

möglich ist, ist es nötig, den in Webcams ebenfalls eingebauten Infrarotfilter auszubauen und so eine Kameraleistung zu erzielen, die nicht nur den sichtbaren Teil des elektromagnetischen Spektrums, sondern auch den infraroten detektieren kann.



Abbildung 12: Webcam CREATIVE Live! Cam
Chat HD

Erste Herausforderung war es also, eine Webcam zu finden, deren Umbau möglichst leicht realisierbar ist und die kostengünstig erworben werden kann.

Nach den Fehlversuchen, bei denen einerseits die Optik der gekauften Webcam beim Ausbau des Filters zu stark beschädigt wurde und andererseits sich ein Webcamtyp als für den Umbau ungeeignet herausstellte, stieß man auf das Modell CREATIVE Live! Cam Chat HD (siehe Abbildung 12) als Geeignetes. Dieses Modell hat den Vorteil, dass man es relativ leicht öffnen und damit in das Innere gelangen kann. Außerdem ist der Infrarotfilter, den es zu entfernen gilt, gut erkennbar, da dieser aus rotem Glas besteht. Bei anderen geöffneten Webcams war



Abbildung 13: Zerlegen des Gehäuses
der Webcam

der Filter nicht so eindeutig identifizierbar. Als nachteilig erwies sich, dass die Optik des Objektivs sich dicht am Filter befindet und diese so leicht beim Entfernen des Filters beschädigt werden kann, weshalb mit Vorsicht beim Umbau vorzugehen ist.

Im Folgenden möchte ich die Schritte des Umbaus und damit des Ausbaus des Filters bei dieser Webcam genauer beschreiben.

Als erstes muss man die Webcam mit einem Schraubenzieher öffnen und damit zerlegen. Dazu versucht man vorsichtig, aber doch mit etwas Kraft, am Rand der beiden Gehäusenhälften den Spalt zu weiten, bis das Gehäuse auseinanderspringt und die Platine freiliegt (siehe Abbildungen 13, 14, 15).

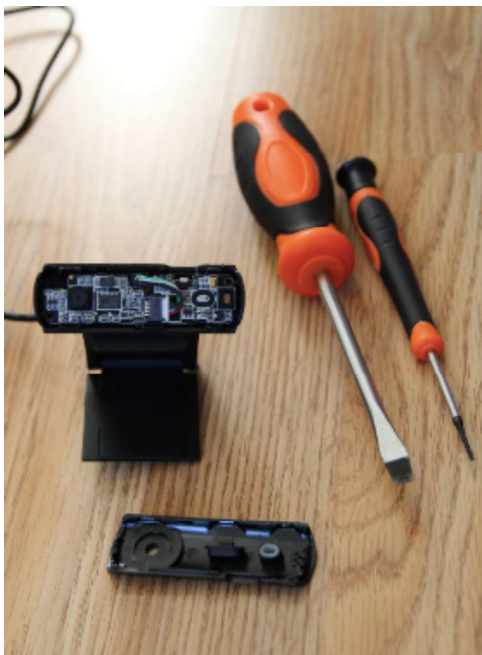


Abbildung 14: zerlegte
Webcam



Abbildung 15: Inneres der Webcam mit
Aufsatz

Man erkennt an der Platine nun einen Aufsatz, der über dem CMOS-Chip sitzt und aus dem Infrarotfilter und der Glasoptik besteht. Der schematische Aufbau dieses Aufsatzes ist in Abbildung 16 zu sehen. Wo der Aufsatz genau auf der Platine zu finden ist, ist in Abbildung 17 durch einen Pfeil markiert.

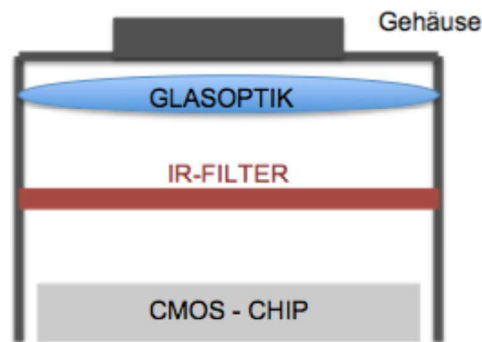


Abbildung 16: Schematischer Aufbau des Aufsatzes auf der Platine

Anschließend entfernt man diesen Aufsatz, der auf der Platine angeklebt ist, ganz vorsichtig mit einem Schraubenzieher (siehe Abbildung 17). Dabei muss man besonders Acht geben, den darunterliegenden CMOS-Chip nicht zu beschädigen, da ansonsten die Bildqualität der Kamera stark abnimmt.

