



IMST – Innovationen machen Schulen Top

Informatik kreativ unterrichten

ENTMYSTIFIZIERUNG DES ZENTRALEN ARBEITSGERÄTS DER INFORMATIK, VERANSCHAULICHUNG DES COMPUTERS ALS ARITHMETISCH-LOGISCHES SCHALTWERK

ID 731

Stefan Otti

Universität Klagenfurt

Klagenfurt, März 2012

Inhaltsverzeichnis

ABSTRACT	3
1 EINLEITUNG	4
1.1 Motivation	4
1.2 Rahmenbedingungen	4
1.3 Ziele des Projekts.....	4
1.3.1 Globalziel	4
1.3.2 Ziele auf SchülerInnenebene	5
1.3.3 Ziele auf LehrerInnenebene	5
1.4 Zeitplan.....	5
1.5 Verbreitung.....	5
2 PROJEKTHALT	6
2.1 Überblick über die drei Unterrichtseinheiten	6
2.2 1. Einheit: Zahlensysteme „unplugged“	6
2.3 2. Einheit: Logische Schaltungen mit WinBOOLE	8
2.4 3. Einheit: Der Schritt zur Mikroprogrammierung mit dem Streichholz-Computer.....	12
3 EVALUATION	14
3.1 Auswertung des Abschlusstests	14
3.2 Auswertung der Erhebungsbögen.....	17
3.2.1 Erhebung zu Projektbeginn	17
3.2.2 Erhebung zu Projektende	19
3.3 Auswertung Projektziele auf SchülerInnen- und Lehrerebene	22
3.4 Persönliche Anmerkungen („Fallstricke“)......	24
3.5 Genderfragen	24
4 LITERATUR	25

ABSTRACT

Im Rahmen dieses Projekts sollen SchülerInnen der 5. Klasse AHS unter Zuhilfenahme verschiedener Unterrichtsmethoden und mittels Simulationssoftware die grundlegenden Mechanismen und Prinzipien eines Computers vermittelt werden. Der Bogen spannt sich dabei vom binären Zahlensystem über die Konstruktion logischer Schaltungen bis hin zur (einfachen) Mikroprogrammierung.

Insgesamt geht es um die Vermittlung von zeitlosen Grundlagen, die über aktuelle Trends im Informatikunterricht hinausgehen und um die Frage, ob sich dies mit den vorgestellten Werkzeugen und Methoden bewerkstelligen lässt.

Schulstufe: 5. Klasse AHS (9. Schulstufe)

Fächer: Informatik

Kontaktperson: Stefan Otti

Kontaktadresse: Alpen-Adria Universität Klagenfurt, Universitätsstraße 65-67, 9020 Klagenfurt

1 EINLEITUNG

1.1 Motivation

Die vorliegende Arbeit soll LehrerInnen dabei helfen, einen Unterrichtsschwerpunkt rund um die Themen „Rechnen im binären Zahlensystem/Entwurf logischer Schaltungen/Mikroprogrammierung“ zu gestalten. Das Projekt wurde mit zwei fünften Klassen einer AHS durchgeführt, eignet sich aber laut den ersten Rückmeldungen auch für andere Schulformen und Jahrgangsstufen. Für die erleichterte Umsetzung im Unterricht findet der/die LeserIn im Anhang die verwendeten Unterrichtsmaterialien inklusive Abschlusstest. Der Autor freut sich über Rückmeldungen von KollegInnen, die damit gearbeitet haben und beantwortet gerne Fragen von solchen, die mit dem Gedanken spielen, diese Themen in ihren Unterricht einzubauen.

Dieses Projekt eignet sich auch für Ihren Unterricht, wenn...

... Sie den ausgetretenen Pfad des Informatikunterrichts rund um Benutzerschulung und ECDL verlassen möchten.

... Sie Interesse an den Grundlagen des Faches haben und diese auch den SchülerInnen vermitteln wollen.

... Ihre SchülerInnen „tiefer“ in die Informatik einsteigen möchten, aber keine oder nur geringe Programmierkenntnisse haben.

... Sie den SchülerInnen die Funktion des Computers „von Grund auf“ erklären wollen.

1.2 Rahmenbedingungen

Im Gegensatz zu den meisten anderen IMST-Projekten die von LehrerInnen durchgeführt werden, ist dieses das Projekt eines Diplomanden, der sich die Schule, an der selbiges durchgeführt werden sollte, selbst aussuchen konnte. Nach Abwägung mehrerer Faktoren, darunter Schulform, Klassengröße, Geschlechterverteilung, Interesse der Lehrperson und Anfahrtsweg fiel die Entscheidung auf das Ingeborg-Bachmann-Gymnasium in Klagenfurt.

Die Unterrichtseinheiten erstreckten sich über einen Zeitraum von drei Wochen, wobei die 5d-Klasse die dritte und vierte Unterrichtsstunde (09:40-11:20) Informatik hatte und danach die 5c-Klasse (11:30-13:10).

1.3 Ziele des Projekts

An dieser Stelle sollen die zum Zeitpunkt der Antragstellung definierten und später nochmals verfeinerten Projektziele lediglich aufgezählt werden, deren Überprüfung findet sich weiter hinten im Evaluationsteil.

1.3.1 Globalziel

Verständnis der SchülerInnen für grundlegenden Mechanismen und Prinzipien eines Computers, die über aktuelle Trends hinaus Gültigkeit haben

1.3.2 Ziele auf SchülerInnenebene

- Konstruktion einfacher Schaltungen
- Grundlegendes Verständnis des Prinzips der Modularisierung
- Erforschen der Funktion bestehender Schaltungen und Erweiterung/Änderung derselben
- Förderung der Teamarbeit beim Lösen von Gruppenaufgaben
- Präzises Arbeiten bei der Konstruktion eigener Schaltungen
- Wecken von Interesse / Erkennen des eigenen Talents für informatische Sachverhalte und Aufgabenstellungen

1.3.3 Ziele auf LehrerInnenebene

- Gestaltung eines Themenschwerpunktes "Schaltungsentwurf und Mikroprogrammierung im Informatikunterricht"
- Richtiger Einsatz didaktischer Software
- Rollenwechsel zum "Coach", der den SchülerInnen beim Lösen der Aufgaben zur Seite steht
- Auffrischen/Erweitern des eigenen Methodenpools
- Rückmeldung über und ggf. Anpassung der Unterrichtsmethoden und des -stoffes

1.4 Zeitplan

Sommer 2011	Konzeption der Unterrichtseinheiten Erstellung der Unterrichtsmaterialien
28. 11. 2011	Starterhebung über die Vorkenntnisse und Interessen der SchülerInnen 1. Unterrichtseinheit: Zahlensysteme „unplugged“
05.12.2011	2. Unterrichtseinheit: Logische Schaltungen mit WinBOOLE
12.12.2011	3. Unterrichtseinheit: Der Schritt zur Mikroprogrammierung mit dem Streichholzcomputer Abschlusstest Schlusserhebung
Bis 25. 02.2011	Verfassen des Zwischenberichts
Bis 15.07.2011	Verfassen des Endberichts

1.5 Verbreitung

Neben der üblichen Verbreitung des Projektberichts über die IMST-Homepage hatte der Autor die Möglichkeit, im Rahmen einer LehrerInnenfortbildung an der AAU Klagenfurt „inf2school“ (Fakultät für Technische Wissenschaften an der AAU Klagenfurt 2012) sein Projekt den KollegInnen persönlich vorzustellen. Dabei wurde vonseiten der TeilnehmerInnen insbesondere die Skalierbarkeit positiv bewertet.

2 PROJEKTINHALT

2.1 Überblick über die drei Unterrichtseinheiten

Unterrichtseinheit	Inhalte
1. Einheit	Zahlensysteme im Vergleich (Dezimalsystem, Binärsystem) Zahlendarstellung im Binärsystem Umrechnen zwischen den Zahlensystemen Addition im Binärsystem
2. Einheit	Sinn und Zweck von Schaltungen Bausteine/Gatter einer Schaltung (UND, ODER, XOR) Verbindung von Gattern zu einem Halbaddierer Kombination von Halbaddierern zu einem Volladdierer Kombination von Halb- und Volladdierern zu einem Addierwerk
3. Einheit	Der Streichholzcomputer mit seinen fünf Befehlen Addition mit dem Streichholzcomputer Leeren eines Registers Simulationssoftware für aufwändigere Mikroprogramme Abschlusstest

2.2 1. Einheit: Zahlensysteme „unplugged“

Als Motivation für die erste und die beiden folgenden Einheiten wurde den SchülerInnen mit auf den Weg gegeben, dass sie danach einen anderen Blick auf Computer haben würden, weil sie besser verstünden, wie einfach diese dem Grunde nach funktionierten.

Daran schloss sich auch die einführende Erklärung über die Wichtigkeit des binären Zahlensystems für die Informatik an, weil sich die elektronische Datenverarbeitung grundsätzlich mit zwei Spannungszuständen zufrieden geben muss. Um einen Bezug zum bekannten Dezimalsystem herstellen zu können, fertigte der Autor ein Tafelbild mit dem untenstehenden Beispiel an (die Zahl 5328 zerlegt in Zehnerpotenzen):

$$5 * 1000 = 5 * 10 * 10 * 10 = 5 * 10^3$$

$$3 * 100 = 3 * 10 * 10 = 3 * 10^2$$

$$2 * 10 = 2 * 10 = 2 * 10^1$$

$$8 * 1 = 8 * 1 = 2 * 10^0$$

Der Schritt von den Zehner- zu den Zweierpotenzen wurde mit Hilfe der von Mag. Ernestine Bischof erarbeiteten Punktekärtchen vollzogen (Gallenbacher 2008). Diese stellen – vergleichbar mit Augenzahlen auf einem Würfel – die Zweierpotenzen dar und lassen sich durch Aneinanderreihen zu einer Dualzahl kombinieren, wie auf folgendem Foto dargestellt:

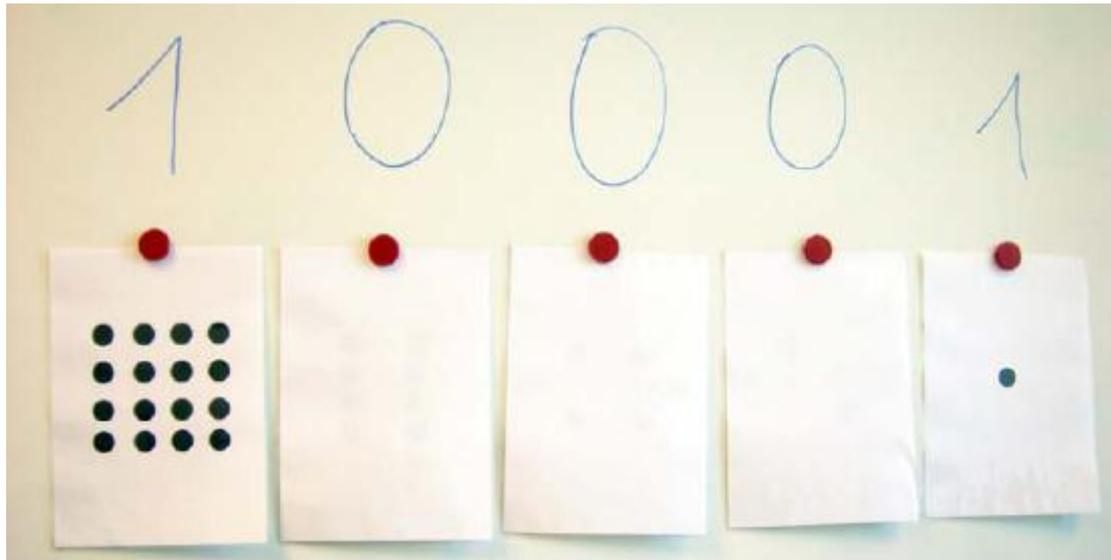


Abbildung 1: Punktekärtchendarstellung der Zahl 17

Als Erweiterung zu dieser Darstellung ließ der Autor fünf freiwillige SchülerInnen der Größe nach vor der Klasse aufstellen und gab ihnen die Punktekärtchen aufsteigend und verdeckt in die Hand. Nun sollten die SchülerInnen, die noch auf ihren Plätzen saßen, herausfinden, wie verschiedene Zahlen zwischen 1 und 31 aussehen würden. Nachdem man sich auf eine Darstellung geeinigt hatte, wurden zur Kontrolle die genannten Kärtchen von den freiwilligen SchülerInnen in die Höhe gehoben und es konnte sofort überprüft werden, ob die vermutete Darstellung richtig war (was ab dem dritten Beispiel immer zutraf).

