



**Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung  
(IMST-Fonds)**

S6 „Anwendungsorientierung und Berufsbildung“

---

# **ELBAU - ELEKTRONISCHER BAUKASTEN MIT ANWENDBAREN SCHALTUNGEN**

ID 1690

**Dipl.-Päd. Ing. Christian Jähnl  
Polytechnische Schule Hall in Tirol**

Hall in Tirol, Juli 2010

# INHALTSVERZEICHNIS

Inhaltsverzeichnis .....	2
ABSTRACT .....	4
1 EINLEITUNG .....	5
1.1 Ausgangssituation .....	5
1.2 Anwendungsorientierung .....	5
1.3 Lehrplanbezug .....	6
1.4 Anlass .....	6
1.4.1 Schulsysteme .....	6
1.4.2 Handelsübliche Produkte .....	7
1.4.3 Allgemeine Baukästen .....	7
1.5 Herausforderungen, Ziele und Erwartungen .....	7
2 Durchführung .....	9
2.1 Widerstände .....	9
2.1.1 Spannungsteiler mit 2 Widerständen .....	9
2.1.2 Spannungsteiler mit 3 Widerständen .....	9
2.2 Leuchtdioden .....	9
2.2.1 Durchgangsprüfer .....	9
2.2.2 Flüssigkeitswarner .....	10
2.2.3 Alarmanlage .....	10
2.2.4 Polaritätstester .....	10
2.2.5 Temperaturfühler .....	10
2.2.6 Batterieprüfer .....	10
2.3 Transistoren .....	10
2.3.1 Dämmerungslicht für den Garten 1 .....	11
2.3.2 Dämmerungslicht für den Garten 2 .....	11
2.3.3 Licht für eine längere Zeit .....	11
2.3.4 Lichtsensor .....	11
2.3.5 Konstante Helligkeit .....	12
2.3.6 Stromverbrauchsanzeige .....	12
2.4 Abschluss .....	12
3 Ergebnisse .....	13
3.1 Wie haben die Einheiten funktioniert? .....	13
3.2 Wurden die Ziele erreicht? .....	14
3.2.1 Praktische Schaltungen .....	14
3.2.2 Aufbauend komplexer .....	14

3.2.3	Sinnvolle Anwendungen.....	14
3.2.4	Querverbindungen .....	14
3.2.5	Gelerntes Wiederverwenden .....	14
3.2.6	Eigenes Lerntempo.....	14
3.2.7	Zusammenfassung .....	15
4	Ausblick.....	16
4.1	Bedeutung .....	16
4.2	Weiterführung.....	16
4.3	Nutzen für Andere.....	16
5	Urheberrechtserklärung.....	18
6	Literatur .....	19
7	ANHANG .....	20
7.1	Arbeitsblätter .....	20
7.2	Fotos .....	20
7.3	Downloadmöglichkeit.....	20

## ABSTRACT

*Im Rahmen dieses Projekts wurde ein erweitertes Baukastensystem entwickelt, das dazu dient, aus einigen wenigen elektronischen Bauteilen wie Widerstand, Leuchtdiode, Kondensator und Transistor einfache aber sinnvolle Schaltungen kennenzulernen. Aufbauend auf das Grundwissen über die Wirkungsweise der Bauteile werden hier sinnvolle Schaltungen mit möglichst wenigen Bauteilen erarbeitet. Es wird der Zusammenhang der Bauteile im Rahmen des Ohm'schen Gesetzes beobachtend, handelnd und mathematisch vertieft. Des Weiteren wird der Umgang mit dem „Multimeter“ genannten Messgerät geübt. Es werden Spannungs- und Strommessungen durchgeführt. Grundlegende Beobachtungen über die Wirkungsweise der Schaltungen werden beobachtet und beschrieben. Die Arbeit erfolgt paarweise und ermöglicht den Lernenden Erfahrungen in der Teamarbeit. Der Baukasten ist in seiner Anleitung zum Herunterladen und ermöglicht engagierten Lehrpersonen auch Adaptionen an andere Inhalte.*

Schulstufe: 9. Schulstufe

Fächer: Elektronik Labor, Physik, Werkstätte

Kontaktperson: Dipl.-Päd. Ing. Christian Jähnl

Kontaktadresse: Thurnfeldgasse 12, 6060 Hall in Tirol

# 1 EINLEITUNG

## 1.1 Ausgangssituation

Das Projekt wurde mit der Fachbereichsgruppe "Elektrotechnik - Elektronik - EDV" der Polytechnischen Schule Hall in Tirol durchgeführt. In diesem Schultyp werden die Lernenden nach Berufswünschen in Fachbereiche eingeteilt und erfahren in diesem einen Jahr eine berufsvorbereitende Ausbildung. Neben anderen technischen Fächern gibt es die Fächer "Elektronik - Labor", "Fachkunde", "Technisches Zeichnen" und "Technisches Seminar mit Grundlagen der Elektrotechnik", in denen dieses Projekt fächerübergreifend durchgeführt wurde.

Hall in Tirol ist eine Stadt mit etwa 8000 Einwohnern ca. 12 km von Innsbruck entfernt. Die Lernenden kommen aus sieben Hauptschulen und einem Gymnasium. Durch die rege Zusammenarbeit mit den Betrieben aus Hall und Innsbruck können die Lernenden in insgesamt drei Schnupperwochen praktische Erfahrungen in ihren gewünschten Berufen sammeln.