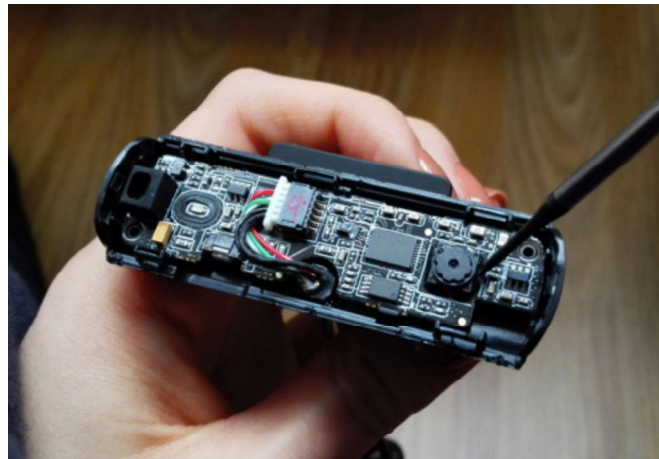


Abbildung 17: Entfernung des Aufsatzes

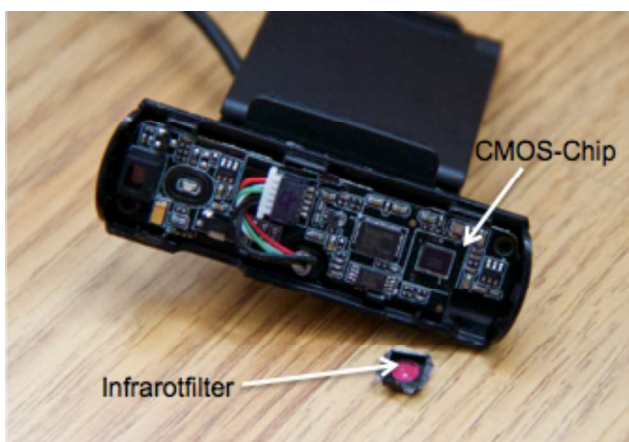


Abbildung 18: Entfernter Aufsatz mit Infrarotfilter



Abbildung 19: Entfernter Aufsatz ohne Infrarotfilter

Hat man den Aufsatz von der Platine abgelöst (siehe Abbildung 18), erkennt man den Infrarotfilter als rotes Glas. Dieser wird nun sehr vorsichtig entfernt. Dazu schlägt man diesen ganz leicht mit dem Schraubenzieher und einem Hammer am Rand an und versucht den Rest durch Absplittern und leichtem Abkratzen zu beseitigen. Dieser Schritt sollte sehr vorsichtig durchgeführt werden, um weder etwas von der Glasoptik noch den CMOS-Chip selbst zu beschädigen. Hat man den rot schimmernden Filter dann, wie in Abbildung 19 zu sehen, restlos weg bekommen, kann man den Aufsatz mit herkömmlichem Klebstoff wieder an seinen Platz kleben und die beiden Gehäusehälften wieder zusammendrücken. Damit ist die Webcam als Infrarotkamera einsetzbar.

Im nächsten Schritt wurde eine Infrarotquelle gesucht, die von der Webcam in guter Qualität detektiert werden kann. Nach Recherche im Internet wurde der Infrarotemitter Kingbright BL0106-15-28 (siehe Abbildung 20) ausgewählt. Das Datenblatt zu diesem Bauteil befindet sich im Anhang (siehe Anhang 1). Dieser kann mit einem Netzteil (Steckernetzteil, einstellbar Goobay 67951) betrieben werden. Dazu müssen die beiden Bauteile miteinander verbunden werden.

Das Netzgerät wird auf eine Spannung von 6 V eingestellt, um den Emitter betreiben zu können (siehe Abbildung 21).

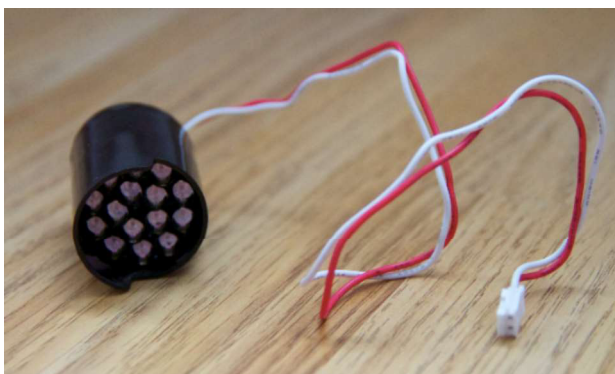


Abbildung 20: Infrarot-Emitter Kingbright
BL0106-15-28



Abbildung 21: Netzgerät für
den Infrarot-Emitter

Das Bindungsstück am Ende der beiden Kabel des Emitters wird dann abgetrennt (siehe Abbildung 22) und die Ummantelung der Kabel ein Stück weit mit einer Schere entfernt und so die Drähte bloßgelegt (siehe Abbildungen 23, 24, 25). Die beiden abisolierten Drahtbündel werden dann geknickt und zusammengefasst, um die Enden stabiler und dicker zu machen (siehe Abbildung 26).

