



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

S6 „Anwendungsorientierung und Berufsbildung“

BAU VON ELEKTRONISCHEN DIGITALBAUKÄSTEN

ID 1261

Meinhard Pontilli

Heinrich Lackner

NMS/HS ALLEESTRASSE Köflach

Köflach, Mai 2009

INHALTSVERZEICHNIS

ABSTRACT	3
1 EINLEITUNG	4
1.1 Technisches Werken und Naturwissenschaftliches Experimentieren an der Hauptschule Köflach	4
1.2 Vorerfahrungen mit Klassenprojekten	5
2 ZIELE/AUFGABENSTELLUNG	6
2.1 Ziele	6
2.2 Aufgabenstellung	6
2.2.1 Planung.....	7
3 DURCHFÜHRUNG/METHODEN	11
3.1 Unterrichtsablauf	11
3.1.1 Schüler/innengruppe	11
3.1.2 Planungsphase	11
4 ERGEBNISSE	12
4.1 Schüler/innen sollen eigene Stärken erkennen	13
4.2 Übernahme von Verantwortung für die Arbeit der gesamten Gruppe	13
4.3 Einfluss auf die Ausdauer der Schüler/innen	14
4.4 Lehrziel "genaues Arbeiten"	14
4.5 Einfluss auf die Aktivität und Eigeninitiative der Schüler/innen	14
4.6 Einfluss auf die Motivation der Schüler/innen	14
4.7 Schülerkommentare in einer Diskussion aufgefangen:	14
4.8 Emotionaler Zugang der Mädchen und Burschen zur Technik	15
5 DISKUSSION/INTERPRETATION/AUSBLICK	16
5.1 Vergleich eigene Erwartungshaltung – Ergebnisse.....	16
5.2 Übertragbarkeit auf andere Schulen	16
6 LITERATUR	17

ABSTRACT

Herstellung eines Digitalkoffers aus den Erfahrungen mit einem Analogkoffer.

Ich habe festgestellt, dass Kinder gerne mit dem von mir abgewandelten Analogkoffer experimentieren und Versuche machen. (Transistor – Diode- LED - Kondensator.....)

Da ich auch Informatiklehrer und Elektroniklehrer in der Pflichtschule bin, habe ich mir überlegt, die Grundkenntnisse der Digitaltechnik den Kindern in Form eines Experimentierkastens näher zu bringen.

So schwebte mir vor, einen Digitalkoffer zu entwickeln, mit dem man genauso viele Experimente wie mit dem Analogkoffer machen könnte, diesen herzustellen und mit den Kindern zu erproben.

Schulstufe: 7. – 8.

Fächer: Naturwissenschaftliches Experimentieren, Physik, Informatik, Mathematik, Werken, Elektronik

Kontaktperson: Meinhard Pontilli M, PH, CH, EDV, WEK, TZ, Elektronik

Kontaktadresse: NMS/HS Alleestraße Köflach

E-Mailadresse mpontilli@yahoo.com



Abbildung 1 Die Gruppe

1 EINLEITUNG

Seit einigen Jahren gab es in der HS St. Peter Graz eine Elektronikgruppe (seit 3.11.2008 bin ich in Köflach HS Alleestraße). Diese setzte sich aus interessierten Kindern der Schulstufe 5 bis 8 zusammen. Mit dieser Gruppe habe ich viele Elektronikprojekte durchgeführt. Sehr gerne haben diese Kinder mit meinen Analogbaukästen gearbeitet, so war es für mich nahe liegend auch einen Digitalbaukasten nach demselben Prinzip zu entwickeln, um dann damit zu experimentieren. Schwerpunkt sollten hier die TTL und CMOS Bausteine, vor allem die logischen Grundfunktionen UND ODER NICHT u.s.w. sein. Je nach Interesse der Gruppe sollte man damit auch Speichern, Frequenzen teilen, Informationen schieben, Ereignisse zählen, u.s.w. experimentell durchführen können.

