

Der „Heiße Draht“

Ein Lötworkshop für Mädchen von 8-12 Jahren

Das Geschicklichkeitsspiel „Heißer Draht“ sagt jedem was. Aber wie funktioniert es? Dieser Frage werden wir gemeinsam auf den Grund gehen, in dem jede seinen eigenen Draht zusammenbauen darf.



Ein Nachmittagsprogramm, in dem die Mädchen ohne Vorkenntnisse das Geschicklichkeitsspiel „Der Heiße Draht“ bauen. Die technischen Inhalte und Vorgänge werden parallel zum Bau mit Hilfe von Bewegungs- und Koordinationsübungen aufgearbeitet und vertieft. Dies bietet zusätzlich zum rein kognitiven und abstrakten einen körperlich-sinnlichen Zugang zur Technik.

Entwickelt im Rahmen des Projekts „Mädchen und Technik“ der Hochschule Aalen und der Stadt Aalen im Mai 2009.

Einführung

Jedes Mädchen baut sich einen eigenen „Heißen Draht“ zusammen. Im Lauf des Nachmittages wird so ganz nebenbei geklärt, wie ein Stromkreis funktioniert, was ein Widerstand ist, wie Löten geht, dass eine LED nur in eine Richtung funktioniert, und dass es beim technischen Bauen durchaus drauf ankommt sorgfältig zu arbeiten. Den eigentlichen „Heißen Draht“ darf sich jede nach Belieben zurecht biegen – die Kreativität kommt also nicht zu kurz!

Bewegungsübungen zwischendurch lockern den Nachmittag auf, erhöhen so die Konzentration an den Lötstationen und machen die Themen „Löten“ und „Stromkreis“ leichter und nicht nur intellektuell verständlich.

Diese Beschreibung mit technischen Einheiten, unterbrochen von Bewegungseinheiten, gilt nicht als Anleitung sondern als Beispiel, und sollte als Anregung genutzt werden. Jeder kann seine Ideen hier umsetzen wie er möchte. Der hier vorgeschlagene Ablauf wurde in dieser Form am 8. März 2009 mit zehn Mädchen an einem Nachmittag ausprobiert.

Die technischen Abläufe wurden versucht so darzustellen, dass auch unerfahrenere GruppenleiterInnen mit ihrer Gruppe den Draht herstellen können.

Für die Arbeit mit den Mädchen braucht man ein „Labor“, in dem auf Tischen die Lötstationen aufgebaut sind. Für die gemeinsame Besprechung im Voraus ist ein Tisch sinnvoll, an dem alle gemeinsam sitzen können. Die Bewegungsübungen können gut im Freien oder einem großen leeren Raum durchgeführt werden. Gerade der Wechsel des Raums im Laufe des Tages gestaltet den Ablauf abwechslungsreich.

Dauer: ca. 4 Stunden

Das braucht man...

...für die Bewegungseinheiten: Bälle, Bambusstäbe (Blumenstäbe ca. 30 cm lang)

...für die technischen Einheiten:

Vorbereitung: Bleistifte, Radiergummi

Platine:

9 Volt Batterie, 9 Volt Clip, Platinen (gefertigte bzw. Lochrasterplatine), Elektromagnetischer Summer, Festspannungsregler 7805, Widerstand (z.B. 230, 280 und 340 bei allen Farben), Draht für Griff und „Heißen Draht“ LED (grün, gelb und rot), LED-Befestigung, Schrumpfschlauch, Leitungen (wenn möglich verschiedenfarbige), Gehäuse (Euro box)

Werkzeug je Gruppe:

LötKolben, Seitenschneider, Flachzange, Abisolierzange (mit dieser Zange werden die Kabelenden abisoliert)

Werkzeuge allgemein:

Heißlüfter, Bohrmaschine, Bohrer

Für das LED-Durchbrenn-Experiment:

Netzgerät, 2 Leitungen (mit Bananenstecker), 2 Krokodilklemmen, 1 Multimeter, pro Mädchen eine LED

Ablauf des Workshops

1. Bewegungseinheit

Kennenlernen

Kennen sich die Mädchen nicht, ist es sinnvoll, dass sie sich zu Beginn in einem Spiel miteinander vertraut machen.