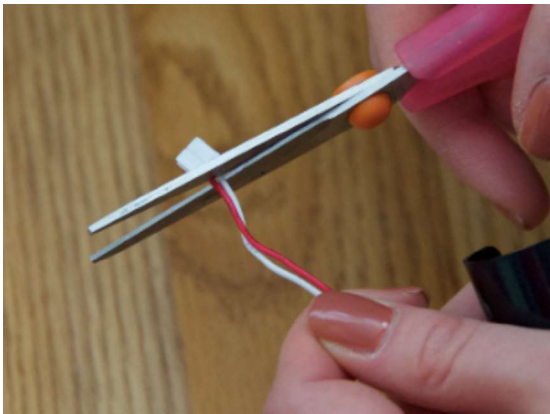


Abbildung 22: Abtrennung des Bindungsstückes

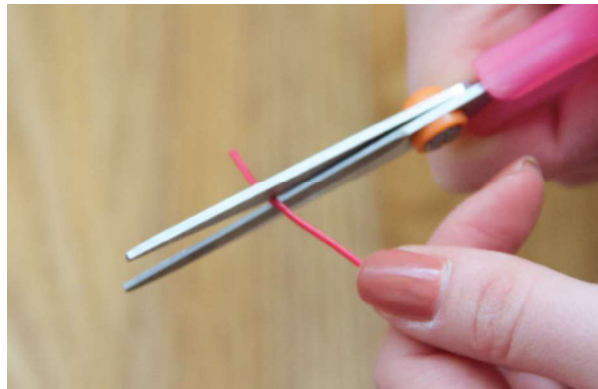


Abbildung 23: Entfernung der Ummantelung der Drähte

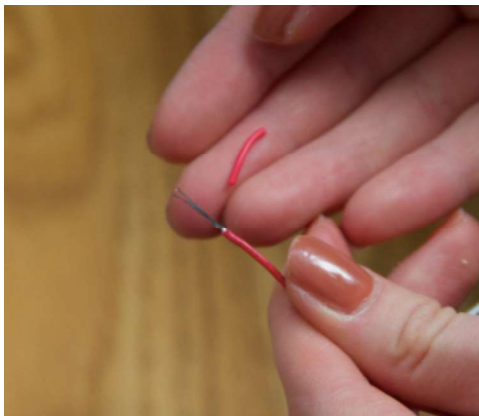


Abbildung 24: Abgetrennte Ummantelung

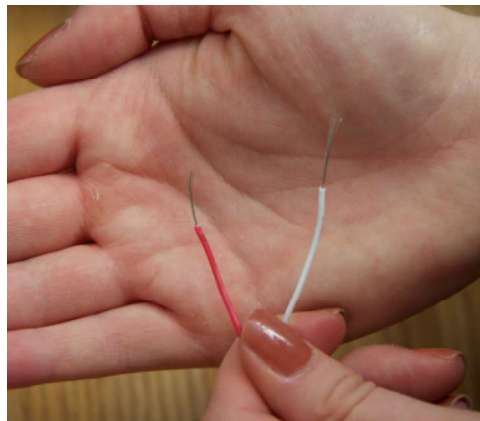


Abbildung 25: Abisolierte Drahtbündel

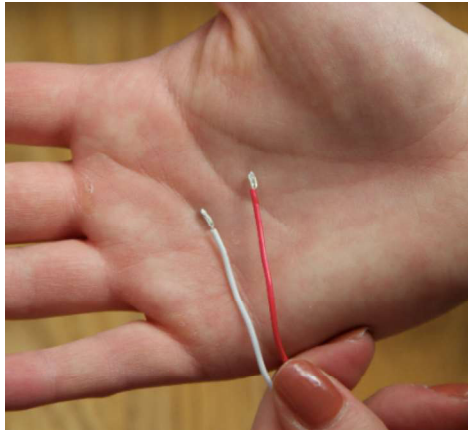


Abbildung 26: Zusammengefaltete Drahtbündel

Die blanken, gebündelten Enden werden dann mit dem Netzgerät verbunden und dazu in die beiden Löcher des Netzteiles gesteckt (siehe Abbildung 27, 28).



Abbildung 27, 28: Verbindung des Infrarotemitters mit dem Netzteil

Wichtig dabei ist es, dass der Emitter richtig gepolt verbunden wird. Daher sollte man den Emitter vorher testen, bevor man die Kabel, wie in den Abbildungen 29 und 30 gezeigt, mit Klebeband endgültig fest am Netzgerät fixiert.



Abbildung 29: Fixierung der Kabel
des Emitters durch Klebeband

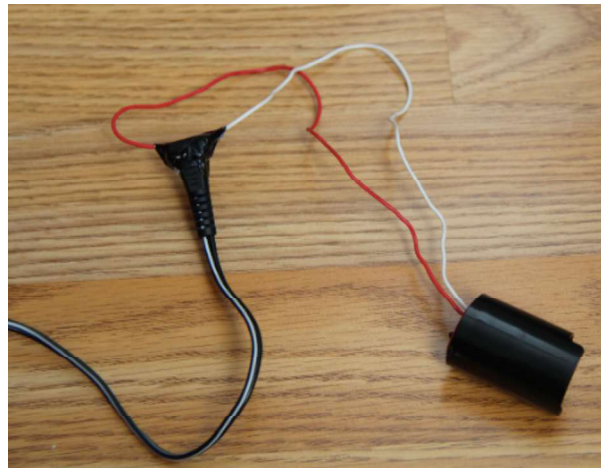
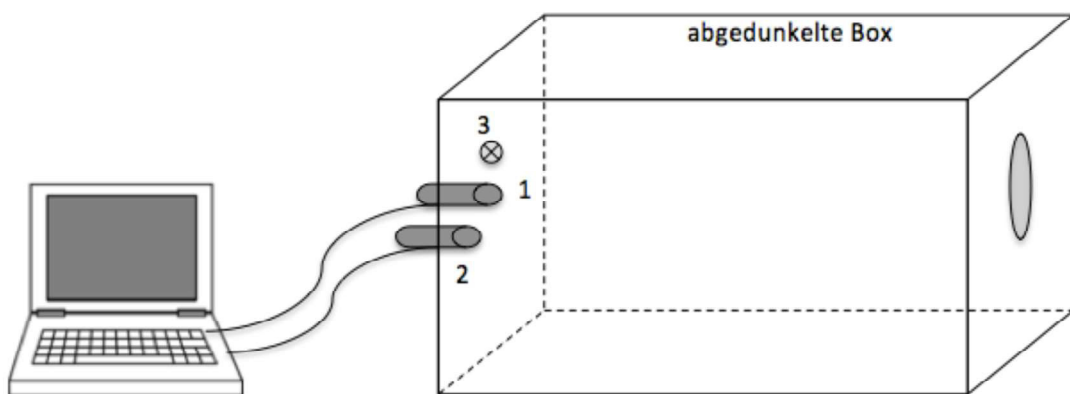