In der heurigen Fachbereichsgruppe waren 10 Buben und leider keine Mädchen die Berufe aus dem Feld Elektrotechnik - Elektronik gewählt hatten. Ein geschlechtsdifferenziertes Unterrichten ist in diesem Fachbereich nicht vorgesehen und auch nicht nötig, da auch in der Berufswelt dieses Fachbereiches dies nicht vorgesehen ist. Der Fachbereichsunterricht im Umfang von 15 Wochenstunden wird nach Möglichkeit von einer Lehrperson durchgeführt, was das fächerübergreifende Arbeiten ungemein erleichtert.

## 1.2 Anwendungsorientierung

Der Inhalt dieses Projekts beschäftigt sich und vertieft das Wissen um die Zusammenhänge von Spannung, Strom und Widerstand. Diese Grundlagen finden sich in allen Berufen, welche mit Strom zu tun haben. Dabei spielt es keine Rolle, ob es sich um den Bereich der Elektronik im Niederspannungsbereich oder um den Bereich der Elektrotechnik im Hochspannungsbereich handelt, da die Zusammenhänge immer die Selben sind.

Im Fach "Technisches Seminar" werden die physikalischen Grundlagen behandelt, also Strom, Spannung und Widerstand. Ebenso wird im Bereich Chemie die Frage behandelt, was Strom ist und wie der Elektronenfluss zustande kommt.

Im Fach "Fachkunde" werden Bauteile in ihren Grundzügen erklärt und wie sie praktisch verwendet werden.

Im Fach "Technisches Zeichnen" werden die Schaltsymbole erklärt und wie Schaltpläne gelesen werden. Weiters wird ein Einfach Anzuwendender Grafischer Layout Editor (EAGLE) zum erstellen von Schaltplänen erlernt.

Im Fach "Werkstatt" werden praktische Werkstücke der Bereiche Elektronik und Elektrotechnik gebaut.

Im Fach "Elektronik Labor" wird der Umgang mit Messgeräten, das Berechnen einzelner Bauteile und die Wirkungsweise derselben erklärt. Ebenso werden verschiedene Grundschaltungen der Elektronik behandelt. Ausgehend von diesen Grundschaltungen werden auch sinnvolle Schaltungen erstellt.

## 1.3 Lehrplanbezug

Ein Auszug aus dem Lehrplan:

*Die in den vor dem Besuch der Polytechnischen Schule zurückgelegten Schulstufen gewonnenen Erfahrungen mit Natur und Technik sind im Fachbereichen ELEKTRO durch Realbezug anzuwenden und weiterzuentwickeln.*

*Die Inhalte aus dem jeweiligen technischen Fachbereich sind durch die Vernetzung von Lernfeldern zueinander in Beziehung zu bringen. Dies betrifft insbesondere die Fächer Mathematik, Technisches Seminar, Technisches Zeichnen sowie die Fachkunde und vor allem Werkstätte.*

*Der Schüler / Die Schülerin soll*

- *physikalische und chemische Vorgänge beobachten, beschreiben und berechnen sowie*
- *Gesetzmäßigkeiten erkennen und gesicherte Grundkenntnisse erwerben;*
- *einfache elektrotechnische Berechnungen durchführen können;*
- *Grundgesetze der Elektrotechnik auf Aufgaben der Fachpraxis anwenden können;*
- *zu einer genauen Arbeitsweise und zu gesicherten Grundkenntnissen auch in Hinblick auf die geltenden Sicherheitsvorschriften geführt werden.*

*Erweiterungsbereich:*

- *Das Ohm'sche Gesetz, Zusammenhänge im einfachen Stromkreis (Zeichnen von Schaltplänen, Aufbau von Schaltungen, Handhabung von Messgeräten, Verfassen von Versuchsberichten).*
- *Elektrische Arbeit und Leistung: Stromabrechnung (Grund-, Mess- und Arbeitspreis).*
- *Das elektrische Feld: Stromdichte und Ladungsmenge, Kondensatoren im Gleichstromkreis,*
- *Laden / Entladen von Kondensatoren, Bauarten.*

## 1.4 Anlass

Im Bereich der elektronischen Grundausbildung sind im Schulbereich mehrere Varianten von Baukästen anzutreffen, die sich im Laufe meiner Unterrichtstätigkeit als oft nicht sehr brauchbar erwiesen haben. Deshalb reifte in mir die Idee, einen Erweiterungsbaukasten zu entwickeln, der es ermöglicht, nicht nur Grundlagen zu vermitteln, sondern auch sinnvolle Schaltungen mit möglichst wenigen Bauteilen zu erstellen.

### 1.4.1 Schulsysteme

Diese Systeme bestehen aus großen Steckplatten. In diese werden die präparierten Bauteile eingesteckt. Die Bauteile sind in kleine Plexiglasquader eingebaut, mit extra Steckern versehen und auf der Oberseite ist das Schaltsymbol aufgedruckt. In dieser Form sind auch Schaltdrähte in solche Quader eingebaut.

Das ermöglicht recht einfach eine Schaltung aufzubauen und gleichzeitig aufgrund des nun sichtbaren Schaltplanes die Funktionsweise der Schaltung aufzuzeigen und zu erklären.