Alle (Mädchen und Fachfrauen) stehen im Kreis. Eine hat den Ball, nennt den Namen eines Mädchens und wirft ihn ihm zu. Dieses wirft den Ball unter Nennung des Namens an ein anderes Mädchen weiter, usw...

Das Spiel kann auch komplexer gestaltet werden, indem zwei Bälle gleichzeitig in der Runde unterwegs sind.

Durch die individuelle Art des Werfens und des unterschiedlich schnellen Lernens der Namen wird eine erste Hemmschwelle abgebaut und ein Kennenlernen auf nicht kognitiver Ebene findet statt. Auch die Fachfrauen machen mit – Abbau einer "Niveauschwelle" gegenüber den ausgebildeten Fachleuten (auch denen fällt mal ein Ball runter oder sie verwechseln Namen...)

Der Stromkreis entsteht

- Alle (Mädchen und Fachfrauen) stehen im Kreis.
- Eine beginnt einen Klatscher in eine Richtung zur Nachbarin zu senden.
- Diese übernimmt in dieselbe Richtung, die gibt ihn wieder weiter bis der Klatscher durch den ganzen Kreis gelaufen und wieder am Anfang angekommen ist.
- Der Klatscher wird beim 2. Mal in genau der gleichen Lautstärke und in einem gleichmäßigen Rhythmus durchgegeben, wie es die ersten zwei Mädchen begonnen haben. Dies muss eventuell 1-2mal geübt werden, da nicht alle gleichermaßen hören, wie schnell der eigene Klatscher sein muss, um exakt im selben Zeitmaß zu kommen wie die der anderen (ein Gespür für die Vorwärtsbewegung des Klatschens wird so entwickelt)

*Es entsteht ein **akustischer** Kreis.*

Im Hören wird ein Gespür für die Stärke des eigenen Klatschers, sowie für die Zeit entwickelt, die die Vorwärtsbewegung bis zum eigentlichen akustischen Ton braucht.

- Jetzt streckt ein Mädchen einen Arm zu der neben ihr im Kreis Stehenden.
- Diese übernimmt diese Bewegung und streckt ihren Arm zur nächsten und so den ganzen Kreis entlang. Ist die Verbindung durch den ganzen Kreis geschaffen, werden die Arme wieder der Reihe nach runter genommen.
- In der nächsten Runde werden diese Bewegungen, sowohl die Armbewegung hin zur Nachbarin, als auch das Runternehmen des Arms, fließend und durchgehend durch den ganzen Kreis ohne eine zeitliche Verzögerung ausgeführt.

Im nächsten Schritt werden dünne Bambusstäbe verteilt.



Nun wird der Kreis um die Bambusstäbe erweitert.

- Alle halten die Stäbe so, dass sie die Zwischenräume nur durch Berühren des Stabes mit den Zeigefingern überbrücken.
- Der „Strom“ wird mit einem kleinen Impuls in eine Richtung durch den Kreis durchgegeben, bis er wieder am Ausgangspunkt ankommt.
- Beim zweiten Mal soll der Impuls ganz genau so stark und genau so lang sein, wie die erste, die beginnt.

Bei diesen Übungen entsteht ein **optischer Kreis**:

Durch die Verbindung von einer zur anderen wird der Fluss des Stromes ins Bild gesetzt. Das gleichmäßige Durchströmen erfordert ein Gespür für die Zeit, die das Heben des Armes braucht, bzw. die der Impuls mit dem Stab braucht.



Die Mädchen bilden mit Stabverbindungen einen Stromkreis unter Spannung

1. technische Einheit

Bauteile mit den Mädchen besprechen

Schön ist, einen fertig gebauten „Heißen Draht“ da zu haben und die Mädchen das Spiel ausprobieren zu lassen.

Um mit den verschiedenen Bauteilen vertraut zu werden, werden sie der Reihe nach in einer großen Runde miteinander besprochen. Eine schöne Methode ist die Kinder die Bauteile erklären bzw. erraten und beschreiben zu lassen, um Schritt für Schritt zur Funktion des Bauteils zu gelangen. Dabei hilft das Blatt, das alle Bauteile mit Foto und Schaltzeichen zeigt.

Um „Strom“ verständlich zu machen, bietet sich für insbesondere für jüngere Mädchen an, ihn mit fließendem Wasser zu vergleichen.