Abbildung 30: Fertiger Infrarotemitter
mit Netzgerät

Die umgebaute Webcam wurde dann, wie in der Skizze in Abbildung 31 zu sehen ist, zuerst in die Versuchsanordnung und damit in eine Box integriert. Dazu wurde ein Loch in die Box gemacht und die Kamera, ausgerichtet in das Innere der Box, in dieses mit Klebeband fixiert. Weiters wurde eine nicht umgebaute Webcam auf gleicher Höhe auf die gleiche Weise befestigt (siehe Abbildung 32). In der Mitte darüber wurde ein Loch für den Infrarot-Emitter eingebracht. Dieses ist mit einer Klappe aus Karton, die ebenfalls mit einfachem Klebeband angeklebt ist, verschließbar. Auf der gegenüberliegenden Seite befindet sich ebenfalls ein größeres Loch mit Klappe, um eine Hand in das Innere der Box stecken zu können. In Abbildung 32 ist dieses zu sehen. Die Klappen dienen jeweils dazu, die Box vollständig abdunkeln zu können.

Die Box kann entweder mit gekauften Kartonschachteln angefertigt werden oder auch mit Schuhkartons, die oft gratis beschafft werden können. So spart man Kosten und man kann die Box auch in einer kleineren und damit handlicheren Größe bauen. Eine Box aus einem Schuhkarton gebaut, ist in Abbildung 34 und 35 dargestellt. In Abbildung 36 sind dann zwei fertige Boxen in unterschiedlicher Größe zu sehen, wo auch die Größenverhältnisse gut ersichtlich sind.



- 1 Webcam ohne Infrarotfilter
- 2 Webcam mit Infrarotfilter
- 3 Öffnung, in die der Infrarot-Emitter gesteckt wird

Abbildung 31: Skizze des Designs der Box

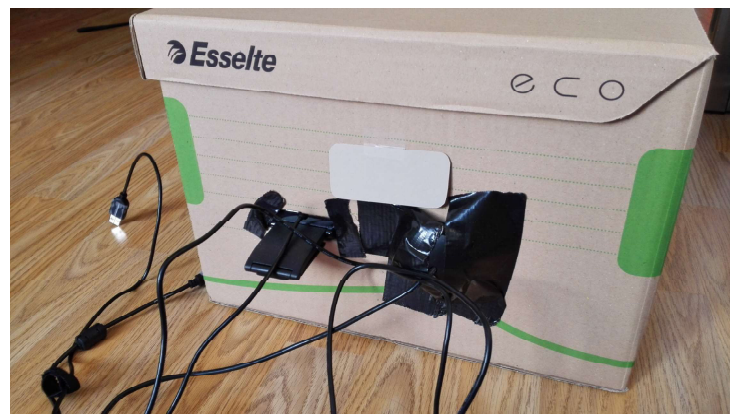


Abbildung 32: mit Klebeband befestigte Webcams



Abbildung 33: Loch für die Hand mit Klappe



Abbildung 34, 35: Box aus
einem Schuhkarton



Abbildung 36: fertige Boxen

Angeschlossen werden die beiden Webcams dann jeweils an einen USB-Eingang eines Laptops. Um beide Aufnahmen der Kameras gleichzeitig am Laptop sehen zu können, hat sich das Programm „VLC Player“ als praktisch erwiesen, da bei

diesem zwei Fenster gleichzeitig geöffnet werden können. Beim geöffneten Fenster wählt man unter dem Menüpunkt „Medien“ den Punkt „Aufnahmegerät öffnen...“ aus, wie in Abbildung 37 abgebildet ist. Dort kann man bei der Geräteauswahl unter „Video-Gerätename“ die jeweilige Webcam auswählen (siehe Abbildung 38). Die Audioaufnahme wird, wie in Abbildung 39 zu sehen ist, auf „NONE“ gestellt, um den Ton zu deaktivieren. Klickt man dann unten rechts im Fenster auf „Wiedergabe“ so erscheint die Aufnahme der jeweiligen Webcam. Es ist zu erwähnen, dass das Bild häufig erst nach ein paar Sekunden Wartezeit erscheint. Die beiden Fenster des VLC-Players können dann nebeneinander gestellt werden und so beide Aufnahmen gleichzeitig während des Experimentierens betrachtet werden.