Leider hat diese Form mit der Handhabung der Bauteile im Beruf nichts zu tun. Meiner Meinung nach sind diese Systeme für den Physikunterricht der Sekundarstufe I zu gebrauchen, nicht jedoch in einer berufsvorbereitenden Schule, da der Bezug zur praktischen Arbeit fehlt.

### **1.4.2 Handelsübliche Produkte**

Es gibt von verschiedenen Firmen Produkte unterschiedlicher Ausstattung, welche es mit einem Begleitheft recht schnell ermöglichen, verschiedene Schaltungen aufzubauen. Leider haben die verschiedenen Stecksysteme nichts mit der Berufspraxis zu tun, sondern sind dahin ausgelegt, dass Kinder einfach damit umgehen können. Die Schaltungen haben viele tolle Funktionen, seien es Alarmanlagen oder Radios. Es wird in diesen Systemen jedoch meist nicht Wert auf das Grundverständnis gelegt, sondern nach der Methode "Steck das hierhin und steck das dorthin" gearbeitet.

### **1.4.3 Allgemeine Baukästen**

Von verschiedenen Firmen werden thematische Bauteilsets angeboten, welche schon recht gut an meine Vorstellung eines schulgeeigneten Baukastens herankommen. Diese Sets haben "echte" Steckbretter und verwenden die Bauteile so wie sie sind, ohne dass sie in Gehäuse eingebaut wurden. Allerdings leben diese Baukästen auch davon, dass sie verkauft werden müssen, deshalb sind viele, doch schon komplizierte, Schaltungen dabei, die tolle Effekte hervorrufen. Weiters beschäftigen sich diese Sets thematisch mit bestimmten Bauteilen mehr als mit anderen, sodass man sich sehr viele Baukästen zulegen muss, um das gesamte Grundlagenspektrum abzudecken.

## **1.5 Herausforderungen, Ziele und Erwartungen**

Nach Durchsicht und Verwendung der verschiedenen Baukastensysteme habe ich einen Baukasten entwickelt, der es den Lernenden ermöglicht, auf einfache, aber doch praktische Art und Weise, ein grundlegendes Verständnis für die Funktionsweise verschiedener elektronischer Bauteile zu erlangen.

Ich wollte jedoch nicht nur zweckfreie Schaltungen haben, die die Funktionsweise der Bauteile erklärt, sondern ich wollte zeigen, dass es auch mit ganz wenigen Bauteilen möglich ist, sinnvolle Schaltungen zu erstellen. Sie sollten auch den „McGyver“-Charakter unterstreichen, also aus ganz wenigen Bauteilen überraschende Apparate zu erstellen.

Die einfachen Schaltungen werden immer wieder in abgewandelter Form herangezogen, sodass es auch lernschwächeren Lernenden möglich ist, sich im Laufe der Übungen das Wissen anzueignen. Als Grundwissen verstehe ich den richtigen Einsatz der Bauteile, also entsprechende Berechnung derselben.

Durch die Methoden Bauen, Berechnen und Ausmessen wollte ich erreichen, dass den Lernenden sowohl das Messgerät in Form des Multimeters als auch die mathematischen Grundlagen und die praktische Handhabung näher gebracht werden.

Viele Schaltungen habe ich als Partnerarbeit angelegt, damit auch der Aspekt der Teamarbeit in den Unterricht einfließt. Ich wollte, dass Bauteile gemeinsam verwendet werden oder Messungen gemeinsam durchgeführt werden. Dies ermögliche ich dadurch, dass manche Bauteile zwar zweimal benötigt werden, aber nur einmal je Bausatz vorhanden sind.

## **2 DURCHFÜHRUNG**

Im Folgenden möchte ich die einzelnen Arbeitsblätter beschreiben.

### **2.1 Widerstände**

Das Grundwissen über die Funktionsweise von Widerständen wurde mit den Lernenden bereits erarbeitet. Hier finden sie nun zwei Schaltungen mit praktischem Nutzen zur Vertiefung des Umgangs mit den Bauteilen hinsichtlich Festlegung von Strom und Spannung.

#### **2.1.1 Spannungsteiler mit 2 Widerständen**

Die Lernenden müssen hier mit einem Widerstand die Stromstärke festlegen und danach mit der gewünschten Teilspannung den zweiten Widerstand. So kann bei Bedarf ein Glühlämpchen oder eine Leuchtdiode betrieben werden. Hier erleben die Lernenden die Berechnung des Teilungsverhältnisses, wenn die Spannung aufgeteilt werden soll. Anschließend an die Berechnung soll die Schaltung aufgebaut werden und mit dem Multimeter die entsprechenden Werte kontrolliert werden. Teilweise müssen durch Parallelschaltung von 2 Widerständen die entsprechenden Werte konstruiert werden. Dies ermöglicht die paarweise Bearbeitung des Blattes, da die jeweiligen Widerstandswerte in jeder Box nur einmal vorkommen.