Im Plenum wurden darauf die Fragen diskutiert, welche Zahl mit den Kärtchen die höchste darstellbare wäre, was man machen müsste, um höhere Zahlen darzustellen und welche Gesetzmäßigkeiten den SchülerInnen bei der Anzahl der Punkte auf den Kärtchen auffiele. Diese konnten schnell beantwortet werden und daher wurden die SchülerInnen beauftragt, gemeinsam mit ihren SitznachbarInnen zu überlegen, wie weit man mit den Fingern einer Hand zählen könnte, wenn man diese „binär“ betrachten würde, also mit den zwei Zuständen „ausgestreckt“ und „nicht ausgestreckt“.

Diese Aufgabe, die von den Zweiergruppen mit dem spontanen Eifer eines Wetträtsels angegangen wurde, brachte aufgrund der Analogie (fünf Stellen) mit den Kärtchen auch schnell das richtige Ergebnis. Schwieriger wurde es bei der Frage, wie weit man dann mit beiden Händen zählen konnte, wo vor allem die Unkenntnis über höhere Zweierpotenzen (64, 128, 256, 512, 1024) ausschlaggebend dafür war, dass die Klasse zu keinem einheitlichen Ergebnis kam und der Autor schließlich die Lösung an seinen Fingern abzählen musste.

Den Wechsel von der Zweier- zur Einzelarbeit sowie von der mündlichen zur schriftlichen Formulierung vollzog der Autor mit dem Ausgeben des vorbereiteten Arbeitsblattes 1 (siehe Anhang), auf dem die SchülerInnen Fragestellungen zu den Zehnerpotenzen sowie dem Umrechnen vom Dezimal- ins Binärsystem und umgekehrt lösten, dabei ließ der Autor das Horner-Schema komplett außen vor, da dies aus seiner Sicht für die Umrechnung niedriger Zahlen (bis 31, wie auf den Kärtchen vorgestellt) nicht notwendig ist und eher für Verwirrung sorgen würde.

Nachdem die Addition den „roten Faden“ durch die drei Unterrichtseinheiten darstellt, folgte auch beim ersten Termin gleich nach der Übungsphase zum Umrechnen zwischen den Zahlensystemen die Umsetzung der Addition im binären Zahlensystem. Um die Tücke des Übertrags zu veranschaulichen und an bereits bekanntes anzuknüpfen, wurden zuerst zwei Dezimalzahlen (mit Übertrag) addiert und dann überlegt, wie das im binären Zahlensystem realisiert werden könnte.

Wie sich später bei der Beurteilung der schriftlichen Wiederholung herausstellen sollte, wurde dieser Teil wohl auch tatsächlich gut verstanden, wenngleich mehr Zeit zum Vertiefen und Festigen des Umrechnens zwischen den Zahlensystemen nicht geschadet hätte. Dem Autor war allerdings vor allem daran gelegen, den Vorgang der Addition gut zu vermitteln, da die nachfolgenden Einheiten (vor allem der Entwurf und die Konstruktion des Halb- und Volladdierers) darauf aufbauten.

2.3 2. Einheit: Logische Schaltungen mit WinBOOLE

Anknüpfend an die Aussagen der Schüler wurde nochmals auf die Wichtigkeit der Addition als grundlegende Rechenoperation für die Funktionalität von Datenverarbeitungssystemen verwiesen und der rote Faden weiter gezogen zur aktuellen Einheit, in welcher die SchülerInnen selbst einen „Mini-Computer“ bauen sollten, der die Addition beherrscht.

Nachdem geklärt war, dass es sich bei der Konstruktion des Addierwerks nicht um eine physische, sondern eine virtuelle Realisierung mit Hilfe eines Programms handelt und der damit verbundenen Ernüchterung (die SchülerInnen hätten offenbar gerne mit Bauteilen und Lötkolben gearbeitet) ging es an die Erklärung der Gatter eines Schaltwerks. Dazu wählte der Autor im Vorfeld die drei für die Konstruktion eines Halbaddierers notwendigen Bauteile (UND, ODER, XOR) aus.

Im Folgenden wurde ein Tafelbild skizziert, das weitestgehend dem nachfolgenden Gatter entspricht. Dazu gehörte auch eine Erklärung der Funktionalität jedes Bausteins, wobei besonders das – eigentlich unproblematische – UND-Gatter für Verwirrung sorgte, weil die Addition umgangssprachlich mit „und“ gleichgesetzt wird, was bei den SchülerInnen den Gedanken auslöste, man könnte mit einem einfachen UND-Gatter bereits zwei Binärzahlen addieren.

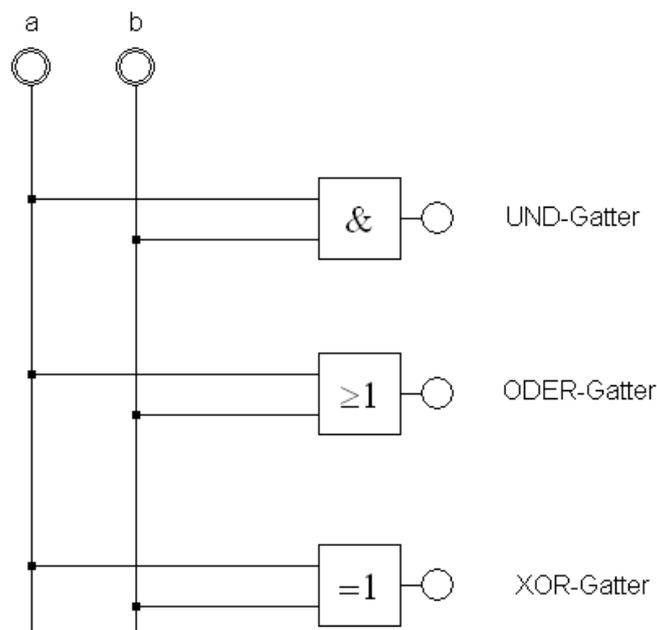


Abbildung 2: Die drei grundlegenden Gatter

Nach dem Lehrervortrag über die theoretischen Grundlagen konnten sich die SchülerInnen selbst am Schaltungsbau versuchen. Dank des übersichtlich gehaltenen Interfaces (man vergleiche ein CAD-Programm zum Schaltungsentwurf!) ging der Medienwechsel ohne größere Probleme vonstatten und die SchülerInnen konnten mit der zweiten Aufgabe der Einheit, dem Entwurf eines UND-Gatters mit zwei Eingängen, betraut werden. Dabei ging es erstens um das Vertrautwerden mit WinBOOLE und zweitens um die unvergleichbar einfache Analogie von „Strom aus – Strom ein“ mit „0 – 1“, die durch die Möglichkeit der verschiedenen Ansteuerbarkeit der Gatter – einerseits mittels Leitungsschienen und LEDs, andererseits mittels 0/1-Anzeigen – realisiert werden kann:

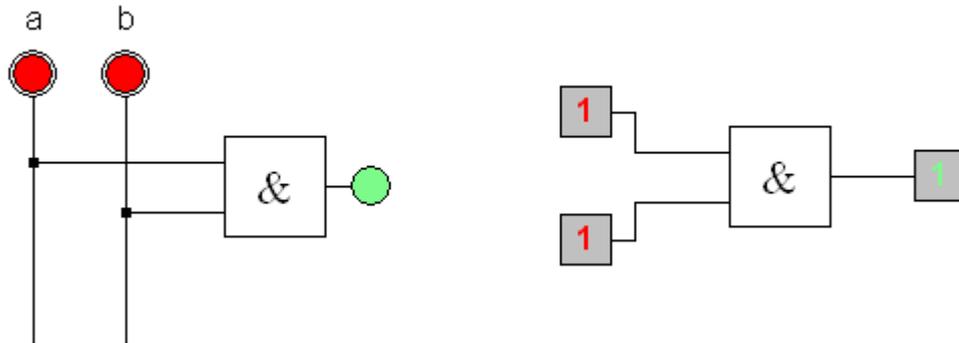


Abbildung 3: Zwei mögliche Konstruktionen des UND-Gatters

Nach einigen missglückten Versuchen, die hauptsächlich mangelnder Genauigkeit beim Verbinden der Anschlüsse geschuldet waren, konnten schließlich alle SchülerInnen mit dem nächsten Beispiel, der Konstruktion eines Halbaddierers, beginnen. In einer Form von „Betriebsblindheit“ war dem Autor beim Erstellen des Übungsblattes nicht aufgefallen, dass der Ausdruck „Halbaddierer“ noch nicht näher definiert war und unter Umständen zu Fragen führen könnte und genau so kam es auch. Woher sollten SchülerInnen, die sich vorher noch nie mit Schaltungen beschäftigt hatten auch wissen, warum dieser Addierer nur „halb“ addierte und wie man eigentlich nur „halb“ addieren konnte?

So wurde wieder an bereits Gehörtes angeknüpft und an die Addierbeispiele der ersten Einheit erinnert: wenn bei der Addition von zwei Zahlen ein Übertrag aufgetreten war, musste an der nächsthöheren Stelle nicht nur der erste Summand mit dem zweiten, sondern auch noch der Übertrag addiert werden, was eine Addition von insgesamt drei Zahlen vonnöten macht. Dies kann der Halbaddierer ganz offensichtlich nicht.

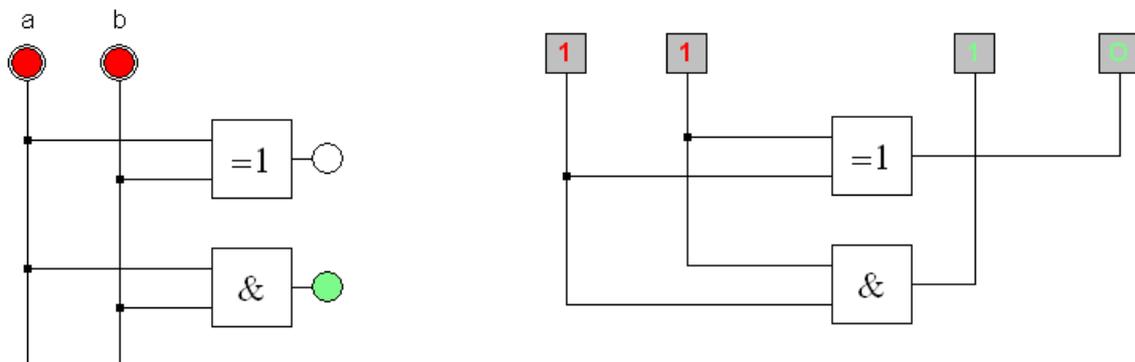


Abbildung 4: Zwei mögliche Konstruktionen des Halbaddierers

Das Prinzip der Modularisierung (eine Teilmenge der fundamentalen Idee der strukturierten Zerlegung) sollten die Schüler bei der nächsten Aufgabe anwenden. Statt den aus zwei Gattern bestehenden Halbaddierer zu replizieren und mit dem bestehenden zu verschalten, konnten sie aus zwei vorgegebenen Halbaddierer-Modulen einen Volladdierer konstruieren.