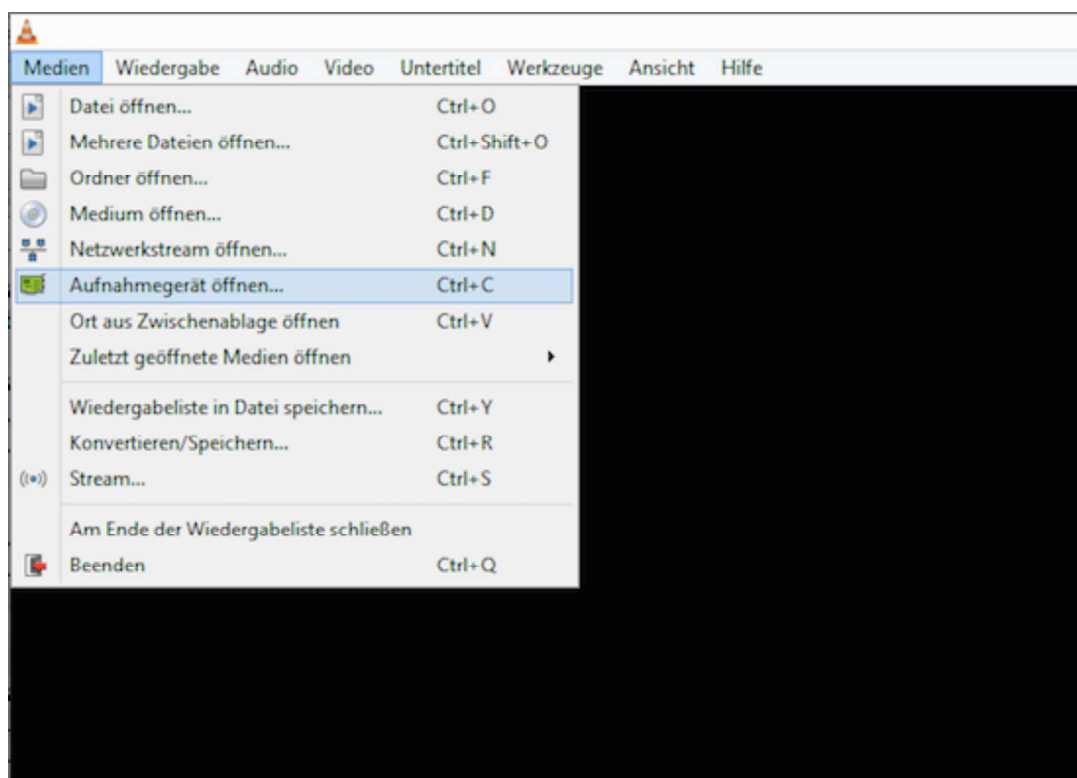


Abbildung 37: Menüpunkt „Aufnahmegerät öffnen...“ unter der Kategorie „Medien“ des VLC-Players