#### **2.1.2 Spannungsteiler mit 3 Widerständen**

Dieses Arbeitsblatt ist nahezu gleich aufgebaut wie das erste, nur sollen hier in einem Durchgang zwei mögliche Spannungen konstruiert werden. Dies ermöglicht, zum Beispiel beim Galvanisieren, eine an das Objekt angepasste Verwendung verschiedener Spannungen ohne viel Umbauten. Der mathematische Teil ist etwas anspruchsvoller, da die Lernenden sich konzentrieren müssen, um den Überblick nicht zu verlieren. Anschließend an den Aufbau sollen die berechneten Werte mittels Messung überprüft werden.

### **2.2 Leuchtdioden**

Leuchtdioden sind hier recht praktisch, da sie fließenden Strom anzeigen und gleichzeitig auch die Stromrichtung anzeigen können. Die Verwendung der Originaldatenblätter führt zu einem fächerübergreifenden Unterricht zusammen mit Englisch.

#### **2.2.1 Durchgangsprüfer**

Zumeist ist gerade kein entsprechendes Gerät vorhanden, um zu überprüfen, ob ein Kabel in Ordnung ist, das heißt, ob der Strom „durchgeht“. Daher auch die Bezeichnung Durchgangsprüfer. Nachdem Leuchtdioden nicht direkt an einer Spannungsquelle betrieben werden sollen, besteht die Notwendigkeit, abhängig von der vorhandenen Spannungsquelle einen entsprechenden Vorwiderstand zu berechnen. Hier soll nun überprüft werden, welche Ströme bei der Verwendung verschiedener Widerstände beziehungsweise verschiedener Leuchtdiodenfarben fließen. Zusätzlich müssen die Lernenden beschreiben, warum dieses Gerät funktioniert. Also ein Verweis auf einen geschlossenen Stromkreis.

## 2.2.2 Flüssigkeitswarner

Dieses Arbeitsblatt soll den Lernenden zeigen, dass für verschiedene Anwendungen oft keine Änderung einer vorhandenen Schaltung vorgenommen werden muss. Hier funktioniert die Schaltung wie beim Durchgangsprüfer. Zusätzlich soll praktisch untersucht werden, wie sich verschiedene pH Werte auf die Funktionsweise der Schaltung auswirken. Dies ist ein Querverweis auf das Unterrichtsfach Chemie, wo Elektrolyte durchgenommen werden. Auch hier muss beschrieben werden, was der Grund ist, dass diese einfache Schaltung funktioniert. Es ist der Selbe wie beim letzten Arbeitsblatt, erweitert um die Leitfähigkeit der verwendeten Flüssigkeit.

## 2.2.3 Alarmanlage

Ausgehend von den vorigen beiden Schaltungen soll gezeigt werden, dass man die Aspekte auch umkehren kann. Dass also Strom um eine Leuchtdiode „herum fließt“ und sobald der äußere Stromkreis unterbrochen wird, der Strom durch die Leuchtdiode fließen muss. Durch Versuch, Berechnung und Beobachtung sollen die Lernenden Vermutungen aufstellen, warum die Schaltung bei größeren Widerständen besser funktioniert. Außerdem müssen sie Beurteilen, was der Nachteil dieser Schaltung ist, nämlich dass immer Strom fließt.

## 2.2.4 Polaritätstester

Diese praktische Schaltung soll den Lernenden aufzeigen, wie man sich die Polarität einer Leuchtdiode zu Nutze machen kann. Nämlich um anzuzeigen, in welche Richtung der Strom fließt. Im konkreten Beispiel soll überprüft werden, ob eine Batterie richtig eingelegt ist. Die Lernenden sollen berechnen, wie groß der Spielraum für die Vorwiderstände aufgrund der unterschiedlichen Leuchtdiodenfarben ist. Davon ausgehend soll begründet werden, warum nur ein Vorwiderstand notwendig ist.

## 2.2.5 Temperaturfühler

In dieser Aufgabe soll den Lernenden aufgezeigt werden, dass Leuchtdioden wärmeempfindlich sind und sich die Spannung je nach Temperatur ändert. Dies kann man sich zunutze machen, indem man zwei Leuchtdioden verwendet, welche in etwa gleich hell leuchten und dann an eine der beiden Temperatur zuführt. Messbar und auch sichtbar verändert sich die Helligkeit beziehungsweise die Betriebsspannung. Des weiteren werden die Lernenden aufgefordert, sich zu überlegen, wo diese Schaltung einen praktischen Nutzen hat.

## 2.2.6 Batterieprüfer

Diese Übung ist eine praktische Anwendung eines Spannungsteilers. Die Lernenden sollen erkennen, dass durch den Spannungsteiler gerade die Schwellenspannung der Leuchtdiode eingestellt wird. Durch Verändern des zweiten Widerstandes ergibt sich die Möglichkeit festzustellen, ob die Batterie gerade noch funktionsfähig ist. Aufgrund der Leuchtstärke der Diode kann eine Aussage gemacht werden, ob die Spannung bereits unter 7 Volt gesunken ist, da dann die Leuchtdiode nicht mehr leuchtet.

## 2.3 Transistoren

Im Bereich der Pflichtschule erfordert die Berechnung mit Transistoren gute mathematische Kenntnisse. Allein die Vorstellung, dass ein Transistor Strom „verstärkt“

verschließt sich oft den Lernenden. Durch praktische Versuche erleben sie hier, was mit dieser Verstärkung gemeint ist und können in weiterer Folge etwas leichter den Bauteil „verstehen“.