Eine **9 Volt Batterie** dient uns als Stromquelle.
Sie gibt eine Spannung von 9 Volt aus. Das ist eine sogenannte Kleinspannung und daher ungefährlich.

Zum Vergleich:

Normale Mignonbatterie:	1,5 Volt (ungefährlich)
Autobatterie:	12 Volt
Steckdose:	230 Volt (gefährlich!)

Der **Summer** ist das Bauteil, das für den Ton sorgt.

Wichtig ist bei diesem Bauteil, dass man auf die richtige Verpolung achtet - der Pluspol ist direkt am Bauteil meistens mit einem + gekennzeichnet. Der Summer benötigt nur 5 Volt. Unsere Batterie liefert aber 9 Volt – zuviel! Um die Spannung nach unten zu regeln, brauchen wir einen Festspannungsregler.

Der **Festspannungsregler 7805** regelt die Spannung der Batterie von 9 Volt auf 5 Volt herunter. (Die „überflüssigen“ vier Volt werden in Wärme umgewandelt.)

Der Regler hat drei Pins nebeneinander:

Pin 1 ist der Eingang, an diesem werden die 9 Volt angeschlossen.

Pin 2 ist die Masse

Pin 3 ist der Ausgang, an diesem liegen die umgewandelten 5 Volt an.

Gut zu wissen: Die Bezeichnung 78 steht für Positiv, es gibt auch negative Spannungsregler. Die 05 steht für die 5 Volt Spannung die ausgegeben werden. (dieses Bauteil ist nicht unbedingt nötig - kann auch ersetzt werden)

Die Leuchtdiode bzw. **LED (Light Emitting Diode – lichtemittierende Diode)** ist ein Bauteil, das leuchten kann.

Wichtig: Die LED muss in der richtigen Richtung im Stromkreis eingebaut werden, sonst leuchtet sie nicht. Der Pluspol (die Anode) ist das längere Drahtfüßchen, der Minuspol (die Kathode) hat ein kürzeres Füßchen und das Gehäuse ist an dieser Seite abgeflacht (wichtig, falls jemand Gemeines die Füßchen abgekniffen hat...)

Die LED benötigt noch weniger Spannung als die 5 Volt vom Festspannungsregler. Auch hier muss die Spannung also reduziert werden.

Dafür nehmen wir einen **Vorwiderstand**. Dieser muss je nach Farbe der LED individuell berechnet werden. Der Widerstand leistet dem Strom Widerstand, d.h. der Strom kommt da nicht so gut durch. Er wirkt wie eine Drossel: Er drosselt die 5 Volt auf die Spannung, welche die LED benötigt.

Einen **Schalter** haben wir nicht als fertiges Bauteil vorliegen, aber wir bauen trotzdem einen in unseren Stromkreis ein: die Drahtschleife am Griff und der bei „Heiße Draht“ bilden unseren Schalter. Berührt die Drahtschleife den „heißen Draht“ ist der Schalter geschlossen: die LED leuchtet und der Summer summt. Berühren sie sich nicht, ist der Schalter offen und nichts passiert. Im Prinzip genau dasselbe, wie ein Lichtschalter für die Lampe im Raum.

Energieerhaltungssatz: Energie kann weder erzeugt werden noch verloren gehen. Sie kann immer nur von einer Energieform in die andere umgewandelt werden.

Experiment mit der LED

Was passiert mit einer LED, vor die kein Vorwiderstand geschaltet ist und also mit zu viel Spannung versorgt wird?

Probieren wir's aus!

Dazu werden ein Netzgerät, eine LED für jede Teilnehmerin, Krokodilklemmen und Leitungen benötigt. Jedes Mädchen darf nun eine LED mit den Krokodilklemmen an das Netzgerät anschließen und die Spannung langsam hochdrehen. Durch dieses Experiment gehen die LEDs kaputt: sie brennen durch. Bitte auf ausreichende Lüftung achten!



Die Mädchen hantieren mit Netzgerät, Krokodilklemmen und LEDs. Bis jede einmal eine LED geschrottet hat, dauert es ein wenig, aber alle haben großen Spaß!



Puh, das stinkt ja! Bei hohen Spannungen werden die LEDs so heiß, dass die Plastikummantelung anfängt zu schmurgeln – Technik mit allen Sinnen.