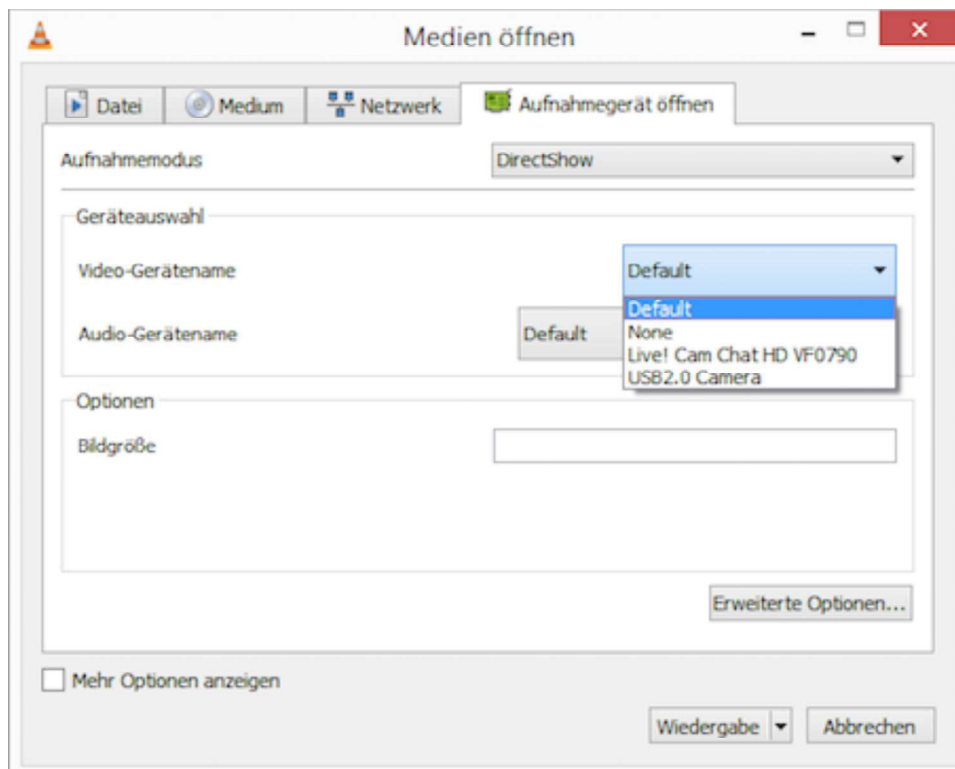


Abbildung 38: Auswahl der jeweiligen Webcam

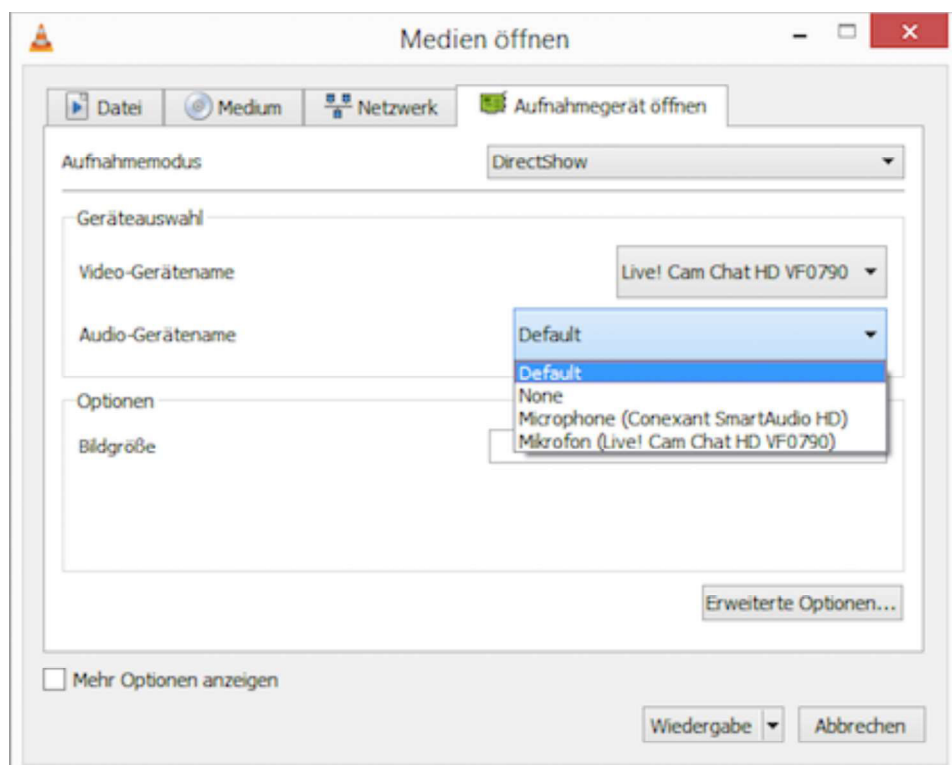


Abbildung 39: Deaktivierung des Tones

Als problematisch beim Abbilden der beiden Aufnahmesequenzen der Kameras hat sich einerseits der unterschiedliche Aufnahmewinkel und damit Bildausschnitt herausgestellt. Andererseits kommt es auch vor, dass das Bild der umgebauten Webcam etwas rosa erscheint. Beide Mängel in der Darstellung sind auf dem Screenshot einer beispielhaften Aufnahme der beiden Webcams in Abbildung 40 zu erkennen. Diese Unterschiede in der Darstellung sind vermutlich auch darauf zurückzuführen, dass die Optik des Objektivs durch den Ausbau des Filters möglicherweise doch beschädigt wird. Weiters ist zu erwähnen, dass die Aufnahmen sich auch in ihrer Schärfe unterscheiden, was bereits im Ausgangszustand der geöffneten Box ersichtlich ist. Dies ist zwar nicht optimal, doch stellt, wie sich bei der Testung herausgestellt hat, kein Problem mehr dar, wenn man den SchülerInnen kurz vor Beginn des Experimentierens diesen Umstand erklärt.