### **2.3.1 Dämmerungslicht für den Garten 1**

In dieser einfachen Transistorgrundschaltung wird dieser von einem Spannungsteiler gesteuert. Die Lernenden erleben im Laufe der Zeit auf praktische Art und Weise, wozu Spannungsteiler verwendet werden können. In diesem Fall verändert sich der Widerstand aufgrund von Lichteinfall. Wird das Licht heller, vergrößert sich der Widerstand und ab einem gewissen Wert wird der Transistor durch den Spannungsteiler nicht mehr angesteuert. Aufgrund der Übungen mit den Spannungsteilern können die Lernenden nun leichter berechnen, ab welchem Widerstandswert der Transistor schließt.

### **2.3.2 Dämmerungslicht für den Garten 2**

Eine Abwandlung der vorigen Schaltung stellt diese dar, welche den lichtempfindlichen Widerstand durch einen Transistor ersetzt. Nachdem sich die Lernenden mit der vorigen Schaltung beschäftigt haben, fällt es ihnen leicht die Funktionsweise des Fototransistors zu verstehen. Fällt Licht auf ihn, sperrt er den Strom, wodurch der andere Transistor an der Basis nicht angesteuert wird und die Leuchtdiode bei Helligkeit somit dunkel bleibt. Wird der Fototransistor abgedunkelt, schaltet der durch, der andere Transistor wird angesteuert und die Leuchtdiode leuchtet. Um so stärker, je mehr der Fototransistor abgedunkelt wird. Die Schwankungen in der Beleuchtung lassen sich in Spannungsschwankungen an den Widerständen nachverfolgen.

### **2.3.3 Licht für eine längere Zeit**

Bei dieser Schaltung wird nach kurzer Betätigung des Schalters der Kondensator aufgeladen. Die Entladung erfolgt durch den Widerstand gesteuert und liefert den Basisstrom für den Transistor, der etwa zehn Sekunden lang die Leuchtdiode leuchten lässt. Durch Austauschen des Kondensators können die Lernenden den Zusammenhang R-C durch Ausprobieren entdecken. Messungen der verschiedenen Spannungen lassen Rückschlüsse auf die auftretenden Ströme zu. Hier sehen die Lernenden erneut, wie ein Widerstand den Strom steuert. Benötigt man Kontrolllichter für bestimmte Zeitabstände, so kann dies durch so eine Schaltung realisiert werden.

### **2.3.4 Lichtsensor**

Hier wird den Lernenden die sogenannte „Darlington“-Schaltung vorgestellt. Die beiden Transistoren verstärken sich und zwar mathematisch in der Form, dass man die jeweiligen Verstärkungsfaktoren miteinander multipliziert. Unsere Transistoren haben einen Faktor von etwa 200. Damit ergibt sich ein Verstärkungsfaktor von ca. 40000. Diesen Effekt kann man sich zunutze machen, wenn man eine Leuchtdiode als Fotodiode verwenden möchte. Es fließt nämlich auch ein Sperrstrom in der Größenordnung einiger Nanoampere. Dieser ist in der Regel zu vernachlässigen. 40000-fach verstärkt lässt sich damit allerdings der Transistor durchschalten und die zweite Leuchtdiode leuchtet. Diese leuchtet um so heller, je mehr Licht auf die erste Leuchtdiode fällt. So erhält man ohne Fotodiode einen Lichtsensor.

### **2.3.5 Konstante Helligkeit**

Spannungsschwankungen sind für eine konstante Helligkeit einer Leuchtdiode eher unangenehm. Wenn man Batterien oder Akkus verwendet, so lässt im Laufe der Zeit die Spannung aber nach. Mit Hilfe dieser Schaltung steuert die rote Leuchtdiode den Basiseingang des Transistors auf etwa 1,6 Volt, da die Leuchtdiode diese Spannung abbaut. Die Basis-Emitter Spannung eines Transistors beträgt etwa 0,6 Volt. Somit liegt am Widerstand auf der Emitterseite immer etwa 1 Volt. Wie schon in den vorigen Übungen erfahren, steuert der Widerstand den Strom. Der Kollektorstrom entspricht dem Emitterstrom nahezu und sollte etwa 2 mA betragen. Deswegen braucht auch die Leuchtdiode keinen Vorwiderstand, da der Transistor den Strom steuert. Verwendet man gebrauchte und neue Batterien, so stellen die Lernenden fest, dass die Helligkeit der Leuchtdiode immer die selbe ist. Messungen bestätigen diese Faktoren.

### **2.3.6 Stromverbrauchsanzeige**

Oft stellt sich die Frage, ob wirklich ein Strom fließt. Meistens hat man kein Messgerät dabei und außerdem müsste man dazu allerdings die Schaltung trennen. Diese Schaltung zeigt aber recht einfach, ob ein Strom fließt. Sobald durch die Diode ein Strom fließt, fällt eine Spannung von 0,6 Volt ab, dadurch wird mit Hilfe des Widerstands der Transistor durchgeschaltet und die Leuchtdiode leuchtet. Somit lässt sich in einem Bereich von 9 bis 15 Volt und 10 mA bis 1 A anzeigen ob Strom fließt. Das heißt, Ladegeräte, CD-player oder etwa beim Galvanisieren hat man eine einfache Anzeige.