Wichtig dabei war mir immer die Einfachheit und Verständlichkeit der Schaltungen. Jeder der Kinder hat einen PC zu Hause, aber die Wenigsten wissen wie er funktioniert. Wenn durch den Digitalkoffer das Verständnis nicht ganz erwerbbar ist, so sollten doch gewisse Grundfunktionen damit erworben werden können.

Durch eine intensive Internetrecherche wurden zwar einige Bausysteme gefunden, aber alle stellten sich für die Altersstufe als zu schwierig heraus.

So wurde nach dem Prinzip den Analogkastens ein Digitalkasten entwickelt.

Dies beinhaltet die Forschung, die Entwicklung, Erstellung eines Ablaufplanes, Bereitstellung der Maschinen und Teile, und die (Massen-)Produktion selbst. Das Endprodukt sollte ein Digitalexperimentiersystem sein, das so einfach zu handhaben ist, dass es auch von Hauptschülern nachvollziehbar ist.

Die Unterrichtsform in diesem Teil des Projektes ist geprägt durch Nachahmen, Trial und Error, Einbringen eigener Erfahrungswerte und „Gewusst wo“- Suchen nach passenden Problemlösungen (Internet, Geschäften, Büchern, PC-Programmen). Hier kommen die Erfahrungen, die mit dem Analogbaukasten gemacht wurden zum Einsatz.

Durchgeführt wird das Projekt an der HS Alleestraße Köflach mit Kindern der 3. und 4. Klasse, die den Schwerpunkt Naturwissenschaftlichen Experimentieren und Technisches Werken der gewählt haben.

So arbeiteten hauptsächlich 12 Kinder an diesem Projekt, die teilweise aus dem normalen Unterricht befreit waren und mit mir in meiner freien Zeit viele manuelle Arbeiten durchführten. Die Arbeiten wurden auch im Rahmen des Werkunterrichtes durchgeführt, da einige Kinder beide Schwerpunktfächer belegt haben.

1.1 Technisches Werken und Naturwissenschaftliches Experimentieren an der Hauptschule Köflach

Mit 3. November 2008 wurde ich auf eigenem Wunsch in meinen Wohnort Köflach versetzt und zwar an die NMS/HS Alleestraße. Diese Schule hat schon seit einigen Jahren Schwerpunktfächer: Naturwissenschaftliches Experimentieren, Wahlpflichtfach technisches Werken, jeweils 2 Stunden in der Woche.

1.2 Vorerfahrungen mit Klassenprojekten

Umfangreiche Vorarbeiten auf der analogen Elektronikseite und Erfahrungen mit ähnlichen Projekten (Lärmampel).

Wichtig für mich ist vor allem das Verständnis wie digitale Schaltungen (Computer) funktionieren. Mit dem Digitalkoffer möchte ich die Stärken und Schwächen eines „Computers“ verdeutlichen („Dumm“ – aber schnell!).

2 ZIELE/AUFGABENSTELLUNG

2.1 Ziele

Mit dem Projekt werden folgende Ziele verfolgt

- Elektronische Grundkenntnisse haben, elektronische Bauteile kennen
- Schaltpläne organisieren, lesen und entwickeln können
- Platinenlayout am PC erstellen können
- Platinen belichten, entwickeln, ätzen, bestücken, löten
- Einen Digitalkoffer in „Massenproduktion“ herstellen
- Bewusstseinsbildung für digitale Schaltungen.

Damit wollte ich erreichen dass:

- Schüler/innen ihre eigene Stärken erkennen
- Schüler/innen im Rahmen eines gemeinsamen Projekts Verantwortung für die Arbeit der gesamten Gruppe übernehmen
- Schüler/innen die Fähigkeit entwickeln, länger durchzuhalten, und nicht nach wenigen Versuchen aufgeben (Ausdauer)
- Schüler/innen lernen, genau zu arbeiten
- Schüler/innen möglichst aktiv am Unterrichtsgeschehen teilnehmen und ange-regt werden, Eigeninitiative zu entwickeln
- Förderung der Motivation der Schüler/innen für den Unterricht
- Es sollte festgestellt werden, ob Mädchen und Burschen einen anderen Zu-gang zu der technischen Aufgabenstellung haben

2.2 Aufgabenstellung

Nach einer theoretischen Vorbereitung sollten die Schüler/innen im Rahmen eines gemeinsamen Vorhabens in Form eines Stationsbetriebs Elektronikbaukästen her-stellen...ganzheitliches Vorhaben, wie in einer Firma, von der Idee, zur Umsetzung - Prototyp, Kleinserie, Erarbeiten von Inhalten mit den selbst hergestellten Kästen.

