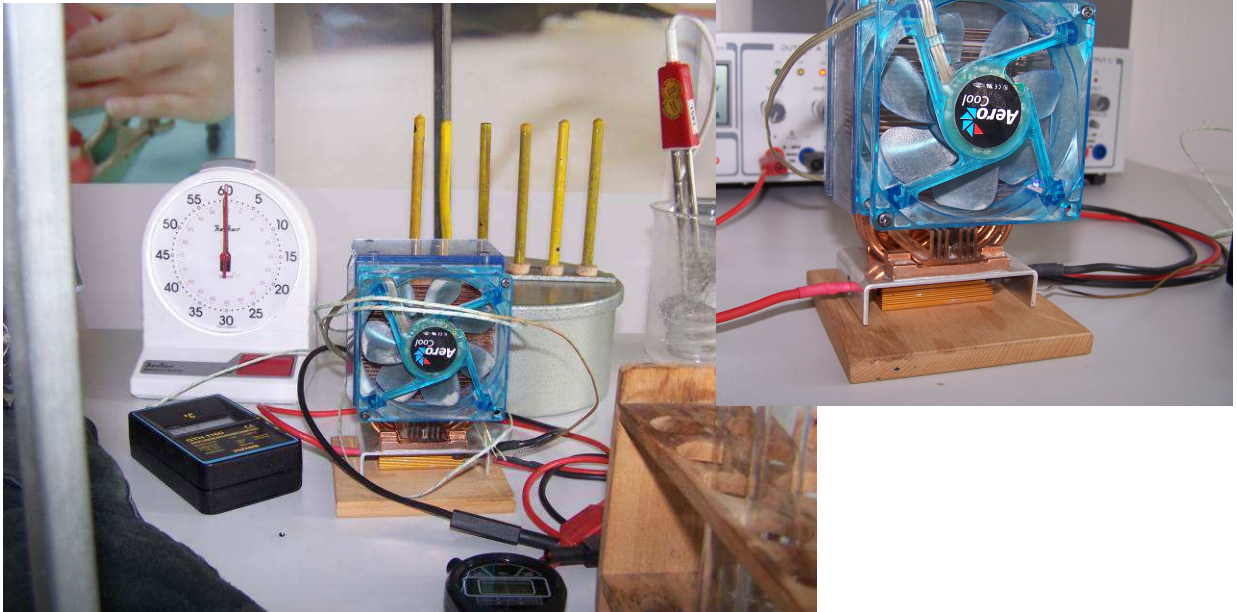
Versuch 6 Und alles zusammen: PC-Kühler

Versuch 6 Und alles zusammen: PC-Kühler

Hinweise für die Lehrkraft

Aufbau und Material:

Für den Aufbau werden im Wesentlichen benötigt:



- PC-Kühler mit Heatpipe und Lüfter (aus altem PC oder web)
- Kupfer- oder Aluminiumplatte, ca. 60x150 mm²
- Heizwiderstände, z.B. Conrad Electronic, Artikel 421634, 50 W Hochlast-Drahtwid., 5.1 Ω
- Wärmeleitpaste
- Befestigungsschrauben
- Labornetzgerät mit 2 regelbaren Ausgängen,
- Elektronisches Thermometer mit Thermoelement

Leider habe ich einen fertigen Aufbau nicht käuflich gefunden. Die Komponenten werden mechanisch miteinander verbunden. Zwischen den Heizwiderstand, der Platte und den Kühlkörper sollte Wärmeleitpaste angebracht werden.

Dieser Versuch kommt dem Schüleralltag schon relativ nahe. Er beinhaltet die Prinzipien der anderen Versuche in, z.T. versteckter Form. Mit der Heatpipe bietet er ein erweitertes Prinzip zur Konvektion, dass als Anreiz für die interessierten Schüler dienen kann, sich tiefer mit dieser Materie zu beschäftigen.

Auch die Temperaturmessmethode ist eine Möglichkeit zur Vertiefung durch einzelne Schüler.

Versuch 6 Und alles zusammen: PC-Kühler

Da die Attraktivität des Versuchs weit über den anderen Versuchen liegt, ist er als „Belohnung und Anreiz“ gedacht und es darf sich erst nach 3 anderen Versuchen „darauf beworben werden“. Dies ist auch sinnvoll, da er das Verstehen der anderen Prinzipien voraussetzt.