Obwohl – rückblickend betrachtet – der Zweck eines Volladdierers aus Lehrersicht zu dieser Zeit noch nicht ausreichend erklärt war, gingen die SchülerInnen mit Eifer an der Konstruktion, die zum Großteil auch dem entsprach, was bei der Konzeption der Einheit angestrebt wurde. Es zeigten sich zwar einige Tücken in der Handhabung der Software, vor allem im Zusammenhang mit der automatischen Leitungsverlegung, diese konnten aber bei einem Neuaufbau der Schaltung durch besser geplante Anordnung der Bauteile bereinigt werden. So kam am Ende der Gruppenphase in jeder Klasse eine Gruppe zum richtigen Ergebnis und die beiden jeweils anderen Gruppen waren nicht weit davon entfernt:

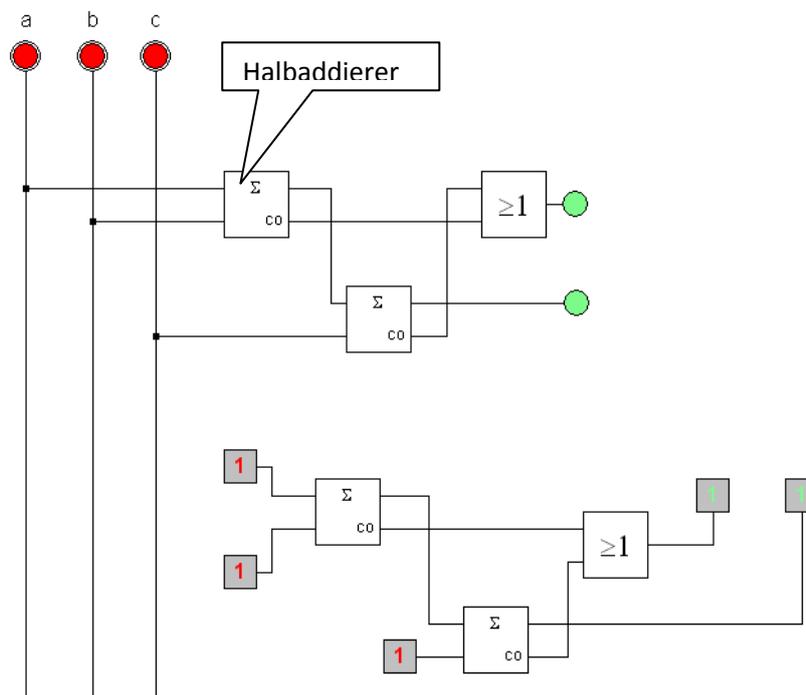


Abbildung 5: Zwei mögliche Konstruktionen des Volladdierers

Zwei Fliegen mit einer Klappe zu schlagen war die Intention des nächsten Beispiels, der Konstruktion eines 4-Bit Addierwerks. Einerseits sollte das Prinzip der Modularisierung noch weiter vertieft werden, indem nicht nur Halb- sondern auch Volladdierer als vorgefertigte Bauteile miteinander verschaltet werden, andererseits sollte mit der Verwendung von 7-Segment Anzeigen für die erleichterte Lesbarkeit der Ein- und Ausgabewerte die (maschinelle) Umrechnung vom binären ins dezimale Zahlensystem illustriert werden.

So wurde die geforderte Skizze nicht wie geplant von einer einzelnen Gruppe sondern im Plenum diskutiert und vom Autor an die Tafel gebracht. Sogar bis zur Implementierung kamen ein paar schnelle SchülerInnen noch, bevor die Musterlösung präsentiert und für alle zur Analyse zugänglich gemacht wurde:

4-Bit Addierschaltung

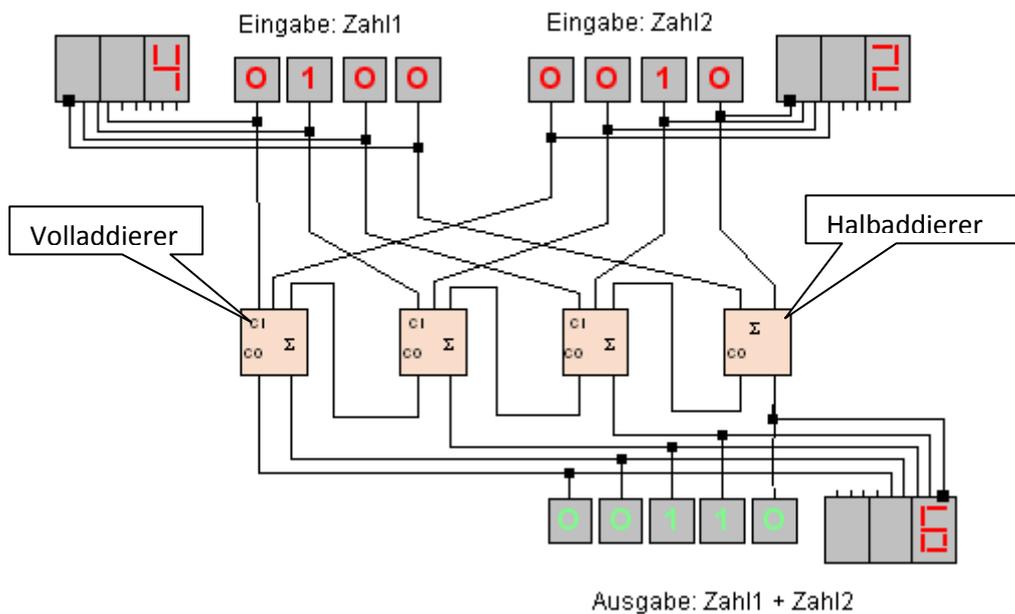


Abbildung 6: Optimierte Darstellung des 4-Bit Addierwerks

Als Motivation, sich zu Hause weiter mit dem Thema zu beschäftigen wurden USB-Sticks mit der Simulationssoftware und den in der letzten Aufgabe beschriebenen Dateien (siehe Anhang) an die SchülerInnen verteilt mit der Aussicht auf einen positiven Arbeitsvermerk für den Fall, dass jemand bis zum nächsten Termin herausgefunden haben sollte, welche Berechnungen die in den Dateien enthaltenen Schaltungen durchführen.

Der Ehrlichkeit und Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass kein/e SchülerIn in der nächsten Stunde eine Lösung für die gestellten Zusatzaufgaben präsentieren konnte.

2.4 3. Einheit: Der Schritt zur Mikroprogrammierung mit dem Streichholz-Computer

Wie die erste Einheit fand auch die letzte anfangs „unplugged“, also ohne Computereinsatz, statt. Im Gegensatz zu den fest verdrahteten Schaltwerken von der vorherigen Einheit sollten diesmal zwei beliebige Zahlen, die der Benutzer in Form von Streichhölzern angeben kann, miteinander addiert werden.

Das Konzept des „Know-How-Computers“ (siehe Anhang) stammt zwar aus den 1980er Jahren, ist nach Meinung des Autors aber fachlich und didaktisch heute noch genauso aktuell wie damals. Fachlich, weil es ein wunderbar einfaches Modell einer Registermaschine ist und die Trennung von Daten und Befehlen anschaulich erklärt und didaktisch, weil es neben der visuellen auch eine haptische Komponente, nämlich das Auf- und Umlegen von Streichhölzern in die verschiedenen Register, enthält.

In aller Kürze handelt es sich dabei um ein einfaches Modell einer Registermaschine, die mit fünf vordefinierten Befehlen (**increase**, **decrease**, **is zero**, **jump** und **stop**) auskommt und die Zahlen in den Registern mit Hilfe von Streichhölzern symbolisiert werden.

Den nächsten Schritt stellte das Durchspielen unseres Musterbeispiels, der Addition (siehe Anhang), an der Tafel dar. Dazu wurde auf der Tafel eine dem Streichholzcomputer nachempfundene Skizze angefertigt und die Befehle eingetragen.

Obwohl die Mehrheit der SchülerInnen den Algorithmus nach dem ersten Durchlauf verstanden hatte, spielte der Autor ihn noch ein zweites Mal mit anderen Werten durch. Im Nachhinein betrachtet konnte es der Autor wohl einfach nicht glauben, dass ein Unterrichtsinhalt wie dieser, der gespickt ist von Informatik (Schleife mit Sprungbefehlen, Abfrage auf Null, sequenzieller Ablauf, Einadressbefehle die entweder den Program Counter oder das Datenregister verändern usw.) so einfach verstanden werden kann, doch genau hier kommt wohl die große Stärke des Streichholzcomputers zum Vorschein.

Trotz des offensichtlich guten Verständnisses beim ersten Beispiel war dem Autor etwas mulmig, als er die Schüler bat, sich der nächsten Aufgabe zu widmen, dem Leeren eines Registers. Doch gleich in der ersten Klasse, der 5d waren sich nach wenigen Minuten zwei Burschen sicher, die Lösung gefunden zu haben.

Nachdem das Legen der Streichhölzer bei komplexeren Aufgaben mühsam wird und die Schüler naturgemäß gerne an den Computern arbeiten, durften sie nach den ersten beiden Übungen die Geräte einschalten und mit der Simulationssoftware „Know How PC“, die eine einfache Implementierung des Streichholzcomputers darstellt, weiterarbeiten. Mir erschien es dennoch wichtig, dass die SchülerInnen nicht von Anfang an am PC arbeiteten, sondern die Funktionsweise des Streichholzcomputers im wahrsten Sinne zuerst „begreifen“ mussten. Darüber hinaus ist auf der Papierversion des Streichholzcomputers der Platz in den Befehlszeilen natürlich begrenzt, was spätestens beim dritten Mikroprogramm zu Schmierereien führt. Auch bei dieser Einheit sollte der Medienwechsel so unkompliziert wie möglich erfolgen, weshalb die besagte Software auch dem bisher verwendeten Blatt sehr nahe kommt und darüber hinaus über eine einfache Möglichkeit zur Simulation der eingegebenen Programme verfügt:

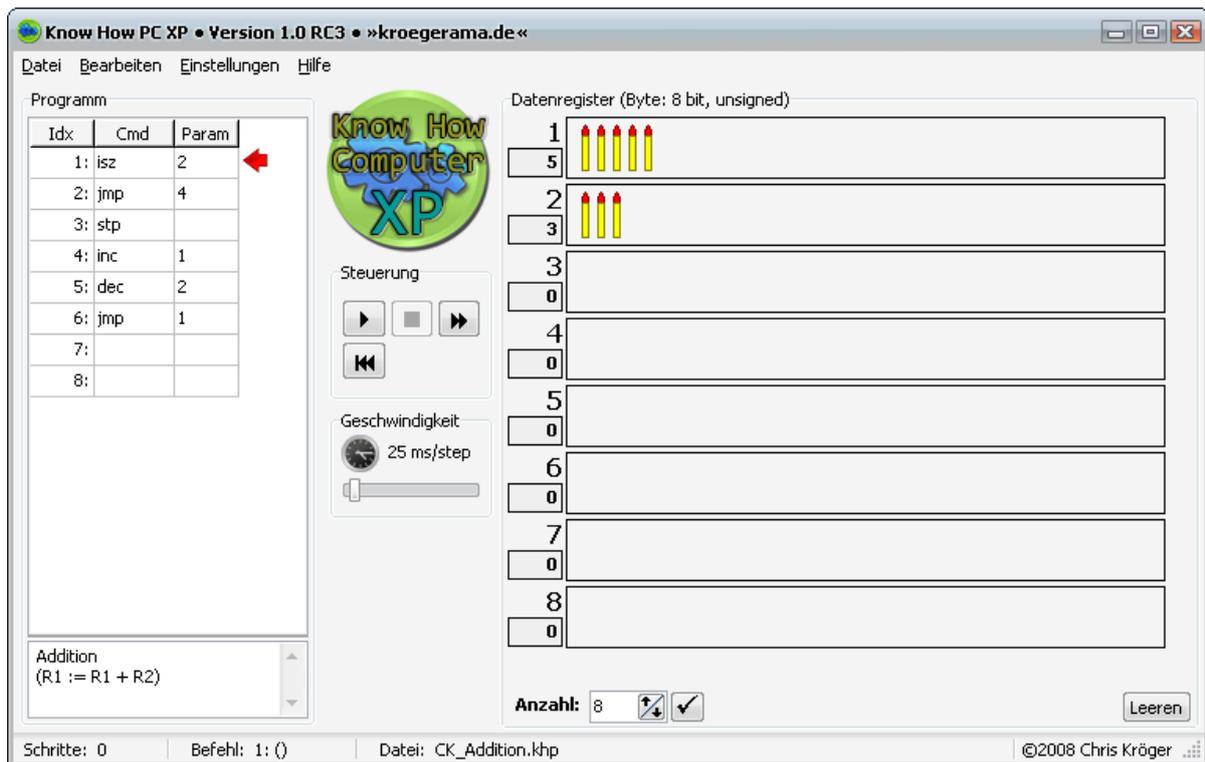


Abbildung 7: GUI der Simulationssoftware

Erklärung zum Screenshot: Auf der linken Seite ist das „Programm“, also die Abfolge der Befehle mit dem jeweiligen Parameter (z. B. „inc 1“ für „erhöhe die Zahl der Streichhölzer in Register 1 um 1“) zu sehen, während auf der rechten Seite die acht Register mit den enthaltenen Zahlenwerten, symbolisiert durch Streichhölzer angezeigt werden. Die abgebildete Befehlssequenz ist eine Implementierung einer Addition der Werte des Registers 1 und 2, wobei das Ergebnis am Ende in Register 1 steht. Eine Liste der Befehle und deren Erklärungen findet sich im Anhang auf Seite 31 im Rahmen mit der Überschrift „Die Befehle“.