2.2.1 Planung

Bau von elektronischen Digitalbaukästen	
2 UE	<p>Einführung - Digitalelektronik</p> <p>Digitale Bausteine</p> <ul style="list-style-type: none">• TTL• C-Mos• Kombination beider Technologien
1 UE	<p>Vergleich – Analog - Digital</p> <p>Analoge Bausteine</p> <ul style="list-style-type: none">• Transistor – Widerstand - Kondensator• Vorteile - Nachteile•
2 UE	<p>Marktanalyse - Bedarfserhebung</p> <p>Feststellen und suchen ähnlicher Inhalte im Internet - Diskussion</p> <ul style="list-style-type: none">• Cosmos - Baukästen• Andere• Vorteile - Nachteile

Planung des Experimentiergerätes

6 UE	<p>Digitaltechnik</p> <ul style="list-style-type: none">• IC - Platine• Eingabeeinheit• Ausgabeeinheit• Taster – Taktgeber• Netzteil? <p>Anfertigen von Skizzen und Entwürfen</p> <ul style="list-style-type: none">• Schaltplan der Teile• Gehäuse der einzelnen Teile• Modellanfertigungen <p>Reinzeichnen</p> <ul style="list-style-type: none">• Kennen lernen des Programms Eagle (freie Version)• Schaltplan mit Eagle• ROUTEN mit Eagle
---------	---

<h2>Herstellung der Nullserie</h2>	
10 UE	<p>Herstellen der Platinen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anfertigen der Folie • Die photobeschichtete Platine • Das UV-Belichtungsgerät (Studium des Gerätes - Aufbau - Verarbeitung - Manual) Bedienung des Gerätes Ermitteln der Belichtungszeit mittels Probestreifen • Belichten der Platine • Entwickeln der Platine NAOH - Lösung Gefahren - richtiger Umgang • Ätzen der Platine EisenIIIchlorid Das Ätzgerät (Studium des Gerätes - Aufbau - Verarbeitung - Manual) Bedienung des Gerätes Gefahren - richtiger Umgang • Bohren + Bestücken + Löten • Zusammenbau und Anschluss an den PC • Test <p>Spezialisierung</p> <p>In dieser Phase wird bereits eine Spezialisierung der einzelnen Schüler auf bestimmte Arbeiten vorgenommen. Dieser Teil ist sehr wichtig, da die Arbeiten durch dieses Spezialisieren optimiert werden sollen. Jeder Schüler ist für seine Arbeit 100% verantwortlich, kann aber in seinem Rahmen selbst Optimierungen vornehmen.</p> <p>Bis hierher haben die Schüler alle Arbeitsschritte mitverfolgt und können nun ihre Stärke herausfinden, wo sie in der Serienfertigung arbeiten möchten. Dadurch gewinnen die Schüler einen Überblick über die Arbeiten und können sich nun spezialisieren.</p> <p>Diskussion - Verbesserungsvorschläge</p> <p>Eventuelle Probleme bei der Fertigung sollen diskutiert und Verbesserungen durchgeführt werden. Das Mitspracherecht des Einzelnen ist sehr gefragt.</p>
<h2>Serienfertigung</h2>	
32 UE	<p>Die Serienfertigung erfolgt unter den oben gewonnenen Erkenntnissen. Dabei wird in einzelnen Teilschritten (Arbeitsstationen) gefertigt. Pro Station arbeiten maximal 2 Schüler.</p> <p>Herstellen der Platine</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anfertigen der Folie (falls Veränderungen!) • Belichten der Platine • Entwickeln der Platine • Ätzen der Platine • Bohren + Bestücken + Löten