## **2.4 Abschluss**

Damit ist der Erweiterungsteil abgeschlossen. Passend zu den Grundsaltungen konnten die Lernenden praktische Schaltungen kennenlernen und ihr Wissen um die Funktionsweise der Bauteile vertiefen. Durch die Wiederholung der immer ähnlichen Schaltungen lassen sich Vergleiche anstellen und das Wissen sichern. Die mathematischen Routinen sind immer ähnlich und ermöglichen es so den Lernenden sich dieser immer besser zu bedienen.

## 3 ERGEBNISSE

### 3.1 Wie haben die Einheiten funktioniert?

Meine Lernenden kamen aus unterschiedlichen Schulen, Hauptschulen und der HTL. Alles in allem waren sie selbständiges Arbeiten mehrheitlich nicht gewohnt, sehr wohl aber Lehrerversuche, die sie beobachtend mitverfolgen. Ungewohnt war es auch, dass sie zwar jeder eine Box mit Bauteilen hatten, aber manchmal nur gemeinsam einen Versuch durchführen konnten. Durch vorangehende Übungen mit einem Grundlagenbaukasten waren sie aber schon den Arbeitsablauf gewohnt, also Boxen austeilen und die Form der Arbeitsblätter. Andererseits schätzten die Lernenden, dass sie in ihrer eigenen Geschwindigkeit arbeiten konnten.

Dadurch, dass die Schaltungen immer ähnlich aufgebaut sind konnten sich die Lernenden an die Schaltungen gewöhnen. Sie wussten schon, welche Bauteile sie verändern konnten und wie man sie berechnet. Manchmal waren Schaltungen schon „langweilig“, dadurch merkte ich aber, dass sie genau diese schon in- und auswendig kannten und damit „spielen“ können. Dadurch war das Wissen hinreichend gesichert, zumal oft ein bis zwei Wochen zwischen den Übungen vergingen.

In der letzten Stunde habe ich meine Lernenden gefragt, wie ihnen der Baukasten gefallen hat. Sie meinten, dass durch die vielen Übungen alles viel einfacher war. Es war nicht soviel Neues jede Stunde, aber immer ähnlich. Dadurch sind ihnen die Bauteile viel vertrauter gewesen. Einige „coole“ Schaltungen waren dabei, wie zum Beispiel der Geldscheinprüfer, der sie ob der wenigen Bauteile verblüfft hat.

Das Multimeter, das zu Anfang des Jahres noch sehr ungewohnt war, konnte von allen Lernenden am Ende des Jahres sicher bedient werden. Das erfreute mich, denn das war eines der Ziele. Im Vergleich zu den anderen Fachbereichsgruppen waren sie sogar etwas stolz ein solches Gerät bedienen zu können. Ebenso war der Umgang mit dem Schaltnetzteil am Ende des Jahre kein Problem und die Lernenden konnten ohne Probleme das Gerät aufbauen und bedienen.

Im Verlauf der Übungen wurde ein Elektrolytkondensator durch verkehrten Einbau zerstört und zwar mit einem heftigen Knall. Dieser Verlust hatte allerdings einen nachhaltigen Effekt, dass nämlich meine Lernenden das zwar „cool“ fanden, in den folgenden Übungen jedoch darauf achteten dieses Bauteil korrekt einzubauen.

Auch die Partnerarbeit funktionierte ohne Probleme. Einige, etwas bessere Lernende, nutzten ihren Vorsprung, den Anderen zu helfen. Ein Umstand, den ich nie vorgeschlagen hatte. Aber der positive Effekt machte mich bei manchen Schaltungen schlicht und einfach überflüssig. Ich beobachtete nur den Ablauf und lobte letztendlich Alle für ihre Arbeit. Selbst die Fehlersuche gestaltete sich so, dass sich meine Lernenden gegenseitig halfen und die Fehler fanden. In ihrer Sprache klang das in etwa so: „Kapierst net, des gehört da hineingesteckt, sonst kann ka Strom dorthin fließen!“

In einigen der Arbeitsblätter hatte ich unbeabsichtigt Fehler eingebaut, welche von einigen Lernenden gefunden wurden und somit während der Arbeit verbessert wurden. Auch dieser Umstand gefällt mir, da es zeigt, dass sie ihre Übungen erfolgreich verstanden haben.

Durch die Übungen konnte meine Gruppe im Laufe des Jahres viele interessante Schaltungen bauen, die ihnen auch Spaß machten. Verwundert waren sie darüber,

dass so wenige Bauteile notwendig waren um manche Dinge zu realisieren. Es war sowohl für gute als auch für schlechte Schülerinnen und Schüler möglich, alle Schaltungen erfolgreich aufzubauen, zu berechnen und auszumessen. Ich zähle das als Erfolg.

## **3.2 Wurden die Ziele erreicht?**

Im Laufe der Übungen habe ich Notizen gemacht, wenn ich mit den Lernenden gesprochen habe. Im Folgenden möchte ich eine Zusammenfassung dieser Gespräche und meiner Beobachtungen anführen.