Der Autor hatte sich vor dem Halten der Einheit darauf eingestellt, die nächste Aufgabe, eine Subtraktion, selbst lösen und präsentieren zu müssen, weil die SchülerInnen auf den „Kniff“, nämlich von beiden Registern immer eins abzuziehen solange bis ein Register leer ist, nicht kommen würden. Die Überraschung blieb nicht aus: zumindest in der 5d-Klasse gelang es den beiden Buschen, die die erste Aufgabe schon so gut gelöst hatten, wiederum, der Klasse eine voll funktionsfähige Lösung zu präsentieren, die zwar nicht mit der minimal möglichen Anzahl an Befehlen auskam, aber das war in diesem Moment nicht von Belang. Nachdem ich die oben beschriebene Möglichkeit mit dem abwechselnden Wegnehmen der Streichhölzer in der 5c-Klasse erwähnt hatte, wurde die Aufgabe auch dort rasch gelöst.

Das, was den Streichholzcomputer für mich didaktisch so herausragend macht, ist, dass dabei quasi „im Vorbeigehen“ Dinge wie das Lesen eines Programmablaufplans, Schleifen, bedingte Anweisungen und Algorithmisierung im Allgemeinen behandelt und – noch wichtiger – verstanden werden.

3 EVALUATION

Im Zuge einer umfassenden Evaluation des Projekts hat sich der Autor dafür entschieden, neben einem Abschlusstest, der die Kenntnisse und Fähigkeiten der SchülerInnen überprüfen sollte, zu Beginn und Ende einen Evaluationsbogen mit qualitativen und quantitativen Fragestellungen auszugeben, um „weiche“ Faktoren wie das Interesse am Informatikunterricht und an technischen Berufen abzufragen.

3.1 Auswertung des Abschlusstests

Direkt im Anschluss an die letzte Unterrichtseinheit fand ein zehnmütiger Test (siehe Anhang) statt, der zeigen sollte, welche Inhalte bei den SchülerInnen im Gedächtnis geblieben waren. Es sollten zu diesem Zeitpunkt schließlich sämtliche Kenntnisse der letzten drei Doppelstunden noch präsent sein und nicht nur Überblickswissen. Anzumerken ist noch, dass den Schülern als Motivation eine positive Mitarbeitsnote für das gute Abschneiden beim Test in Aussicht gestellt wurde.

Bei der nachfolgenden Tabelle wurde auch berücksichtigt, dass zwei Schülerinnen der 5c nur zwei der drei Unterrichtseinheiten besucht hatten und daher nur 20 statt 30 Punkten erreichen konnten.

Klasse: 5c, 11 SchülerInnen

Lfd. Nr.	Geschlecht	Punkte	Note
01	w	25/30	2
02	w	15/20	3
03	w	28/30	1
04	w	20/20	1
05	w	27/30	2
06	m	28/30	1
07	w	23/30	3
08	w	3/30	5
09	m	5/30	5
10	m	24/30	2
11	m	20/30	3

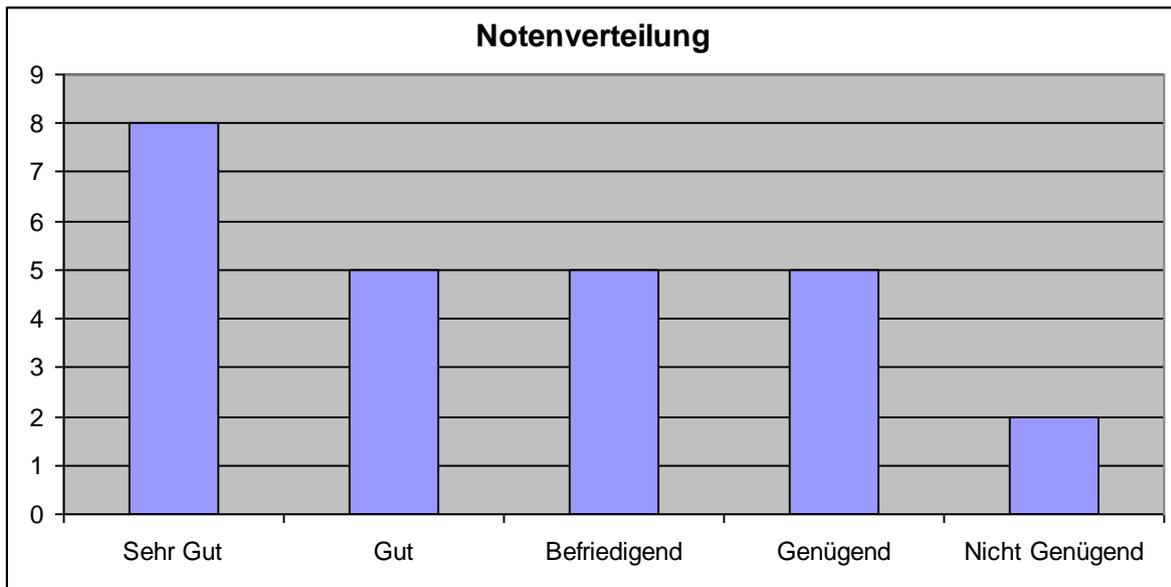
Klasse: 5d, 14 SchülerInnen

Lfd. Nr.		Punkte	Note
01	w	15/30	4
02	m	16/30	4
03	m	25/30	2
04	m	20/30	3
05	m	15/30	4
06	w	20/30	3
07	m	30/30	1
08	w	29/30	1
09	m	28/30	1
10	m	27/30	2
11	w	30/30	1
12	w	30/30	1
13	m	17/30	4
14	w	19/30	4

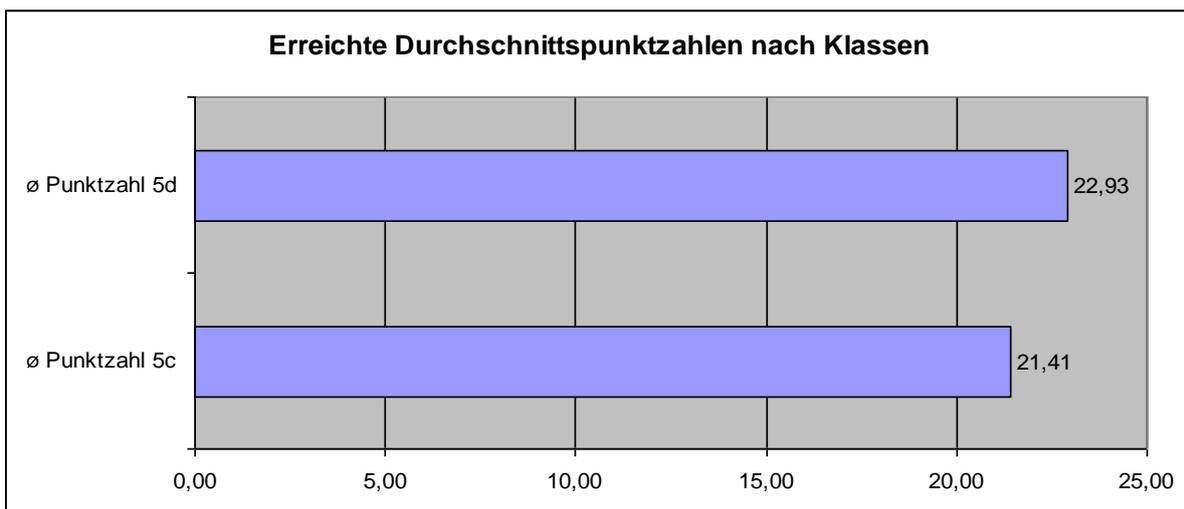
Tabelle 1: Ergebnis des Abschlusstests

Auf den ersten Blick stechen die beiden „Nicht Genügend“ in der 5c-Klasse hervor, die noch dazu mit einstelligen Punktzahlen nicht einmal annähernd an ein „Genügend“ herangekommen sind. Diese SchülerInnen konnten sich offenbar gar nicht mit den Inhalten des Projekts anfreunden, sind dem Autor aber während der gehaltenen Stunden nicht in negativer Weise aufgefallen. Es muss wohl noch am „Lehrerauge“ gearbeitet werden, das SchülerInnen, die sich innerlich bereits vom Unterricht verabschiedet haben, frühzeitig erkennt und wieder einbindet.

Diese beiden „Nicht Genügend“ sind es wohl auch, die den Notenschnitt in der 5c-Klasse auf 2,55 drücken, während er in der 5d-Klasse bei 2,5 liegt. Erwartungsgemäß ist die Standardabweichung damit in der 5c höher (1,37) als in der 5d (1,30), was auf eine homogenere Verteilung der Leistungen in letzterer spricht.

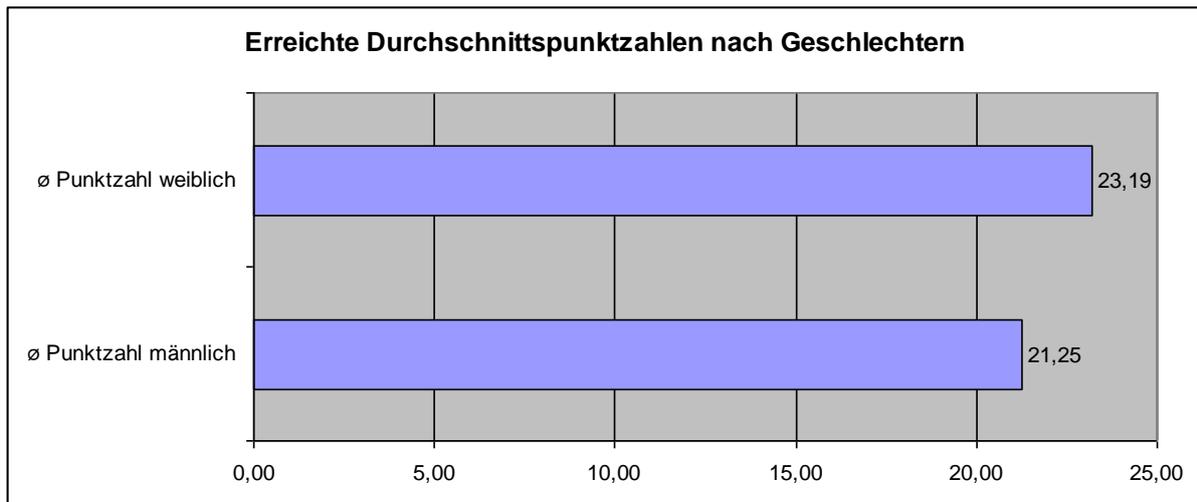


Für die folgenden Auswertungen sollen zwecks höherer Genauigkeit statt Schulnoten die erreichten Punktzahlen betrachtet werden.