Erstellung der Dokumentation		
10 UE		<p>Dieser Teil erfolgt teilweise zeitgleich mit der Serienfertigung. Hier ist wichtig, dass die Informationen bezüglich der Hardware mit einbezogen werden.</p> <p>Textverarbeitung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erfassen des Textes • Erstellen der Grafiken • Layout - Text und Grafik • Gliederung - Index • Ausdrucken des Manuals - Vervielfältigung • Binden des Manuals
Testphase		
2 UE		<p>Testen der Geräte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anschluss der Geräte • Testen der Geräte • •

3 DURCHFÜHRUNG/METHODEN

3.1 Unterrichtsablauf

3.1.1 Schüler/innengruppe

Durchgeführt wurde das Projekt mit Schüler/innen die Naturwissenschaftliches Experimentieren und technisches Werken belegt haben. Besonders interessierte Schüler/innen aus dieser Gruppe, haben mit mir jeweils Dienstags von der 2. bis zur 6. Stunde gearbeitet.

3.1.2 Planungsphase

Die Kinder waren aus dem normalen Unterricht herausgezogen und arbeiteten mit mir diesen Vormittag am Projekt.

Die Aufgabenverteilung war einfach. Ich habe die Arbeitsschritte vorgegeben und jeder musste für den Prototyp alle Schritte mitmachen. Da nun jeder Schüler alle Arbeitsschritte beim Prototyp kennen gelernt hat, konnte er sich jetzt zur Herstellung der Kleinserie seine Arbeit selbst aussuchen.

4 Ergebnisse

- **Schüler/innen ihre eigene Stärken erkennen**
im Laufe der Arbeiten stellte sich heraus, dass einige Schüler gerne manuelle Arbeiten sehr gut durchführten (Bsp.: David bohrte alle Platinen mit verschiedenen Bohrern von 0,8mm bis 1,3mm. Es waren insgesamt 3192 Löcher. Kein einziger Bohrer musste bei ihm „das Leben lassen“ während bei der Erstellung des Prototyps mehr als 10 Bohrer abgebrochen wurden! Alle wollten bohren im Anfang der Euphorie.)
Hannes: „Besonders gut hat mir das Ätzen gefallen!“
- **Schüler/innen im Rahmen eines gemeinsamen Projekts Verantwortung für die Arbeit der gesamten Gruppe übernehmen**
Es gab nach der Erstellung des Prototyps eine Besprechung. Jeder Schüler/in kannte die Arbeiten die gemacht werden sollten und konnte sich für eine entscheiden – diese musste er aber perfekt machen! Manche wussten nicht so recht, haben dann aber die Arbeiten, die keiner so recht wollte gemacht – und diese gut gemeistert, denn sie waren dafür verantwortlich!
- **Schüler/innen die Fähigkeit entwickeln, länger durchzuhalten, und nicht nach wenigen Versuchen aufgeben (Ausdauer)**
wie abgesprochen musst er die Arbeit bis zum Ende durchhalten und GENAU durchführen, was zum Teil beim Löten sehr schwierig wurde.
- **Schüler/innen lernen, genau zu arbeiten**
man konnte sich von Schülern, die gerade nicht zu tun hatten helfen/ablösen lassen, die Verantwortung lag jedoch beim zuständigen Schüler. Manche probierten es zwar, aber standen daneben und griffen dann doch wieder selbst ein, wenn es nicht der Qualität entsprach.
- **Schüler/innen möglichst aktiv am Unterrichtsgeschehen teilnehmen und angeregt werden, Eigeninitiative zu entwickeln.**
Jeder konnte Verbesserungen vornehmen, wenn sie im Rahmen der Arbeit lagen und Erleichterungen brachten. (Beim Bohren kam David auf die Idee zuerst alle Löcher mit 0,8mm danach alle 1mm und danach alle 1,2mm Löcher zu bohren. So musste er nicht immer den Bohrer wechseln. Immer funktionierte es nicht, da nicht immer alle Platinen gleichzeitig zum Bohren fertig waren.
- **Förderung der Motivation der Schüler/innen für den Unterricht**
Immer fragten mich die Schüler wann das Projekt wieder weiter geht. Es gab einige Wartezeiten, da ich wieder Material (Hardware) in Graz besorgen musste.
- **Es sollte festgestellt werden, ob Mädchen und Burschen einen anderen Zugang zu der technischen Aufgabenstellung haben.**
Manche Mädchen suchten sich eine leichte Arbeit (Ablängen der Drähte, oder Ätzen der Platinen (nur davor sitzen und acht geben) aus, denn da konnten sie viel „tratschen“. Sie machten aber trotzdem ihre gestellt Aufgabe sehr ordentlich und gewissenhaft.