2. Bewegungseinheit

Widerstand

Einige der Mädchen konnten mit dem Wort und der dazu gelieferten Erklärung nichts anfangen... Dazu eine kleine Übung:

- Eine bestimmte Strecke im Raum wird abgelaufen. Zunächst in langsamen, dann in sich steigendem Tempo.
- Zunächst allein, dann zu zweit, zu dritt, usw. bis ein ganzer Pulk läuft.
- An einen Punkt der Strecke stellen sich zwei Mädchen hin, die den Durchgang bis auf einen kleinen Spalt versperren.

- Kommen nun die anderen laufenden Mädchen an dieser Stelle vorbei, so müssen sie das Tempo drosseln und können nicht mehr nebeneinander laufen
- Um durch den Engpass zu kommen, müssen sie einzeln die Stelle passieren.
- Dies kann zunächst durch verbale Verständigung während des Laufens geschehen, bei Wiederholung dann aber ohne zu Sprechen.

Die Aufmerksamkeit auf das Passieren der Engstelle wird durch nonverbale Verständigung über die Reihenfolge gesteigert und der Geschwindigkeitsverlust durch den „Widerstand“ wird deutlich erlebt.

2. technische Einheit

Vorwiderstand rechnen und messen

Die LEDs liegen in drei verschiedenen Farben vor:

rot, grün und gelb. Jede dieser LEDs benötigt einen anderen Vorwiderstand.

Die Mädchen dürfen sich ihre Wunschfarbe aussuchen und müssen sich nun den entsprechenden Widerstand ausrechnen und aussuchen. In der Anlage ist kurz beschrieben, wie der Widerstand zu berechnen ist.

Die Farbringe auf den Widerständen geben die Werte an, alternativ können die Widerstände auch gemessen werden.

Messen: Benötigt werden Multimeter, Leitungen und Krokodilklemmen. Die Leitungen ans Multimeter anschließen, Multimeter einschalten und auf Ohm stellen. Die Teilnehmer können nun mit Hilfe der Krokodilklemmen den Widerstand anschließen und messen.

3. Bewegungseinheit

Die Spannung im Stromkreis wird sichtbar gemacht:

Wieder stellen sich alle zu einem „Strom“kreis auf, diesmal noch ohne Bambusstäbe

- Ein Mädchen springt in eine gespannte, gestreckte Haltung (Arme nach oben geöffnet und gestreckt, Beine nach unten genauso – „Hampelmann“)
- Die anderen springen der Reihe nach in einer Richtung durch den Kreis in diese Haltung, bis alle in dieser Stellung stehen
- Die erste springt zurück, dann die zweite, die dritte, usw. bis alle wieder normal stehen.
- Dieser Sprung wird in der nächsten Runde so gesprungen, dass das Tempo der beiden ersten von allen anderen – ohne Unterbrechung – den ganzen Kreis durchgehalten wird.
- Auch das Zurückspringen muss im exakt gleichen Tempo und der gleichen Lautstärke wie bei den ersten beiden sein und bleiben.

Jetzt wird es schwieriger:

- Alle drehen sich mit dem Gesicht nach außen, von der Kreismitte weg.
- Wieder springen alle im gleichen Zeitmaß der beiden ersten, obwohl sie sich nicht mehr sehen – *es dürfen keine Kommandos gegeben werden!*

- Auch diese Übung wird ein paar Mal geübt, bis sie von allen gleichermaßen gut und für alle zufriedenstellend ausgeführt wird.
- Alle Mädchen springen *gleichzeitig* in den gespannten, gestreckten Sprung
- Nach einer kurzen Pause springen alle *gleichzeitig* zurück.
- Alle drehen sich mit dem Gesicht nach außen.
- Wieder springen alle *gleichzeitig* in den vorigen Sprung, ohne sich dabei zu sehen.

zu dieser Übung können die Mädchen nun Variationen entwickeln, z.B. :

- alle zunächst schauen zueinander, dann den ersten Sprung *gleichzeitig* machen und diesen ebenso wieder zurückspringen dann alle *gleichzeitig* mit einem Sprung mit dem Gesicht nach außen springen
- jedes 2. Mädchen steht mit dem Gesicht nach innen, die anderen schauen nach außen
- wieder wird *gleichzeitig* hin- und wieder zurückgesprungen