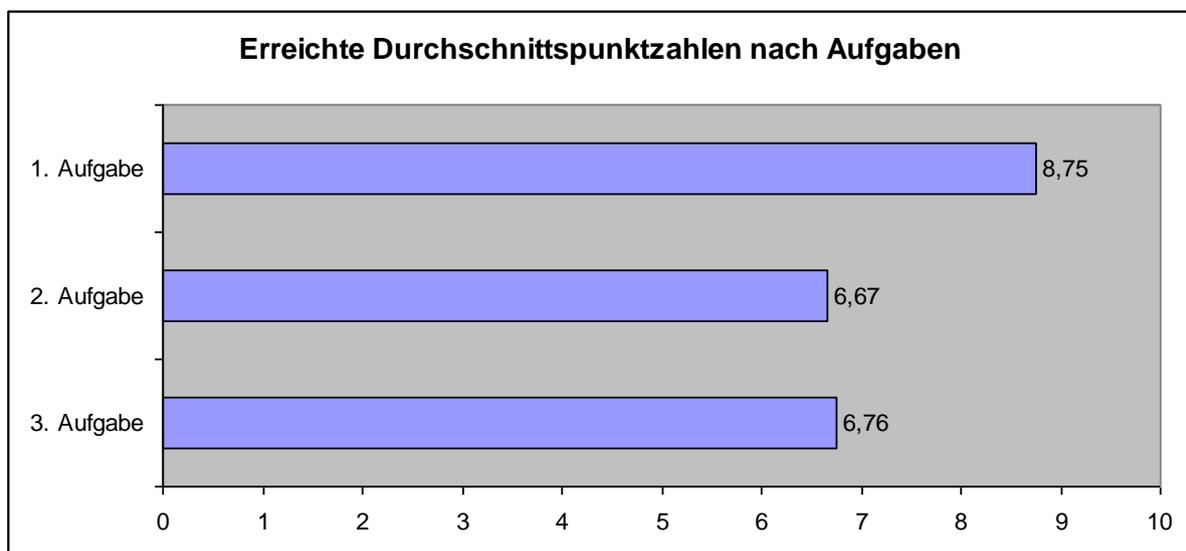
Nicht nur beim Notendurchschnitt, sondern auch bei den Punktzahlen hat die 5d-Klasse die Nase vorn, auch wenn der Abstand nur 7 % beträgt.

Schon größer wird der Abstand, wenn man die Durchschnittspunktzahlen nach Geschlechtern betrachtet, hier liegt er immerhin bei 9 %.



Ein für den Genderaspekt höchst erfreuliches Ergebnis zeigt die Auswertung nach Geschlechtern: hier haben die Mädchen mit 9,1% höherer Punktzahl die Nase vorn.

Angesichts der Einschätzung der Kollegin, die den Informatikunterricht in den beiden Klassen durchführt (und meiner eigenen), dass der Test eher zu schwierig als zu leicht gestellt ist, sind die Ergebnisse durchaus sehenswert. Gerade die nach Einschätzung des Autors und der unterrichtenden Kollegin schwierige Aufgabe 3, bei der es um das Aufstellen eines Algorithmus ohne Zuhilfenahme des Rechners geht, wurde von den SchülerInnen ziemlich gut gelöst (pro Aufgabe max. 10 Punkte erreichbar):

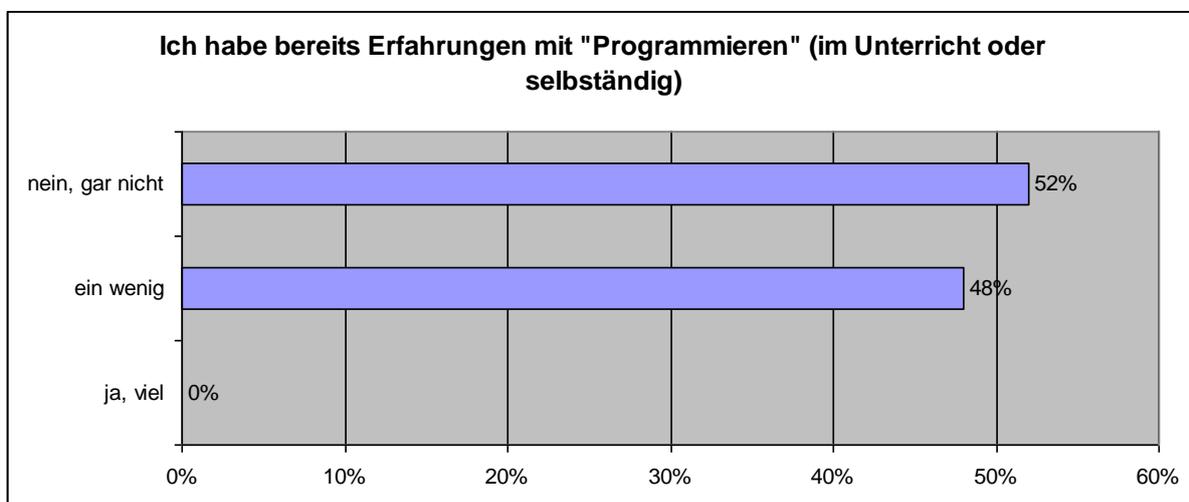
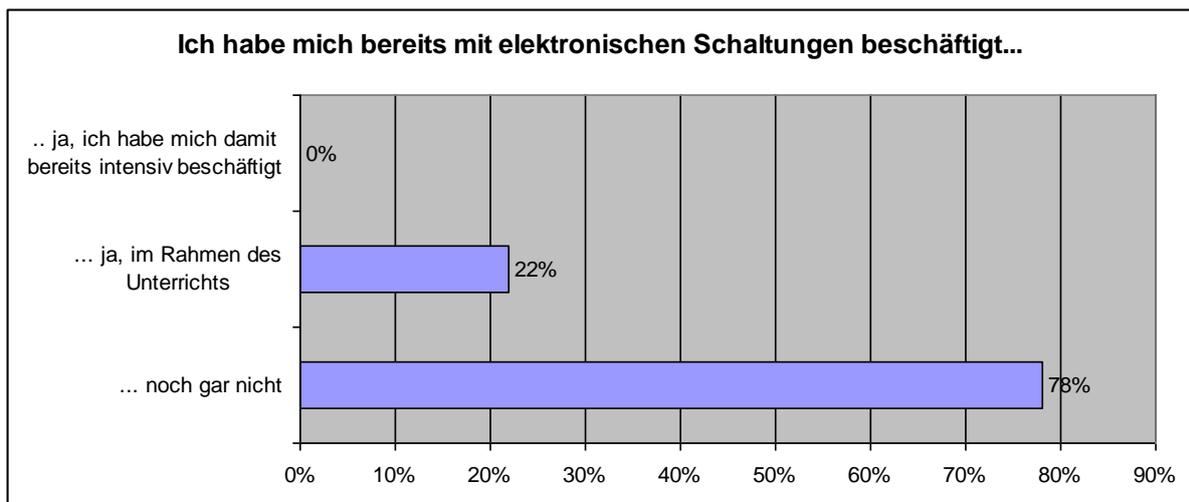
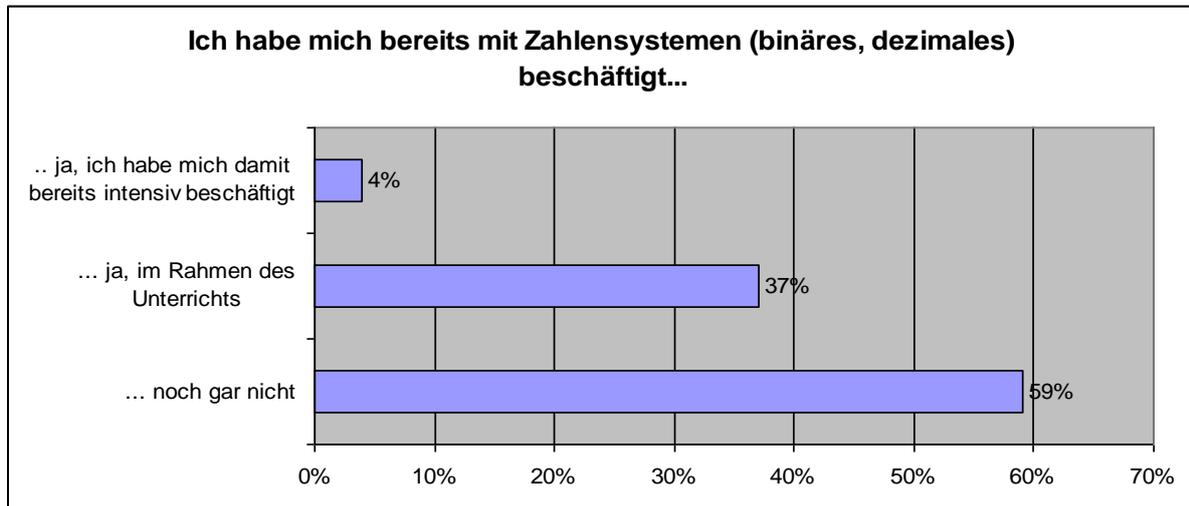


Dem Informatikunterricht „unplugged“ in der ersten Einheit mit den Punktekärtchen und verschiedenen Methoden und Sozialformen wird bei diesem Test ein hoher Lernwert bescheinigt. Es ist natürlich zu überlegen, inwieweit sich dieses Ergebnis nur auf die Qualität der gehaltenen Unterrichtseinheit selbst oder grundsätzlich höheres Interesse der SchülerInnen an Zahlensystemen als an Schaltungsentwurf und Mikroprogrammierung zurückführen lässt.

3.2 Auswertung der Erhebungsbögen

3.2.1 Erhebung zu Projektbeginn

Die SchülerInnen wurden vor Projektbeginn ersucht, einen kurzen Fragebogen auszufüllen, der sich sowohl auf die zu behandelnden Gebiete als auch das allgemeine Interesse an Informatik und IT bezieht.



Um den SchülerInnen Gelegenheit zu individuellen Antworten zu geben, wurden auch zwei offene Fragen gestellt. Die Antworten lassen darauf schließen, dass im bisherigen Informatikunterricht wohl hauptsächlich Benutzerschulung betrieben wurde. Bei der nachfolgenden Aufstellung entspricht eine Markierung einer gegebenen Antwort, diese kann also auch aus mehreren Begriffen bestehen.

Welche Stichwörter fallen dir zum Informatikunterricht ein? Gib bitte maximal drei an!