4.1 Schüler/innen sollen eigene Stärken erkennen

Meine Beobachtungen und die Ergebnisse der Schüler/innenbefragung

Georg und Mathias waren beim Belichten und hatten wenig Stress. Sie mussten nur die Platinen richtig ins Belichtungsgerät einlegen und ca. 2 Minuten warten. Trotzdem brachten sie es fertig einige Platinen seitenverkehrt zu belichten.

Die Entwickler waren Endrit und Johannes. Sie hatten die Aufgabe die belichteten Platinen ins Entwicklerbad zu legen und genau zu beobachten bis sich die letzten Reste vom Belichtungsfilm gelöst hatten. Dies dauerte im Schnitt zwar nur einige Sekunden/Minuten (die Schlieren mussten alle fort sein) aber sie machten es sehr gewissenhaft und genau.

Jaqueline und Daniela waren bei der Ätzstation. Sie hatten die Aufgabe genau zu beobachten wann die Platine herauszunehmen war. Dies dauerte im Schnitt 20- 30 Minuten – d.h. sie hatten viel Zeit zum „Tratschen“. Trotzdem gab es Engpässe, wo sie im „Stress“ waren – sie meisterten es super.

Nun kam die Platine zur Bohrstation – eine etwas eintönige Arbeit, aber Leo machte sie genau und sehr gewissenhaft.

Danach wurden die Platinen bestückt. Mathias und Kevin waren hier die Spezialisten.

Gelötet wurde auf 2 Stationen und auch hier waren Leo und Johannes die genauesten Arbeiter.

Die Kabel ablängen, löten mit Schrumpfschlauch versorgen war eine Arbeit, die kontinuierlich ablief, aber nie Stress hervorrief. Jessi und Tanja lösten diese Aufgabe super – hatten aber auch Zeit sich zu unterhalten (beide 4. Klasse).

Zusammenfassend habe ich folgendes beobachtet:

Die Schüler waren begeistert bei der Arbeit und konnten die Dienstage an denen am Projekt gearbeitet wurde fast nicht erwarten. Sie arbeiteten sehr genau, ausdauernd und gewissenhaft, nahmen selbständig Verbesserungen ihrer Arbeitsschritte vor und steigerten dadurch die Qualität.

4.2 Übernahme von Verantwortung für die Arbeit der gesamten Gruppe

Auf die Frage: „Wie wichtig hast du deine Aufgabe empfunden?“ waren fast alle Antworten sehr wichtig.

Ein Schüler antwortete: „Meine Aufgabe war für mich sehr wichtig“.

4.3 Einfluss auf die Ausdauer der Schüler/innen

Auf die Frage was war für dich wichtig? Antworteten viele: Ausdauer, Geduld, Genauigkeit, eine ruhige Hand, ein Schüler fand sogar Schnelligkeit als wichtig.

4.4 Lehrziel "genaues Arbeiten"

Dies war durch die Spezialisierung und Verantwortung des einzelnen Schülers für sein „Produkt“ sehr hoch. Es gab bei der Herstellung der Kleinserie – im Gegensatz zum Prototypen – fast keine Ausfälle.

4.5 Einfluss auf die Aktivität und Eigeninitiative der Schüler/innen

Nicht jeden Dienstag konnte das Projekt stattfinden (Schularbeiten, wichtige Stunden) aber immer wurde ich von den Teilnehmern gefragt: „Ist morgen Projekt?“.