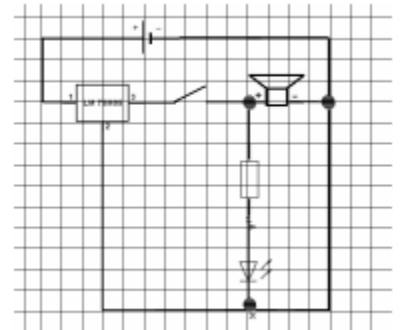
Es wird so eine Vorstellung und ein Gefühl dafür entwickelt, dass eine Spannung die gleiche Stärke haben muss und dass diese gleich bleibt. Es gibt niemanden, der Kommandos gibt. Jede erlebt selber, wann der Zeitpunkt für den Sprung da ist. Das entsteht aus einer im Kreis entstehenden Spannung, die durch konzentriertes Üben und ein Sich Einlassen auf das gemeinsame Vorhaben erfahrbar wird.

3. technische Einheit

Schaltplan zusammen ausarbeiten

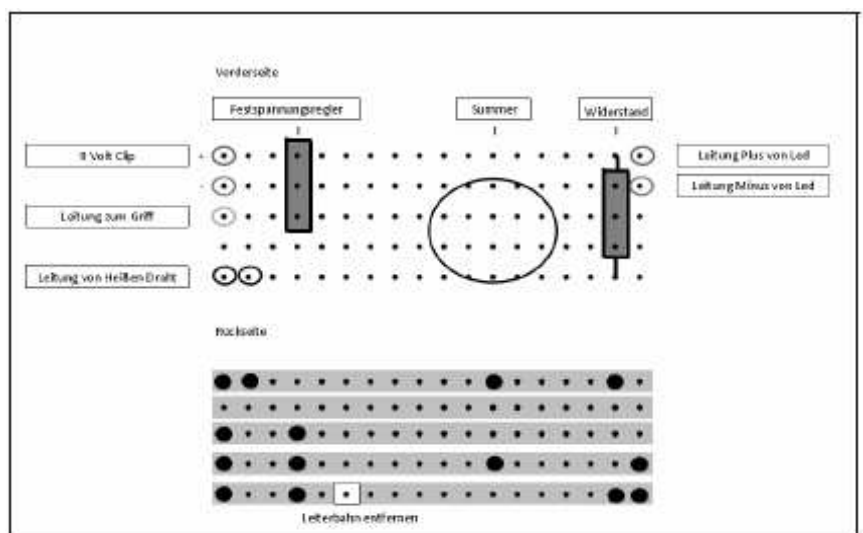
In der Anlage sind zu den Bauteilen die Schaltzeichen aufgeführt. Diese werden nun in den Schaltplan nach und nach eingezeichnet. Beispiel siehe Bild.

- Angefangen mit dem Schaltzeichen für die Batterie
- das Schaltzeichen für den Festspannungsregler
- Pin 1 des Festspannungsreglers mit der Plusseite der Batterie verbinden
- an Pin 3 des Reglers wird das Schaltzeichen für einen Schalter gezeichnet
- den Summer an den Schalter zeichnen und mit Minus an der Batterie verbinden
- Vorwiderstand an Schalter zeichnen
- an Widerstand die LED zeichnen, Richtung beachten und an Minus anschließen



Bauschaltplan

Wenn mit einer Lochrasterstreifenplatine gearbeitet wird muss noch ein Bauschaltplan ausgearbeitet werden. Wie beim Schaltplan nach und nach die Bauteile auf das Platinen Muster aufmalen / zeichnen.



4. Bewegungseinheit

Der Stromkreis muss nicht immer rund sein:

Beim Erarbeiten eines Schaltplanes ergab sich für die Mädchen die Frage, wieso denn der so genannte Stromkreis gar kein Kreis sein muss...

- Wir starten im großen, echten Strom“Kreis“ mit den Bambusstabverbindungen.
- Zunächst bleibt der Kreis noch bestehen, die Stäbe können nun aber höher und tiefer, seitlich und schräg gehalten werden.
- Es kann eine Wellenbewegung durch gleichmäßiges Hoch- und Herunterbewegen der Stäbe entstehen.
- Die Mädchen können sich wieder Varianten ausdenken und ausführen



Der „Stromkreis“ beginnt sich zu verändern: die Verbindung kann hoch über den Köpfen schweben, oder dicht am Boden – es können sogar Wellen durch den Kreis laufen.