Sicherheitshinweise:

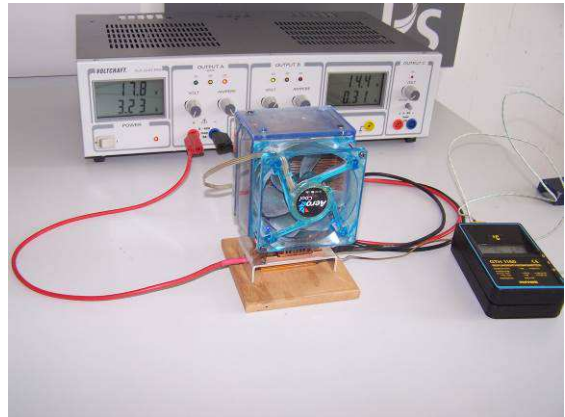
Die Kupferplatte ist ohne aktive Kühlung und bei voller Leistung sehr heiß. Die Leistung muss vom Aufbau her schon begrenzt sein (evt. Vorwiderstände), um eine Überhitzung der Widerstände zu vermeiden. Beim Gebrauch der Wärmeleitpaste bitte die entsprechenden Sicherheitshinweise des Herstellers beachten. Ein Gebrauch durch die Schüler im Unterricht ist abzulehnen.

Auch die Lüfterspannung sollte auf maximal 12V begrenzt sein. CPU-Lüfter sind normalerweise so ausgelegt, dass sie auch ohne Schutzgitter betrieben werden können. Dies ist vor der Verwendung zu überprüfen.

Versuch 6 Und alles zusammen: PC-Kühler

Und los geht's

Hast Du schon mal in das Gehäuse Deines Rechners geschaut? Dann solltest Du so einen Kühler oder etwas Ähnliches gesehen haben. Game-Fanatiker sowieso: Es gibt Foren ohne Ende, wie man durch Overclocking der CPU das letzte Quäntchen Leistung aus der Kiste presst. Und sie dabei endgültig ruiniert, wenn man nicht aufpasst (eine Garantie ist dann sowieso verwirkt). Eines der Probleme ist, dass der Prozessor (CPU) desto heißer wird, je stärker er gefordert wird und das wird er bei Grafikintensiven Spielen in jedem Fall. Und je heißer der Prozessor wird, desto schneller „stirbt“ er, ganz ohne Kühlung schon in ein paar Sekunden.



Also kühlen, kühlen, kühlen,

Aber wie? Was ist der beste Kühler? Wie unterscheiden die sich (außer im Preis ☺)? Wasserkühlung? Heatpipe? Wärmeleitpaste?

Das Prinzip kannst Du hier lernen. Und es ist alles drin, was Du schon in den anderen Versuchen gelernt hast. Mindestens.

Der Aufbau

Statt der CPU wird im Versuch eine elektrisch heizbare Kupferplatte verwendet. Die Heizleistung kannst Du regeln (zwischen Textverarbeitung und Gamer-Modus). Die Temperatur wird über ein Thermoelement gemessen. Auf der Platte ist ein Original-CPU-Kühler montiert. Wenn Du genau hinschaust, ist zwischen der Platte und dem Kühler ein Wärmeleit-Pad geklebt. Das Unterteil des Lüfters besteht auch aus eine Platte. Die ist mit Röhren, sogenannten Heatpipes, mit vielen und großen Kühlrippen verbunden. Ein Lüfter, den Du regeln kannst, bläst mehr oder weniger Luft durch die Kühlrippen.

Versuch 6 Und alles zusammen: PC-Kühler

Versuch 1

*! Achtung !: Die Temperatur der Platte darf 150°C nicht überschreiten. Sonst ist die CPU kaputt!
Und Deine Finger auch, wenn Du hin langst!*

Schalte das Thermometer und das Netzgerät ein. Versorge die CPU mit einer Leistung von 20W (e-mail Modus, ...). Die Leistung von 20W hast Du dann eingestellt, wenn das Produkt aus dem Stromwert in [A] und dem Spannungswert in [V] 20 ergibt (das Bild zeigt $9,5V \cdot 1,71A \sim 16W$, also zu wenig ☺)



- Beobachte die CPU-Temperatur. Wie schnell steigt sie an? Wird der Kühler schon warm? Wo ist die Wärme schon angekommen
- Warte noch eine Weile. Was kannst Du über den Temperaturanstieg sagen?