### **3.2.1 Praktische Schaltungen**

Jede Schaltung hat eine praktisch anzuwendende Funktion. Diese war für die Lernenden einsichtig und manchmal etwas unerwartet. Es funktionierte jedoch jede Schaltung. Im Rahmen der Übungen wurde es immer einfacher, diese aufzubauen, sie zu berechnen und Messungen durchzuführen. Auch die Funktionsweise der Bauteile bereitet den Lernenden in zunehmendem Maße keine Probleme mehr.

### **3.2.2 Aufbauend komplexer**

Ausgehend von einem Spannungsteiler mit nur zwei Bauteilen entwickelten sich die Schaltungen hin zu einer Schaltung mit maximal 6 Bauteilen. Allerdings war der Aufbau immer ähnlich. Die Schaltungen wurden also immer komplexer, behielten jedoch ihre Ähnlichkeit. Dadurch fiel es den Lernenden leicht, deren Funktionsweise zu verstehen.

### **3.2.3 Sinnvolle Anwendungen**

Es gibt in diesem Baukasten keine Schaltung die nicht eine praktische Anwendung hat. Es war oft erstaunlich, wie wenig Bauteile für so manchen Effekt notwendig waren.

### **3.2.4 Querverbindungen**

Die Schaltungen sind alle sehr ähnlich aufgebaut. Weiter zurückliegende Schaltungen wurden auch in komplexeren Schaltungen verwendet. Wie zum Beispiel Spannungswandler oder die Kombination Widerstand und Leuchtdiode oder Kondensator.

### **3.2.5 Gelerntes Wiederverwenden**

Die Lernenden konnten die grundlegenden Schaltungen vom Beginn des Jahres hier wieder entdecken. Auch innerhalb dieses Baukastens erscheinen manche Kombinationen von Bauteilen immer wieder. Dies ermöglicht durch Wiederholung das bisher Gelernte zu vertiefen und zu sichern. Diese Wiederverwendung erscheint mir sehr sinnvoll, denn dadurch kann in Zukunft gesichert auf bisher Gelerntes zugegriffen werden.

### **3.2.6 Eigenes Lerntempo**

Dadurch, dass ich viele Schaltungen anbieten konnte, war es möglich, dass schnelle Schüler oder Schülerinnen durchaus mehrere Schaltungen pro Unterrichtseinheit erarbeiten konnten während Schlechtere ihre Übungen trotzdem zu Ende führen

konnten. Schneller Arbeitende nutzen die Zeit, ihren Partnern und Partnerinnen auf dem Weg zum Ende der Übung behilflich zu sein.

### **3.2.7 Zusammenfassung**

Wenn ich mir nun die Frage stelle, ob ich die Ziele erreichen konnte, kann ich guten Gewissens sagen, dass dies geschehen ist. Es war eine ausgewogene Mischung aus bisher Gelerntem und dessen Umsetzung auf praktische Anwendungen. Es wurde jeder Person ermöglicht, in ihrem eigenen Tempo zu arbeiten und trotzdem nichts zu verpassen. Die Möglichkeit der Partnerarbeit gab allen die Chance, davon zu profitieren. Die Lernschritte waren über das Jahr gesehen groß, verbunden mit dem besonderen Umstand des beiläufigen Lernens. Ich bin mir sicher, dass diejenigen, die dies in ihrem Beruf brauchen werden, die Grundlagen sicher verankert haben.

## **4 AUSBLICK**

### **4.1 Bedeutung**

In Bezug auf die Bedeutung für meinen Unterricht habe ich erfahren, dass durch den Wechsel eines früheren Frontalunterrichts zu einem selbständigen, projektorientierten Unterricht das Erreichen der Ziele wesentlich leichter durchzuführen war.

Im Lehrplan ist angeführt, dass die Lernenden physikalische (und chemische) Vorgänge beobachten, beschreiben und berechnen sollen. Nachdem ich bewusst diese Vorgänge in die Übungen immer wieder eingebaut habe, wurden die Lernenden im Laufe des Jahres ohne direkte Anleitung dazu zu dieser Vorgangsweise hingeführt.

Weiters sollen Gesetzmäßigkeiten erkannt und Grundkenntnisse sicher erworben werden. Durch die oftmalige Wiederholung ähnlicher Vorgänge wurde erreicht, dass die Zusammenhänge zwischen Widerstand, Strom und Spannung, welche im Ohm'schen Gesetz verbunden sind, gesichert bei den Lernenden angekommen sind.

Eine weitere Bedeutung hat dieses Projekt für mich, weil ich auch für andere Unterrichtsgegenstände eine ähnliche Herangehensweise vorhabe. Ich erwarte mir durch diese Art der Vermittlung von Inhalten ein viel intensiveres Beschäftigen mit der Sache und dadurch eine gesicherte Aneignung von Grundlagenwissen.

### **4.2 Weiterführung**

Im Rahmen eines Schuljahres haben wir etwa 33 Schulstunden in den 43 bis 44 Schulwochen. Die Differenz ergibt sich aus den schulfreien Zeiten, der Untätigkeit im Fach in der ersten und letzten Schulwoche, einer eventuellen Exkursion sowie den drei berufspraktischen Wochen an meinem Schultyp. Von diesen 33 Unterrichtseinheiten konnten etwa die Hälfte mit den Einheiten dieses Projekts bedient werden.