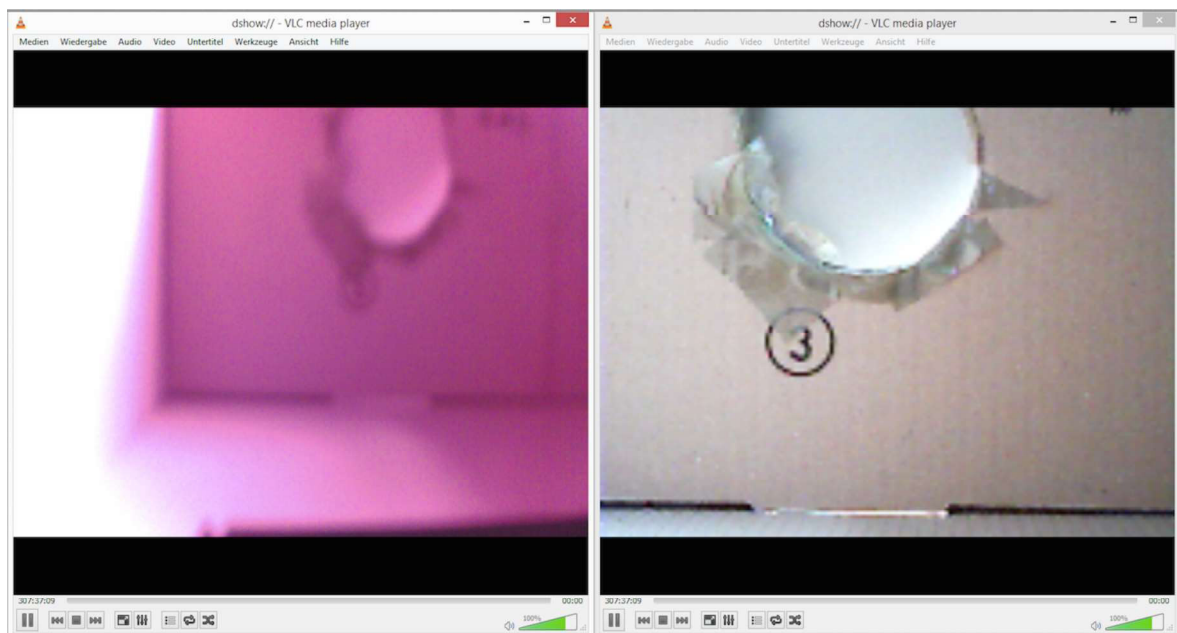


Abbildung 40: Mängel bei der Abbildung der Aufnahmesequenzen der Webcams

Anhang 4 – Arbeitsblatt zur Station 3

INFRAROTSTRAHLUNG – Station 3: Nachtsicht

Name: _____

Ungefähre Bearbeitungsdauer: 15 Minuten

Das Nachtsichtgerät

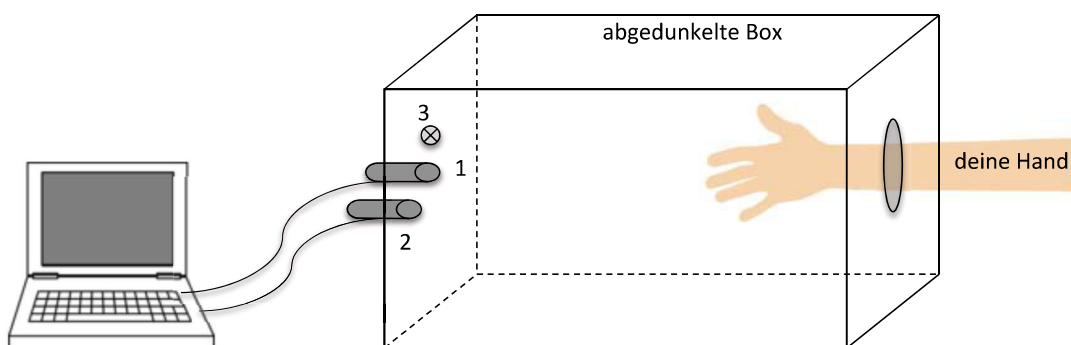
Materialien:

- Webcam 1 (ohne Infrarotfilter – zeichnet Infrarot und sichtbares Licht auf)
- Webcam 2 (mit Infrarotfilter – zeichnet sichtbares Licht auf)
- Laptop oder Computer
- Box
- Infrarot-Emitter 3

Bei dieser Station wird die Funktionsweise eines Nachtsichtgerätes simuliert. Nachtsichtgeräte finden beispielsweise beim Militär, der Polizei, der Naturforschung oder dem Jagen ihren Einsatz. Sie dienen immer dazu, Dinge im Dunkeln zu sehen. Wird es finster, so ist kein sichtbares Licht mehr vorhanden, das zu unserem Auge gelangen kann. Somit können wir auch nichts mehr sehen. Nachtsichtgeräte greifen also auf einen anderen verfügbaren Teil des Strahlenspektrums zurück, der dem menschlichen Auge verborgen bleibt. Sie zeichnen so die von den Objekten abgestrahlte Infrarotstrahlung auf, wandeln das Signal in sichtbares Licht um und bei Temperaturunterschieden der Objekte können diese dann gesehen werden.

Manche Geräte arbeiten dabei aber auch nach einem Prinzip, welches im folgenden Versuch simuliert wird!

Du findest folgende **Versuchsanordnung** vor dir (Versuchsskizze). Der IR-Emitter 3 bleibt zunächst ausgeschaltet und der Vorhang vor der Öffnung für deine Hand!



- 1 Webcam ohne Infrarotfilter
2 Webcam mit Infrarotfilter
3 Öffnung, in die der Infrarot-Emitter gesteckt wird

INFRAROTSTRAHLUNG – Station 3: Nachtsicht

Name: _____

Versuchsdurchführung:

1. Welches Bild zeigen die angeschalteten Webcams 1 und 2 am Computer an?

Webcam 1:

Webcam 2:

2. Öffne die Klappe gegenüber der beiden Webcams und stecke deine Hand nun hinein. Verdecke mit Hilfe der Klappe das Loch um deine Hand so, dass möglichst wenig Licht von Außen in die Box gelangen kann. Welche Bilder kannst du beobachten?

Webcam 1:

Webcam 2:

3. Stecke nun das Netzteil des Infrarot-Emitters in die Steckdose. Dieser ist nun eingeschaltet. Beschreibe was du siehst.

4. Öffne die Klappe über den beiden Webcams und stecke den Infrarot-Emitter hinein. Welches Bild deiner Hand kannst du nun am Computer beobachten?

Webcam 1:

Webcam 2:

Steckt den Emitter wieder aus und gebt ihn aus der Box, wenn ihr fertig experimentiert habt!

5. Erkläre und begründe deine Beobachtungen! Leite die Funktionsweise eines Nachtsichtgerätes bei Nacht von diesem Experiment ab und beschreibe diese!

Experiment „Glühender Draht“

Zur Vorbereitung des Experiments spannt man ein Stück Eisendraht zwischen zwei Stativen mit zwei Krokodklemmen ein (siehe Abbildung 1). Zudem wird ein Gleichstromgenerator für den Versuch benötigt und ein geschlossener Stromkreis hergestellt um den Draht zu erhitzen.