Versuch 2

Jetzt wird es ernst: Gaming-Modus

- Erhöhe die Leistung auf 50W
Beobachte den Temperaturanstieg.
Achtung: CPU nicht zerstören!
- Versorge den Lüfter mit 6V.
Beobachte die Temperatur und fühle, wie die Wärme abgeführt wird.
- Erhöhe die Lüfterspannung bis auf **maximal** 14V.
Stelle die Lüfterspannung so ein, dass die CPU 60°C heiß ist.
Was stellst Du fest?
- Schalte jetzt gleichzeitig Lüfter und CPU aus. Stelle hierfür die Regler für beide Spannungen auf 0V zurück
Beobachte die Temperatur der CPU.



Aufräumen

Sind beide Regler auf 0V zurückgestellt. Schalte das Netzgerät und das Thermometer ab.

Ich hoffe, es hat Dir Spaß gemacht! Jetzt zurück zum Lehrer und austragen.

Jetzt kannst Du die folgenden Fragen sicher beantworten.

Versuch 6 Und alles zusammen: PC-Kühler

Wie ist das jetzt?

Beobachtung

- Beschreibe in kurzen Worten, welchen Weg die Wärme der CPU nimmt.

Über die Wärmeleitpaste zur Grundplatte, von dort über die Rohre zu den Kupferlamellen, von den Kupferlamellen an die Luft.

- Welche verschiedenen Wärmetransportarten sind beteiligt?

Wärmeleitung Metall-Metall, Konvektion Gas-Flüssigkeit, Metall-Gas, Wärmestrahlung

- Der Temperaturanstieg bei 20W sollte sich nach einer Weile verlangsamt haben. Kannst Du das erklären?

Die Lamellen sind heiß und strahlen die Wärme ab, auch die Luft zirkuliert durch Erwärmung und nimmt Wärme mit.

- Warum verringert sich die Temperatur, wenn der Lüfter läuft?

Die Luft an den Lamellen wird sehr schnell durch kalte Luft ausgetauscht. Obwohl Luft schlecht Wärme leitet, nimmt sie so Wärme mit (kein „Stau“ an der Lamelle)

- Weshalb hat der Kühler oben so viele und große Lamellen aus Kupfer?

Der Wärmeübergang von Kupfer nach Luft ist schlecht (Luft ist ein schlechter Wärmeleiter) über die große Fläche wird dies ausgeglichen.

Technik

- Zwischen der CPU und dem Kühler ist eine dünne Schicht Wärmeleitpaste aufgetragen. Manche Hersteller werben damit, dass die Paste Silber enthält. Sie muss möglichst dünn, aber ohne Luftblasen aufgebracht werden. Warum?

Die Silber-Teilchen leiten die Wärme sehr gut, Luft leitet extrem schlecht, je dünner die Schicht, desto besser die Leitung.

Versuch 6 Und alles zusammen: PC-Kühler

- Heatpipes sind hohle Röhren, die mit einer Flüssigkeit gefüllt sind. Auf der heißen Seite verdampft die Flüssigkeit und nimmt dadurch viel Wärme auf. Auf der kalten Seite kondensiert der Dampf und gibt die Wärme wieder ab. Die Flüssigkeit läuft an den Rohrwänden in Kapillaren wieder zurück. Dadurch entsteht ein Kreislauf. Die Wärmeleitung von Heatpipes ist bis zu 1000-mal größer als von Kupfer. Was ist die Funktion der Heatpipes bei diesem Kühler?

Die Wärme von der kleinen Kupfer-Grundplatte bei möglichst kleinem Temperaturunterschied zu den Lamellen transportieren.

- Wie müsste ein Kühler aussehen, um die Temperatur der CPU noch weiter zu senken (bzw. um noch „heißere“ Spiele darauf spielen zu können 😊)

mehr Lamellen, größerer Lüfter.

Wasserkühler: Wärme erst an Wasser abgeben, nach außen transportieren, über sehr großen Wärmetauscher (mit Lüfter) an die Luft abgeben

Deine Frage für das Plenum:

Eure Fragen

Frage 1

Frage 2

Frage 3

Frage 4

Frage 5

Frage 6

Frage 7

Frage 8

Frage 9

Frage 10

Laborwagen

Laborwagen