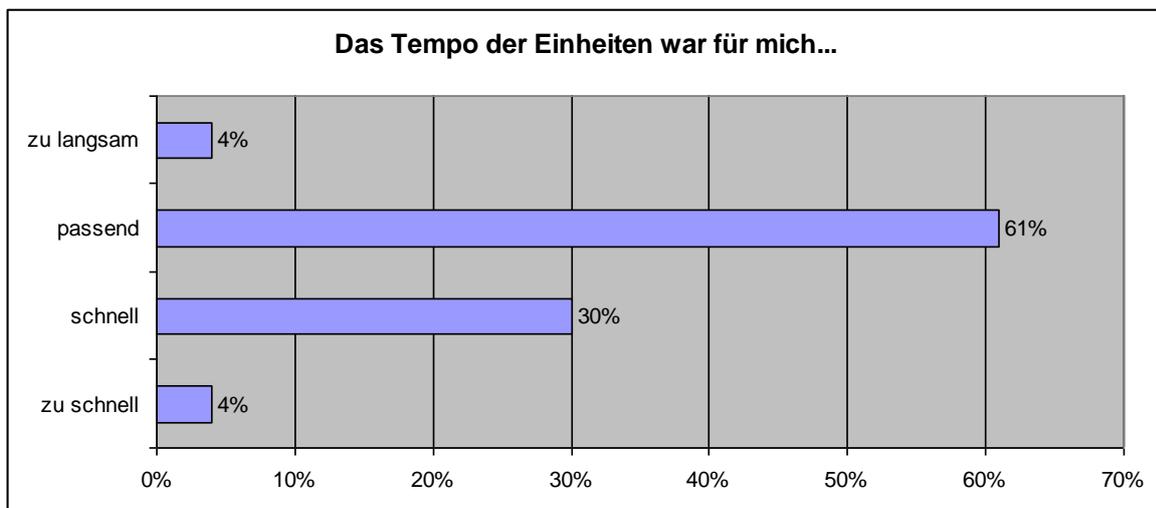
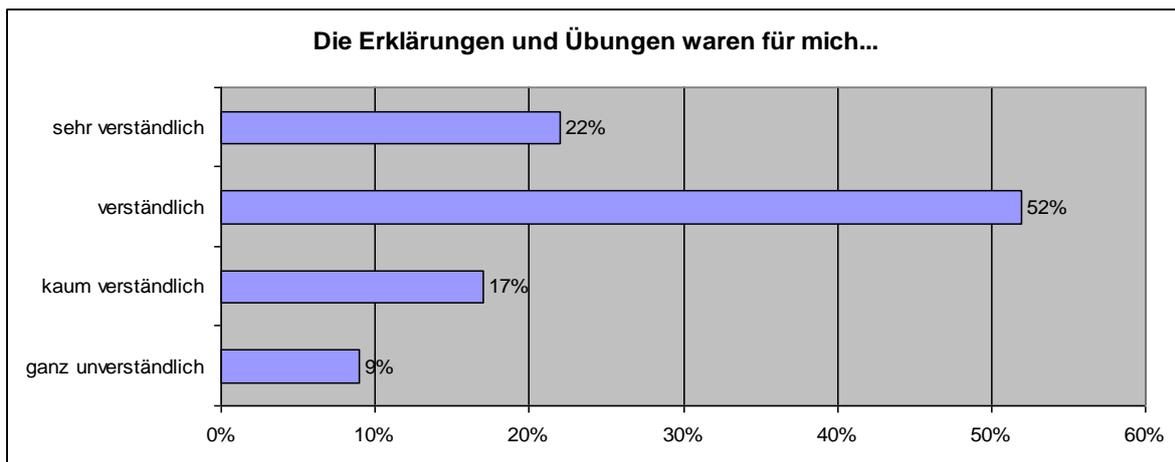
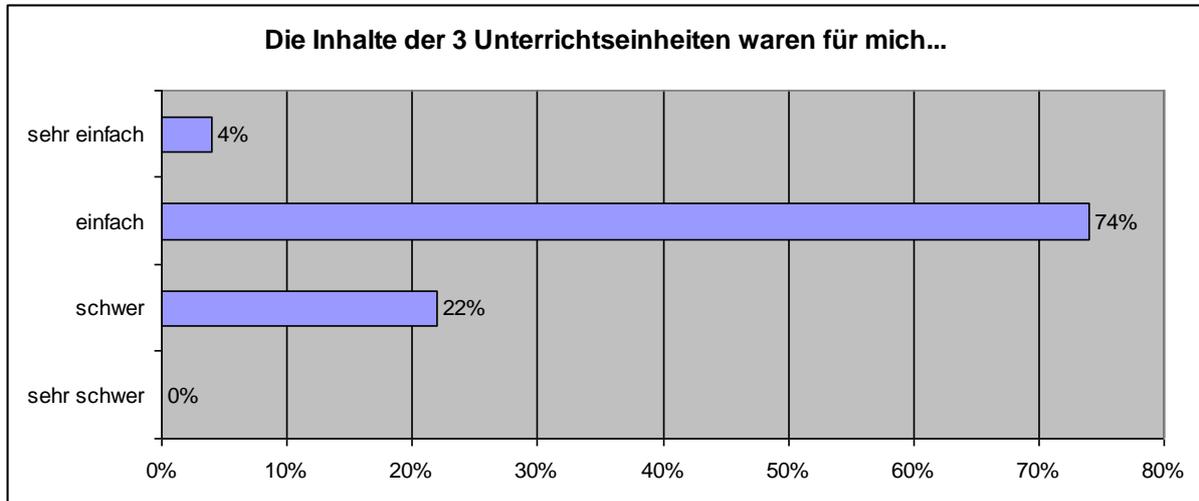
Computer, Internet, Word interessant nützlich computer,internet,microsoft Internet Computer
Bearbeitungsprogramme Computer, Internet, Betriebssystem Computer Internet Microsoft Office Internet Word/Excel
/Powerpoint microsoft Microsoft Word Photoshop Microsoft Excel excel,powerpoint,word Internet Microsoft Word
Präsentationen PowerPoint-Präsentation Internet Excel Microsoft Verwaltung Computer, Anwendungen, Microsoft
Office Computer, Internet, Programme Microsoft Internet PC Internet, Office, Programme Office Internet
Computer Windows Word Internet Internet Windows words Computer Internet Cmd Computer Window ...

Welche Themengebiete aus der Informatik interessieren mich besonders?

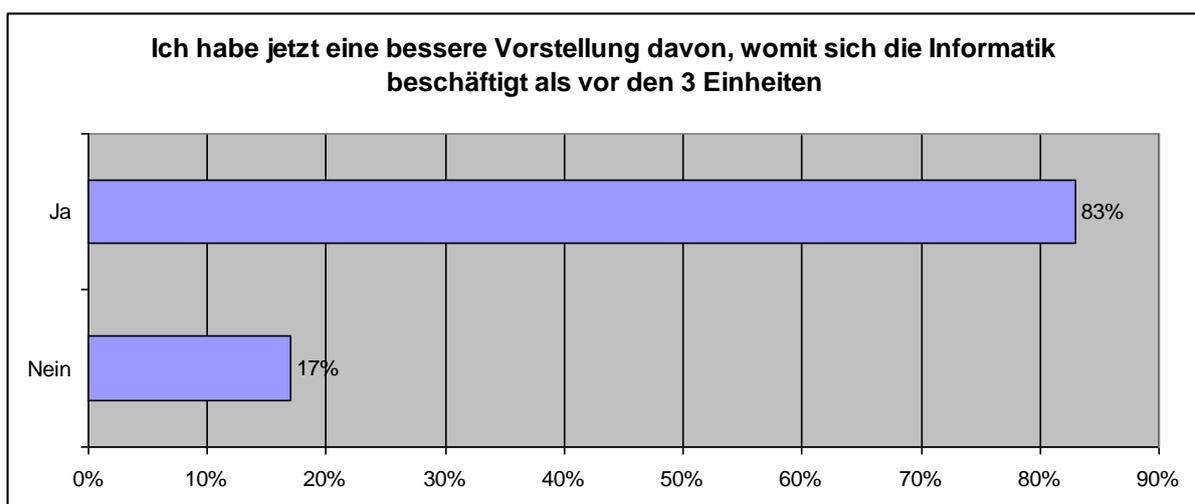
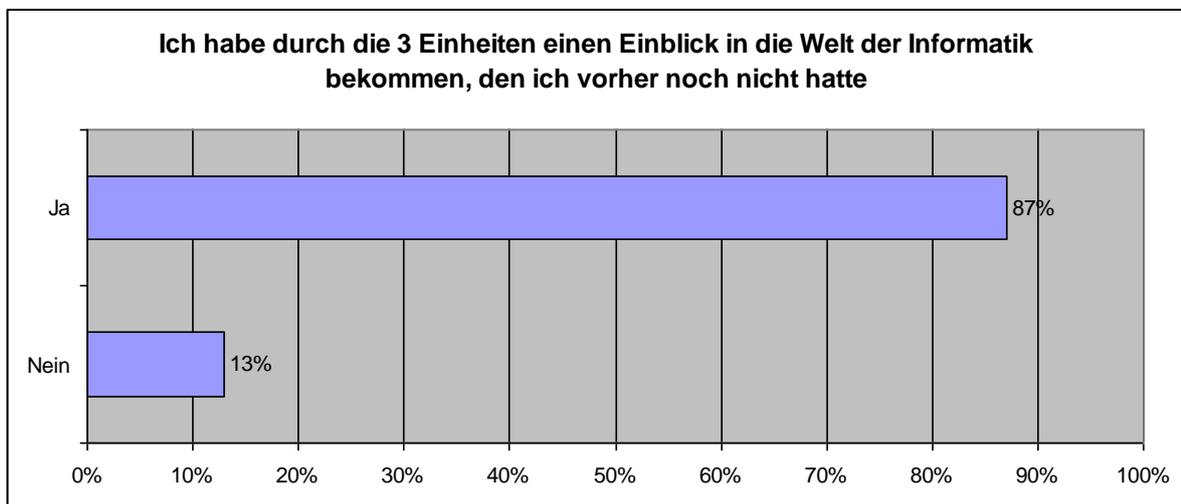
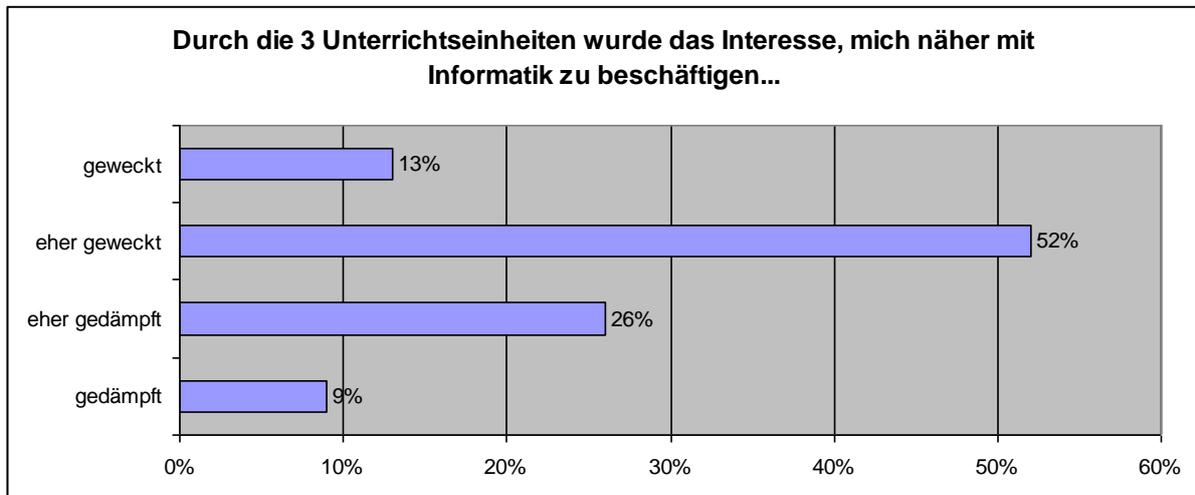
Word und Excel Dinge, die man zu Hause auch gebrauchen kann und einsetzen kann internet und
microsoft Fotobearbeitung Word, Excel etc. die bestimmten Einstellungen was man noch nicht weiß und welche man allein
auch nicht findet Internet Internet im Internet recherchieren excel, internet suche Internet Photoshop powerpoint
presentation Facebook Internet Programmieren Internet Microsoft Office Office Programme Fotobearbeitung
Internet Internet, Office, Programme Bildbearbeitung Internet Internet Spiele programmieren Internet -
Homepage erstellen und internetseite erstellen Internet ,Buchaltungsarbeiten Internet Pr ...

3.2.2 Erhebung zu Projektende

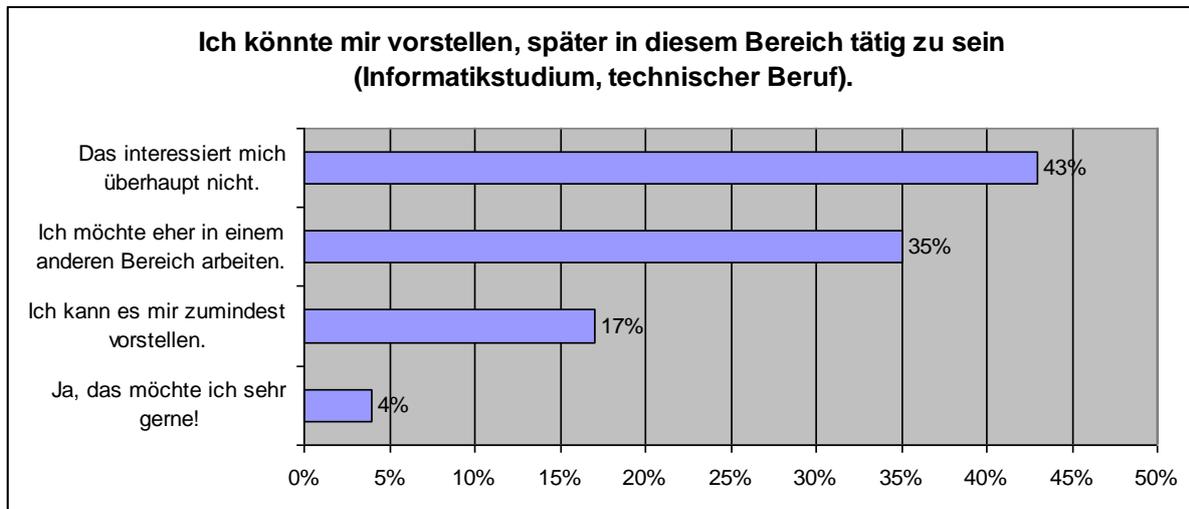
Neben den „harten“ Messgrößen, die durch den Abschlusstest erhoben wurden, war es dem Autor auch ein Anliegen, ein Feedback über die Qualität des Unterrichts abseits des behaltene Stoffes zu bekommen. In Anlehnung an das LV-Feedback der AAU Klagenfurt wurden daher die folgenden Fragen ausgegeben:



Bei den Zielen des Projekts wurde unter anderem Folgendes definiert: „Wecken von Interesse / Erkennen des eigenen Talents für informatische Sachverhalte und Aufgabenstellungen“. Die folgenden drei Fragen waren darauf ausgerichtet, die Erreichung dieses Zieles zu überprüfen:



Nach den aus Lehrendensicht recht positiven Ergebnissen der obigen drei Fragen wird der Hoffnung, dass sich die SchülerInnen auch in Ihrer Berufswahl in eine technische Richtung entwickeln wollen, ein Dämpfer versetzt:



Auch bei der Schlussbefragung sollten die SchülerInnen die Möglichkeit haben, besonders in Erinnerung Gebliebenes rückmelden zu können, was zu den unterschiedlichsten Ergebnissen von „nichts“ bis „alles“ führte. Auch bei dieser Aufstellung entspricht eine Markierung wieder einer Antwort.