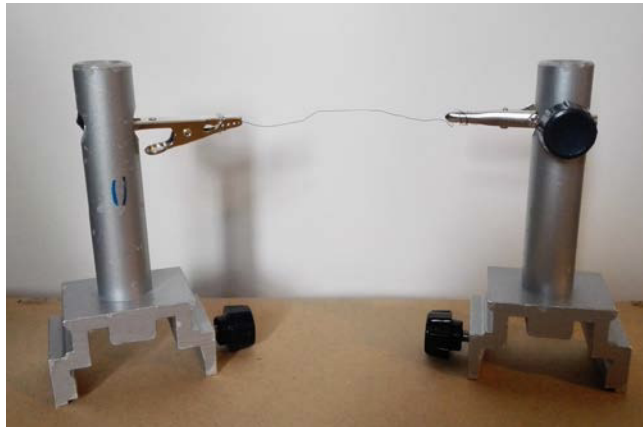


Abbildung 1: Eingespannter Eisendraht

1. Zeigen Sie zunächst, dass ein dünner Eisendraht bei langsamem Hinaufschalten einer angelegten Spannung von 0 V auf 4,8 V zunächst noch nicht glüht. Regelt man weiter hinauf auf eine Spannung um die 5,5 V, beginnt der Draht jedoch zu glühen, was mit freiem Auge erkennbar ist.
2. Bringen Sie ihre Hand in die Nähe des Drahtes. Was können Sie fühlen? Verändert sich die Wahrnehmung, wenn sie zwischen 4,8 V und 5,5 V wechseln?
3. Stellen Sie den Draht in die Box. Er ist zunächst auf den beiden Webcams nicht zu sehen. Auf der zweiten Folie wird die Fragestellung aufgeworfen: Was wird auf welcher Webcam zu sehen sein, wenn man den Vorgang der Spannungserhöhung von vorhin wiederholt? Notieren Sie ihre Vermutungen für eine Spannung von rund 4,8 V und rund 5,5 V.
4. Regulieren Sie nun langsam die Spannung nach oben. Beobachten Sie die beiden Bilder der Webcams und notieren sie die Beobachtung bei 4,8V. Danach erhöhen Sie die Spannung langsam auf 5,5V und notieren Sie wiederum die Beobachtung.
5. Auf der dritten Folie werden Sie aufgefordert, Erklärungen für die Beobachtungen zu finden und diese in Form von vier Satzvervollständigungen festzuhalten.

Ad 2: Die erste Folie wird dazu begleitend gezeigt. Einerseits sollen die SchülerInnen durch die beiden gestellten Fragen (Was könnt ihr erkennen? Was kann ich an meiner Hand fühlen?) zur Erkenntnis kommen, dass sie mit ihrem Auge das Glühen des Drahtes beobachten können und damit sichtbares Licht wahrnehmen. Andererseits sollen sie auch auf den Umstand aufmerksam werden, dass man mit der Hand in der Nähe des Drahtes Wärme spüren kann, was von einem Schüler oder einer Schülerin vorsichtig ausgetestet werden kann. Dies soll ihnen ein Hinweis darauf sein, dass man bei diesem Spannungswert Wärme und damit Infrarotstrahlung sensorisch wahrnimmt. Bei diesen beiden Beobachtungen greifen die SchülerInnen im Idealfall sowohl auf Erkenntnisse aus dem Alltag zurück (glühende Gegenstände sind heiß) als auch aus den vorherigen Experimenten (wenn man Licht mit dem Auge sehen kann, strahlt der Körper im sichtbaren Bereich Strahlung ab oder reflektiert dieses).

Ad 4: Es ist dabei erkennbar, dass bei einer Spannung von 4,8 V der Draht beim Bild der infrarotempfindlichen Webcam schon zu sehen ist und bei der für sichtbares Licht noch nicht. Erst ab einer Spannung von rund 5,5 V strahlt der Draht auch Strahlung im sichtbaren Bereich ab und ist somit auf beiden Aufnahmen mithilfe der Webcam, die Infrarotstrahlung detektiert, erkennbar.

Ad 5: Warme bzw. heiße Körper geben bereits so viel Infrarotstrahlung ab (hier bei 4,8V), dass diese ohne zusätzlichen Infrarot-Emitter von der IR-Webcam registriert werden kann. Mit dem freien Auge kann man jedoch noch kein Glühen und damit sichtbares Licht wahrnehmen. Erst wenn sich die Temperatur erhöht, was bei höherer Spannung geschieht, beginnt der Draht zu glühen und gibt Strahlung zusätzlich im sichtbaren Strahlungsbereich ab. Man erkennt durch dieses Experiment wieder, dass man Infrarotstrahlung mit dem freien Auge im Gegensatz zu sichtbarem Licht nicht wahrnehmen kann. Spürbar ist sie jedoch durch die Wärme, die von dem Draht auch schon vor dem Glühen ausgeht.

Anhang 6 – Powerpointfolien zum Demonstrationsexperiment „Der Glühende Draht“

Folie 1:

DER GLÜHENDE DRAHT

- Was könnt ihr erkennen?
- Was kann ich an meiner Hand fühlen?

Folie 2

Was wird auf welcher Webcam zu sehen sein? – Notiert eure Vermutungen!

Sichtbares Licht	Infrarot
<ul style="list-style-type: none">• Bei rund 4,8 V	<ul style="list-style-type: none">• Bei rund 4,8 V
<ul style="list-style-type: none">• Bei rund 5,5 V	<ul style="list-style-type: none">• Bei rund 5,5 V

Folie 3:

Wie könnt ihr euch die Bilder erklären?

Sichtbares Licht

- Man sieht den Draht bei rund 4,8 V noch nicht, weil ...
- Man sieht den Draht bei höherer Spannung (rund 5,5 V), weil ...

Infrarot

- Man sieht den Draht bei rund 4,8 V gleich, weil ...
- Man sieht den Draht auch bei höherer Spannung (rund 5,5 V), weil ...

Folie 4:

Wie könnt ihr euch die Bilder erklären?

Sichtbares Licht

- Man sieht den Draht bei rund 4,8 V noch nicht, weil er noch nicht glüht (kein sichtbares Licht!).
- Man sieht den Draht bei höherer Spannung (rund 5,5 V), weil er zu glühen beginnt (sichtbares Licht!).

Infrarot

- Man sieht den Draht bei rund 4,8 V gleich, weil er bereits Strahlung im infraroten Bereich abgibt.
- Man sieht den Draht auch bei höherer Spannung (rund 5,5 V), weil er weiterhin Strahlung im infraroten Bereich abgibt.