Noch bilden die Mädchen aber einen Kreis im Raum – in der nächsten Übung verliert dieser Kreis seine schöne runde Form. Die Verbindungen bleiben jedoch bestehen: der Strom fließt immer noch „im Kreis“.

- Eine beginnt nun die Kreisform aufzulösen, indem sie z.B. auf die Gegenüberstehende zugeht und unter dem Stab, der diese mit ihrer Nachbarin verbindet, hindurchgeht. Damit die Stäbe nicht fallen, müssen die anderen, die mit der ersten „Aktiven“ in Verbindung stehen, mit ihr ziehen. Der Druck von beiden Seiten der Stäbe mittels Zeigefingern muss immer gleich groß sein, sonst fallen die Stäbe runter, was nicht sein darf, da ja sonst der Stromkreis unterbrochen wäre.
- Es entsteht ein völlig ineinander verschachteltes Gebilde, das aber nach wie vor die Verbindung mittels der Stäbe hält.
- Bei dieser Übung darf nicht gesprochen werden!
- Der nächste Schritt ist der Versuch, die Verschachtelung – ebenfalls ohne zu sprechen - wieder zurückzubewegen, bis alle wieder im Ausgangskreis stehen.

Bei diesen Übungen kann das Vertrauen dafür entwickelt werden, dass jede so aufmerksam mitgemacht hat, dass niemand Kommandos geben braucht und die

Gruppe tatsächlich wieder in der Ausgangsstellung landet, obwohl scheinbar größtes Chaos herrschte.

Die Erfahrung ist wichtig, dass ich in Bezug auf den zu haltenden Druck mit den Zeigefingern ganz von der Achtsamkeit und dem Gespür meiner Nachbarinnen abhängig bin. Ich kann hier nur indirekt Einfluss nehmen, indem ich meinem Stab einen verstärkten Druck gebe...



Der „Stromkreis“ verliert seine schöne runde Form – die „leitende“ Verbindung der Bambusstäbe und die Spannung zwischen den Mädchen bleibt aber immer stabil – gar nicht so einfach!

4. technische Einheit

Mechanische Tätigkeiten

Je nachdem welches Gehäuse bzw. was für eine Halterung für den „Heißen Draht“ verwendet wird, kann das Gehäuse vorbereitet oder von den Mädchen gearbeitet werden. In diesem Beispiel arbeiten wir mit einer Euro-Box und Buchsen, in die der „Heiße Draht“ hineingesteckt werden kann. Benötigt werden vier Löcher, zwei für die Buchsen mit Gewinde (Kernloch $\text{\O}4,2$ mm M5, eins für die Leitung $\text{\O}1,5$ mm des Griffs und eins für die LED-Befestigung $\text{\O}1,5$ mm.)



Vor dem Löten heißt es noch Kabel absolieren und nochmal überlegen: wie rum muss die LED in den Stromkreis eingebaut werden?

Löten (siehe auch „Schritt für Schritt-Anleitung“)

Löten mit einer gefertigten Platine/ Lochrasterstreifenplatine

Am besten immer gemeinsam jeden Schritt gehen.

- Leitung an Buchse für Griff anlöten und isolieren mit Schrumpfschlauch
- Leitungen an die LED anlöten und mit einem Schrumpfschlauch isolieren
- LED mit LED-Halterung am Gehäuse befestigen
- Buchsen in die Gewinde drehen
- Leitungen an die Buchsen anlöten und mit Schrumpfschlauch isolieren
- Bauteil für Bauteil wie auf dem Bauschaltplan gezeichnet anlöten.
- Leitungen auf die Platine löten
- Heißen Draht biegen und in die Buchsen stecken

Letzte Schritte

Griff biegen

Platine überprüfen ob Lötbrücken vorhanden sind

(Lötbrücken sind Stellen, an denen Bauteile oder Leiterbahnen fälschlicherweise mit Lötzinn miteinander verbunden sind. Dies passiert meist an engen Stellen, wenn das Lötzinn „überläuft“)

Batterie anschließen

Vereinfachung:

Zur Vereinfachung können LED, Vorwiderstand und Festspannungsregler weggelassen werden. Dann allerdings eine 5-Volt-Batterie verwenden!