Die restlichen Stunden wurden mit einem ähnlichen System zur Erarbeitung der Grundlagen verwendet. Es wäre noch möglich, einige grundlegende Einheiten in das Fach „Fachkunde“ zu transferieren. Dadurch wäre es möglich, Operationsverstärker und Timerbausteine in die Übungen einzubauen. Diese würden den Lernenden zeigen, dass auch die Handhabung dieser Bauteile keine Kunst darstellt und mit sehr wenigen Bauteilen sinnvolle Schaltungen durchführbar sind. Das Lesen der Datenblätter wäre nicht sehr kompliziert, da sehr anschaulich beschrieben ist, wie die acht Anschlüsse zu belegen sind und welche Elemente damit angesteuert werden können.

Es wäre auch möglich, diese Schaltungen in Form von Kartonschaltungen aufzubauen, wobei die Bauteile verlötet werden würden. Dies wäre eine Überleitung in das Fach „Werkstätte“. Im Rahmen vom „Technischen Zeichnen“ könnten mit einem speziellen Programm die Schaltungen gezeichnet und als Platinenvorlage exportiert werden.

### **4.3 Nutzen für Andere**

Dieser Baukasten zur Anwendung einiger elektronischer Bauteile soll grundsätzlich allen interessierten Lehrpersonen zur Verfügung stehen. Die Gestaltung des Baukastens bleibt jeder Person selbst überlassen, die notwendigen Bauteile stehen als Liste zur Verfügung. Die Arbeitsblätter werden in einer Downloadversion auf schulrelevanten Stellen, zumindest aber auf der homepage meiner Stammschule zur Verfügung

gestellt. Sie sind im Format pdf erstellt und können kostenfrei heruntergeladen und verwendet werden. Es wird eine Möglichkeit geben, Anregungen und Ideen an mich zu senden und ich werde den Erweiterungsbaukasten dementsprechend pflegen und weiterführen.

Der Nutzen für andere Lehrpersonen besteht aber auch darin, sich die Methode anzuschauen und eventuell für andere Unterrichtsfächer zu adaptieren. Vielleicht ergibt sich durch die Nutzungsmöglichkeit für Andere ein Erfahrungsaustausch über die Grenzen des Schulbezirks hinaus.

## **5 URHEBERRECHTSERKLÄRUNG**

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit (=jede digitale Information, z.B. Texte, Bilder, Audio- und Video Dateien, PDFs etc.) selbstständig angefertigt und die mit ihr unmittelbar verbundenen Tätigkeiten selbst erbracht habe. Alle aus gedruckten, ungedruckten oder dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte sind zitiert und durch Fußnoten bzw. durch andere genaue Quellenangaben gekennzeichnet. Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird. Diese Erklärung gilt auch für die Kurzfassung dieses Berichts, sowie eventuell vorhandene Anhänge.

## 6 LITERATUR

BMUKK (2008), Lehrplan der Polytechnischen Schule. Wien: BMUKK

HANUS, B. (2004), Experimente mit superhellen Leuchtdioden. Poing: Franzis Verlag GmbH.

HANUS, B. (2002), So steigen Sie erfolgreich in die Elektronik ein. Dritte unveränderte Ausgabe. Poing: Franzis Verlag GmbH.

JÄHNL, C. (2007), Grundsaltungen der Elektrik und wesentliche Bauelemente der Elektronik. Graz: Projektarbeit für den Akademielehrgang Elektrotechnik.

KAINKA, B. (2008), Conrad Adventkalender 2008. Poing: Franzis Verlag GmbH.

KAINKA, B. (2008), Conrad Adventkalender 2009. Poing: Franzis Verlag GmbH.

KAINKA, B. (2009), Lernpaket Elektronik. Poing: Franzis Verlag GmbH

KAINKA, B. (2007), Schnellstart LEDs. Poing: Franzis Verlag GmbH.

LAY, P. (2009), Selbstbauprojekte mit Leuchtdioden. Poing: Franzis Verlag GmbH

STRASSHOFER, J. Elektronik mit Herz. Vierte Auflage. Grieskirchen: Eigenvervielfältigung

(2006), Lernpaket Elektronik 2006 - Handbuch. Poing: Franzis Verlag GmbH

## **7 ANHANG**

### **7.1 Arbeitsblätter**

In Anbetracht der Tatsache, dass die Arbeitsblätter infolge der eingebundenen Schaltpläne und Angabefotos recht groß sind, möchte ich beispielhaft nur ein Arbeitsblatt im Rahmen dieses Berichts einbinden. (Arbeitsblatt Nr. 6)

### **7.2 Fotos**

Nachdem Fotos, auch wenn sie entsprechend verkleinert werden, immer noch recht groß geraten, möchte ich im Anhang nur beispielhaft ein Foto beilegen und auf die entsprechende Seite im Internet verweisen.

### **7.3 Downloadmöglichkeit**

Ab 1.10.2010 besteht die Möglichkeit, sämtliche Arbeitsblätter, sowie den Baukasten als Bauteilliste auf folgenden Seiten herunterzuladen:

<http://www.skorzak.priv.at/elektronik2.htm>

<http://www.pts-hall.at>

Außerdem besteht dort die Möglichkeit, mittels mail mit mir in Kontakt zu treten.

Fotos meiner Fachbereichsgruppe während der Arbeit werden ebenfalls auf dieser Seite verlinkt.