Auf die Frage warum sie am Projekt gearbeitet haben waren viele Antworten weil es Spaß gemacht hat, weil es interessant war, weil Herr Pontilli die coolsten Projekte mit uns macht, weil immer eine super Stimmung war, weil kein Unterricht war.

4.6 Einfluss auf die Motivation der Schüler/innen

Auf die Frage hast du gerne am Projekt gearbeitet kamen folgende Antworten:

Ja, weil es Spaß gemacht hat

Ja, weil wir etwas gelernt haben

Ja, weil es sehr interessant war

Ja, weil immer eine gute Stimmung war

Ja, weil kein Unterricht war

Ja, weil wir etwas hergestellt haben

Ja, weil wir für etwas verantwortlich waren

4.7 Schülerkommentare in einer Diskussion aufgefangen:

Das Bohren war ganz schön anstrengend und die Augen haben weh getan,

Das Belichten war nicht so schwer, aber trotzdem haben wir 5 Platinen falsch (seitenverkehrt) belichtet

Das Entwickeln war einfach, aber wir durften nicht mit den Fingern in die Entwicklungslösung greifen (wenn Herr Pontilli nicht hergeschaut hat, habe ich es doch manchmal getan)

Das Ätzen war nicht so anstrengend, wir mussten nur warten bis das Kupfer weg war, aber beim ersten Mal war unsere Kleidung fleckig vom Ätzmittel. (Am nächsten Tag zeigten mir Schülerinnen fast stolz ihre „Löcher“ in den T-shirts)

Das Bestücken war kompliziert, wir durften nichts verwechseln.

Das Lötten musste gelernt sein, denn Herr Pontilli war nicht immer zufrieden

Beim Herstellen der Kabel durften wir Musik hören, aber leider waren nicht alle Kabel genau gleich lang

Das Testen war nicht so schwer, aber das Piepsen vom Messgerät ging mir auf den Wecker

Das Experimentieren mit dem Koffer hat Spaß gemacht. Ich weiß jetzt wie schnell ein IC zählen kann.

Es hat viel Spaß gemacht ich würde gerne wieder so ein Projekt machen.

4.8 Emotionaler Zugang der Mädchen und Burschen zur Technik

Ich habe mich vor dem Projekt nicht so für Technik interessiert, aber jetzt interessiere ich mich viel mehr für Technik

Ich interessiere mich nicht so für Technik, aber es ist wichtig

Spannend war die Herstellung von Platinen

Ja, jetzt interessiere ich mich gerne für Technik

Seit dem Projekt interessiere ich mich ein bisschen mehr für Technik

Ich habe mich schon vorher für Technik interessiert, aber jetzt noch viel mehr

Ja, ich habe mich vorher interessiert und interessiere mich jetzt genauso

5 DISKUSSION/INTERPRETATION/AUSBLICK

5.1 Vergleich eigene Erwartungshaltung – Ergebnisse

Mich hat überrascht:

dass nur wenige Platinen Ausschussware waren

das nur wenige Bohrer abgebrochen wurden

dass alles recht einfach ablief

dass die Koffer super geworden sind

5.2 Übertragbarkeit auf andere Schulen

Durch eine ausführliche Foto- und Videodokumentation mit Schaltplänen und einem Manual ist es für einen Physiklehrer/in leicht möglich dieses Projekt an jeder anderen Schule durchzuführen.

6 LITERATUR

z.B.:

ACKERL, B., LANG, C. & SCHERZ, H.: Fächerübergreifender Unterricht mit experimentellem Schwerpunkt am Beispiel NWL BG/BRG Leibnitz. MS Pilotprojekt IMST² 2000/01. BG/BRG Leibnitz 2001.

ATKIN, M. & BLACK, P.: Policy Perils of International Comparisons - The TIMSS Case. Phi Delta Kappan, Vol. 79 (1), September 1997, 22-28.

FULLAN, M.: Change Forces. Probing the Depths of Educational Reform. Falmer Press: London, New York & Philadelphia 1993.

IFF (Hrsg.): Endbericht zum Projekt IMST² – Innovations in Mathematics, Science and Technology Teaching. Pilotjahr 2000/01. Im Auftrag des BMBWK. IFF: Klagenfurt 2001.