An welche der behandelten Themen kannst du dich besonders gut erinnern?

Schaltungen bauen und binäre Zahlensystem Schaltungen an das binäre Zahlensystem binäres Zahlensystem Schaltungen Das binäre Zahlensystem Zahlensysteme Binärsystem nichts an alles Binäres Zahlensystem Mikroprogrammierung Logische Schaltungen Mikroprogrammieren Binäre Zahlensysteme Schaltungen Binäres Zahlensystem Mikroprogrammieren Schaltungen Zahlensysteme, der Know How Computer Halb-, volladdierer, schaltungen an gar keines. das war alles zu schwer. Binäre Zahlensysteme Binärzahlen Schaltungen Know How System ich liebe bergdoktor Mikroprogrammierung Schaltungen --- -- an alles ;)

3.3 Auswertung Projektziele auf SchülerInnen- und Lehrerebene

Im Folgenden soll die Erreichung der Ziele auf SchülerInnenebene diskutiert werden:

- **Konstruktion einfacher Schaltungen:** Auch wenn die SchülerInnen bei diesem Fragenblock beim Abschlusstest die niedrigsten Punktezahlen erreichten, sind durchschnittlich 6,67 von 10 zu erreichenden Punkten bei einem bewusst schwierig gestalteten und nicht angekündigten Test kein schlechtes Ergebnis, auch wenn in diesem Bereich noch Verbesserungspotential liegt.
- **Grundlegendes Verständnis des Prinzips der Modularisierung:** Auch wenn nach Dafürhalten des Autors durch das Projekt zumindest zu einem solchen Verständnis beigetragen wurde, lässt sich nicht ohne weiteres überprüfen, in welchem Ausmaß dieses auch erreicht wurde, zumal auch beim Abschlusstest keine Aufgabe direkte Schlüsse zulässt. Hier liegt das Problem wohl bei der Zielformulierung am Anfang des Projekts, das eventuell zu hoch gesteckt, vielleicht aber auch einfach nicht detailliert genug formuliert wurde. Die Ergebnisse der auf Seite 30 gezeigten Aufgabe könnten darauf Rückschlüsse zulassen, leider wurde diese aus Zeitgründen nur kurz gestreift.
- **Erforschen der Funktion bestehender Schaltungen und Erweiterung/Änderung derselben:** Am Ende der zweiten Unterrichtseinheit wurden den SchülerInnen USB-Sticks mit zwei Schaltungen mitgegeben mit dem Auftrag, sich diese zu Hause anzusehen und herauszufinden, was deren Funktion sei (siehe Kapitel „Projektverlauf“). Es fand sich allerdings kein/e SchülerIn, der/die diese Aufgabe auch wirklich ernst genommen hätte. Es bleibt also zu hoffen, dass durch das gute Verständnis bei der Konstruktion von Schaltungen auch das für die Analyse bestehender geschult wurde.
- **Förderung der Teamarbeit beim Lösen von Gruppenaufgaben:** Schon nach der ersten Unterrichtseinheit mit den verschiedenen Sozialformen Einzel-, Paar- und Plenumsarbeit war offenkundig, dass die SchülerInnen dieser Klassen bereits reichlich Erfahrung mit Gruppenarbeiten hatten und keiner speziellen Förderung in diese Richtung bedurften. Auch wenn der Autor kein Experte in puncto Sozialformen ist, gilt für ihn das Ziel als erreicht, nach seiner Überzeugung werden durch ständiges Anwenden verschiedener Sozialformen diese fest im täglichen Arbeitsablauf verankert.
- **Präzises Arbeiten bei der Konstruktion eigener Schaltungen:** Bei den auf dem Aufgabenblatt 2 zusammengestellten Übungen wurde 2b (Skizze eines UND-Gatters mit 2 Eingängen) am häufigsten richtig gemacht, nämlich in 20 von 25 Fällen. Diese Tatsache und die Beobachtungen des Autors während der Übungsphase, in der kaum Schwierigkeiten bei der Konstruktion (einfacher) Schaltungen aufgetreten sind, sprechen für die positive Beurteilung dieses Ziels.
- **Wecken von Interesse / Erkennen des eigenen Talents für informatische Sachverhalte und Aufgabenstellungen:** Dieses Ziel wurde bereits bei der Schlusserhebung behandelt und kann mit Blick auf die dazugehörigen Diagramme als erreicht angesehen werden.

Auf LehrerInnenebene wurden die folgenden Ziele definiert:

- **Gestaltung eines Themenschwerpunktes „Schaltungsentwurf und Mikroprogrammierung im Informatikunterricht“:** Die Rückmeldungen von Frau Prof. Math, die während des gesamten Unterrichtsprojekts in der Klasse anwesend war sowie das Feedback, das der Autor im Rahmen des letzten inf2school-Workshops (LehrerInnenfortbildung an der AAU Klagenfurt am 1. und 2. März 2012) mit demselben Thema bekommen hat, sprechen dafür, dass es sich dabei um einen Schwerpunkt handelt, der sowohl in verschiedenen Schultypen der AHS und BHS, als auch Altersstufen (Pflichtfach in der 9. Schulstufe oder Wahlpflichtfach in höheren Schulstufen) umgesetzt werden kann. Die Möglichkeiten insbesondere der Simulationssoftware WinBOOLE sind beim dargestellten Projekt noch lange nicht erschöpft, was auch für eine Verwendung in HTL spricht.
- **Richtiger Einsatz didaktischer Software:** Auch wenn sich die Erfahrung des Autors auf diesem Gebiet auf die eigene Schulzeit sowie das Schulpraktikum beschränkt, ist nach den Aussagen der Betreuungslehrerin davon auszugehen, dass die Menge und Intensität des Computereinsatzes den Anforderungen gerecht wurde.
- **Rollenwechsel zum „Coach“, der den SchülerInnen beim Lösen der Aufgaben zur Seite steht:** Bei diesem Ziel mag dem Autor vielleicht in die Hände gespielt haben, dass seine Rolle als Lehrer, der „von oben herab“ auf die Schüler predigt, nie vorhanden war und daher auch kein „Rollenwechsel“ stattfinden musste. Es schien, dass eher die SchülerInnen mit der ungewohnten Nähe noch nicht umzugehen wussten, was sich auch daran zeigte, dass einzelne statt dem „Sie“ unaufgefordert das Du-Wort benutzten.
- **Auffrischen/Erweitern des eigenen Methodenpools:** Gerade dieser Themenschwerpunkt bietet in puncto Methodenvielfalt einen großen Spielraum. Bei der ersten Einheit ohne Computereinsatz kann zuerst im Plenum die Punktedarstellung erarbeitet und anschließend in Zweier- oder Dreiergruppen die Übungsphase gestaltet werden. Die beiden nachfolgenden Einheiten sind eher auf Einzelarbeit ausgelegt, was aber nicht heißt, dass diese ohne größere konzeptionelle Änderungen nicht auch für Teams gestaltet werden könnten. Für den Autor, der sich bis vor diesem Unterrichtsprojekt eigentlich beim klassischen Frontalunterricht am wohlsten (und vor allem am sichersten) fühlte, war es eine starke Anregung, auch in dieser Richtung neue Pfade zu beschreiten.
- **Rückmeldung über und ggf. Anpassung der Unterrichtsmethoden und des –stoffes:** Die Erreichung dieses Ziel lässt sich quantitativ am Besten mit den Fragen „Die Erklärungen und Übungen waren für mich...“ und „Das Tempo der Einheiten war für mich...“ (siehe Evaluationsteil) überprüfen. Auch wenn jeweils die Mehrheit der SchülerInnen die für den Autor günstigste Antwort wählte, sind doch in beiden Fällen signifikante Anteile bei den Antworten „kaum verständlich/ganz unverständlich“ bzw. „schnell/zu schnell“ aufgetreten. Für diese SchülerInnen wäre wahrscheinlich eine längere Übungsphase nötig gewesen, um sich intensiv mit dem Gelernten auseinanderzusetzen.

3.4 Persönliche Anmerkungen („Fallstricke“)

Auch wenn die Unterrichtseinheiten und -materialien für KollegInnen zur Übernahme bereits „mundgerecht“ aufbereitet sind, sind dem Autor bei der Durchführung bereits ein paar mögliche Schwierigkeiten aufgefallen, die nicht unerwähnt bleiben sollen:

- Die im Fach Informatik ohnehin breite Streuung der SchülerInnenleistungen innerhalb einer Klasse kann bei einem anspruchsvollen Projekt wie diesem zu großen Unterschieden im Verständnis der Aufgaben führen. Wenn einzelne bereits beim Binärzahlenrechnen „aussteigen“, rückt eine selbst erarbeitete Konstruktion von Addierwerken in weite Ferne.
- Die Addition stellt den „roten Faden“ durch die drei Einheiten dar und ist daher bei jeder Einheit besonders zu betonen, um die Durchgängigkeit des Projekts zu unterstreichen, sonst können bei den SchülerInnen Fragen entstehen, wie die Inhalte der Stunden zusammenhängen.
- Beim Abschlusstest, der direkt an die dritte Einheit angeschlossen war, wurde die an und für sich einfache Frage nach dem Unterschied zwischen Halb- und Volladdierer nur von drei SchülerInnen richtig beantwortet. Eine genauere Erarbeitung der Entwicklung vom einen zum anderen ist daher zu empfehlen.
- Die Konstruktion des 4-Bit Addierwerks ergibt mit Hilfe der automatischen Leitungsverlegung von WinBOOLE meist kein recht ansehnliches Bild, da die Leitungen kreuz und quer verlegt werden. Dadurch leidet der Gesamteindruck der fertigen Schaltung, es sollte den SchülerInnen daher rechtzeitig erklärt werden, wie sie die Leitungen manuell verlegen können.
- Der Streichholzcomputer sollte entgegen seinem Namen nicht wie im vorliegenden Fall mit echten Streichhölzern simuliert oder zumindest keine Anreißflächen dazu ausgegeben werden, da SchülerInnen sonst eventuell auf die Idee kommen könnten, diese zu entzünden. Es empfiehlt sich, auf (stumpfe) Zahnstocher auszuweichen.

3.5 Genderfragen

Der Autor hat sich bemüht, das Thema Gender „immer mitzudenken“. So wurde bei der Testauswertung auch das Geschlecht als Kriterium erhoben (siehe Evaluationsteil) mit dem höchst erfreulichen Ergebnis, dass die Mädchen eine höhere Durchschnittspunktzahl erreichten als die Burschen.

Ansonsten wurde Wert darauf gelegt, dass sowohl alle an die SchülerInnen ausgegebenen Materialien wie auch dieser Bericht geschlechtsneutral formuliert sind und keine Bevorzugung eines der Geschlechter erkennbar ist.

4 LITERATUR

Gallenbacher, Jens (2008). *Abenteuer Informatik*. IT zum Anfassen; von Routenplaner bis Online-Banking. München: Elsevier, Spektrum Akad. Verl.

Fakultät für Technische Wissenschaften an der AAU Klagenfurt (2012). *Inf2School 2012*. Online unter <http://inf2school.aau.at> [23.08.2012]

WinBOOLE (Simulationssoftware für den Bau einfacher Schaltungen). Version 1.0. Entwicklung und Design von Mag. Peter Pfister. Online unter <http://winboole.rootweb.net> [23.08.2012]

Know How Computer XP (Simulationssoftware für den Streichholzcomputer). Version 1.0 RC 3. Entwicklung und Design von Chris Kröger. Online unter <http://www.kroegerama.de> [23.08.2012]

ANHANG

Projekt „Mikroprogrammierung im Informatikunterricht“ Arbeitsblatt 1: Binärsystem, 28.11.2011

Klasse:

Geschlecht: m w

Schreibe die Zahl 7893 durch Multiplikation mit 10er Potenzen neu an:

Rechne folgende Zahlen mit Hilfe der Punktekarten um:

$10101_2 =$

$17_{10} =$

$00101_2 =$

$11_{10} =$

$10000_2 =$

$29_{10} =$

$10110_2 =$

31_{10}

Rechne nun die Zahlen ohne die Kärtchen um:

$9_{10} =$

$27_{10} =$

$1100_2 =$

1111_2

Addition von Binärzahlen:

$10110 = 22$

$10101 = 21$

$11100 = 28$

$\underline{+1001} = 9$

$\underline{+011} = 3$

$\underline{+0101} = 5$

Projekt „Mikroprogrammierung im Informatikunterricht“

Arbeitsblatt 2: WinBOOLE, 05.12.2011

Klasse:

Geschlecht: m w

Löse folgende Aufgaben:

0 UND 0=

0 ODER 0=

0 XOR 0=

0 UND 1=

0 ODER 1=

0 XOR 1=

1 UND 1=

1 ODER 1=

1 XOR 1=

Konstruiere ein UND-Gatter mit zwei Eingängen, diese sollen einmal mit Leitungsschienen und einmal mit 0/1-Anzeigen angesteuert werden. An den Ausgang wird eine LED angeschlossen. Simuliere die Schaltung, um zu sehen wie sie funktioniert.

Erweitere das UND-Gatter zu einem Halbaddierer. Welche zwei Möglichkeiten stehen dir dabei zur Verfügung?

Konstruiere nun unter Zuhilfenahme von zwei Halbaddierern einen Volladdierer. Wo liegt der Unterschied zwischen den beiden Schaltungen? Wozu könnte ein Volladdierer benötigt werden?

Wir haben nun zwei bzw. drei einstellige Binärzahlen addiert. Im nächsten Schritt sollen zwei vierstellige Binärzahlen addiert werden, dazu benötigen wir ein 4-Bit Addierwerk. Wie könnte dieses aussehen, wenn wir Halb- und Volladdierer zur Konstruktion verwenden können? Mach eine Skizze!

Am Schülerlaufwerk liegen die Dateien „wasbinich1.dgs“ und „wasbinich2.dgs“. Finde heraus, was die beiden Schaltwerke machen!

Projekt „Mikroprogrammierung im Informatikunterricht“

Arbeitsblatt 3: Mikroprogrammierung, 12.12.2011

Klasse:

Geschlecht: m w

Du hast jetzt den KnowHow-Computer mit seinen 5 Befehlen kennengelernt. Nun sollst du deine eigenen Programme entwickeln. Trag die Befehle auf dem Blatt ein und simuliere dein Programm!

1. Wie kann die Zahl der Streichhölzer in Register 1 mit der aus Register 2 addiert werden und das Ergebnis in Register 1 stehen? Welche besonderen Fälle musst du dabei beachten?

2. Die nächste Aufgabe besteht darin, Register 1 komplett zu leeren, egal wie viele Streichhölzer sich darin befinden.

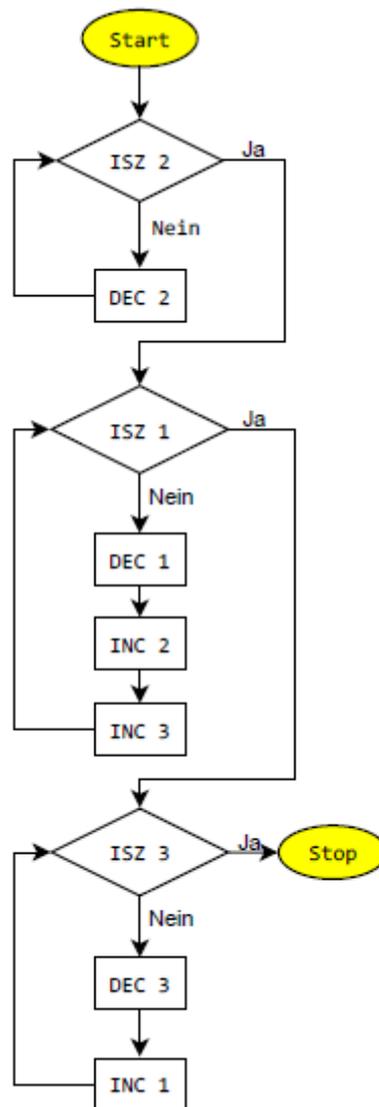
Um dir die Arbeit zu erleichtern, kannst du ab hier die Software „Know How PC“ verwenden, mit dem du Befehle schneller eingeben und deine Programme mit einem Klick simulieren kannst!

1. Bei der nächsten Aufgabe geht es darum, in Register 1 das Ergebnis der Subtraktion von Register 1 minus Register 2 zu erhalten. Auch hier gibt es wieder einige Sonderfälle zu beachten!

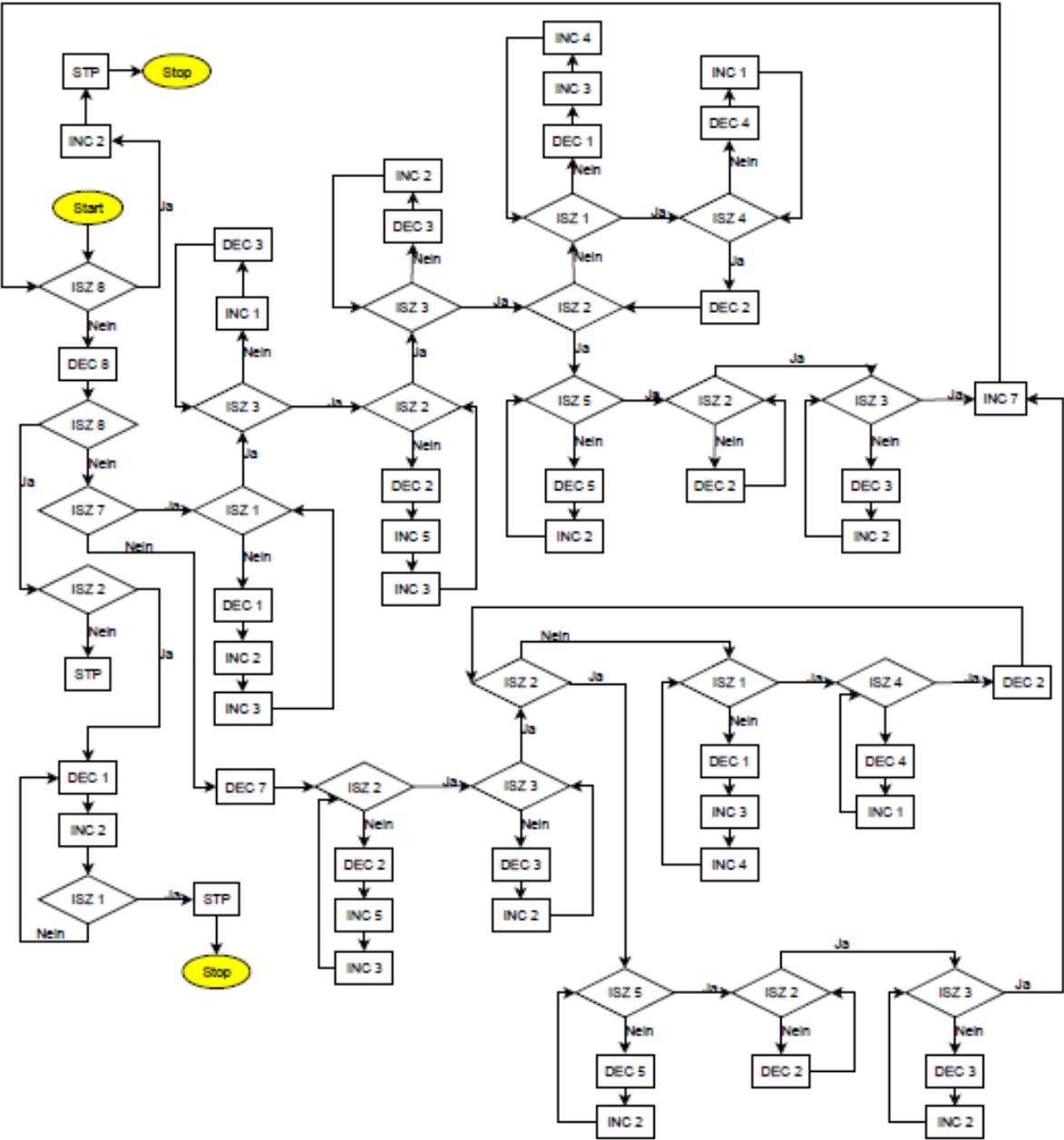
2. Multipliziere die Zahl in Register 1 mit der in Register 2 und schreib das Ergebnis in Register 3.

Sieh dir die beiden Programmablaufpläne auf den nächsten Seiten an und überlege dir was die Programme machen. Du kannst die Programme auch in den „Know How PC“ eingeben und beobachten, was bei der Ausführung passiert.

1. Was macht dieses Programm?

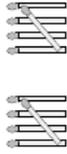


2. Schon kniffliger: was berechnet dieses?





Der Know How Computer



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16

Befehle (OpCodes)	Befehlsnummer
--------------------------	---------------

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
Datenregister	

Die Befehle

inc = Addiere 1 zum Inhalt von Datenregister xx und erhöhe PC (Program-counter) um 1

dec = Subtrahiere 1 vom Inhalt von Datenregister xx und erhöhe PC um 1

jmp = Setze PC auf xx

isz = Prüfe, ob Inhalt vom Datenregister xx gleich 0 ist. Wenn ja, dann erhöhe PC um 2; wenn nein, dann erhöhe PC um 1

stp = Stopp

Addition
DR1 + DR2 => DR1

jmp 4
inc 1
dec 2
isz 2
jmp 2
Stop

Löschen
DR1 => DR1

jmp 3
dec 1
isz 1
jmp 2
Stop

Subtraktion
DR1 - DR2 => DR1

jmp 4
dec 1
dec 2
isz 2
jmp 2
Stop

Kopieren
DR2 => DR1

j 3
- 1
0 1
j 2
j 9
+ 1
+ 3
- 2
0 2
j 6
j 14
+ 2
- 3
0 3
j 12
Stop



**Schriftliche Wiederholung zu den
3 Unterrichtseinheiten der Themen „Binäres Zahlensystem, Logi-
sche Schaltungen und Mikroprogrammierung“
12.12.2011**

Klasse:

Name:

1. Einheit: Binäres Zahlensystem

a) Rechne folgende Zahlen aus dem dezimalen in das binäre ZS um:

$7_{10} =$

$19_{10} =$

$16_{10} =$

$31_{10} =$

b) Rechne folgende Zahlen aus dem binären in das dezimale ZS um:

$1011_2 =$

$1101_2 =$

$0110_2 =$

$1001_2 =$

c) Addiere im binären ZS und kontrolliere im dezimalen:

$10110 = 22$

$1101 = 13$

$\underline{+01001} = 9$

$\underline{+1011} = 11$

2. Einheit: Logische Schaltungen

a) Löse folgende Aufgaben:

$0 \text{ UND } 0 =$

$0 \text{ ODER } 1 =$

$0 \text{ UND } 1 =$

$1 \text{ ODER } 1 =$

$1 \text{ UND } 1 =$

$1 \text{ XOR } 1 =$

b) Skizziere ein UND-Gatter mit 2 Eingängen!

c) Was ist der Unterschied zwischen Halb- und Volladdierer?

3. Einheit: Mikroprogrammierung

Schreib eine Mikroprogramm-Sequenz mit der in dieser Stunde vorgestellten Syntax (5 Befehle), die folgendes macht:

Wenn Register 1 nicht leer

→ erhöhe Zahl in Register 3 um 1 UND

→ verringere Zahl in Register 1 um 1

sonst: Programmende

"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."