



Fächerübergreifender Unterricht *(Rückblick auf mehr als ein Jahr)*

Norbert Bartos, TGM
Dezember 2014

Inhalt:

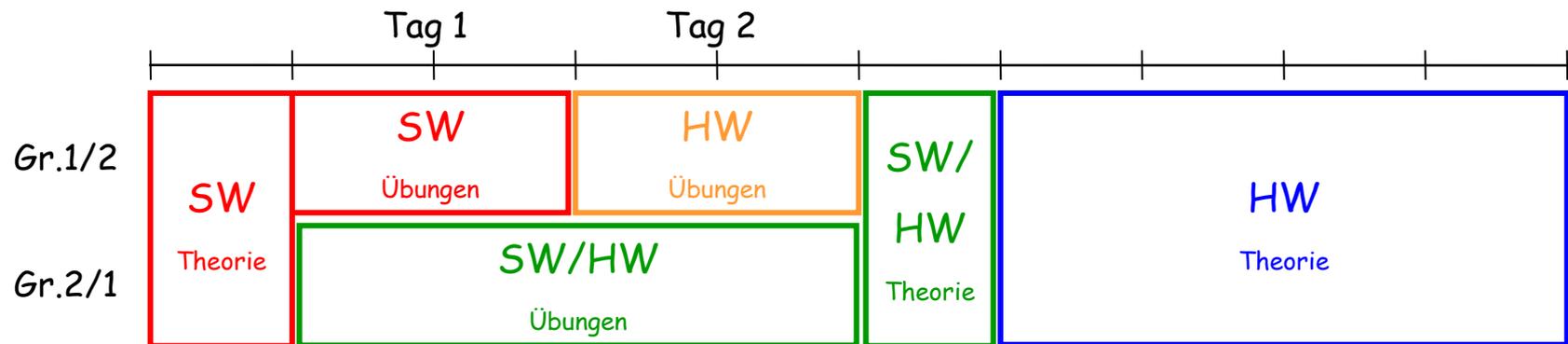
- 1) Grundidee
- 2) Organisation
- 3) Ausrüstung
- 4) Projektthemen
- 5) Dokumentationsstruktur
- 6) Beispiele
- 7) Feedback
- 8) Erfahrungen
- 9) Probleme
- 10) Vorschläge

1) Grundidee:

- Vertiefen des Hardware-Grundlagenwissens anhand von Übungsaufgaben unter Verwendung eines einfachen μ Ctrl-Systems
- Kennenlernen grundlegender Sprachkonstrukte aus C

**→ Zusammenfassen von Teilen des
FSST- und HWE-Unterrichts**

2) Organisation:



programmiertechnische Grundbegriffe (Lego-Roboter, später DevC++ o.a.)

Zeichentechnik und Normung, Schaltungszeichen (CAD), Simulation

Grundlagen der Elektronik (Bauelemente, Dimensionierung, Schaltungstechnik)

Übungen zur Theorie (Ansteuerung von Hardware über Arduino)

3) Ausrüstung:

je Schüler ein Satz über den Lehrmittelbeitrag finanziert

a) 1. Jahrgang:

- Arduino Uno
- USB-A/B-Kabel 0.5m
- Steckbrett 9*5cm
- Steckverbinder (50*11cm, 10*16cm, 10*20cm; in W gefertigt)
- LEDs (rt, ge, gn, RGB)
- 2-stellige 7-Segment-Anzeige
- Widerstände, Potentiometer
- Transistor
- AND-, OR-, NOT-IC

b) 2. Jahrgang:

- NTC
- LDR
- Servomotor
- Schrittmotor (?)
- Register- und Zähler-IC
- Gabellichtschranke
- ???

4) Projektthemen:

Vorbereitungsphase (September bis Oktober):

- diverse Grundbegriffe diskutieren (Elektronik, Gerät, Versorgung, Bauteile (mechan., elektr.), Eingabe, Ausgabe, Spannung, Strom, ...)
- händische Erstellung von Tabellen (Spaltenreihenfolge, Kopfbeschriftung, Einheiten und Präfixe, Zahlenformat, Genauigkeit, Rahmung)
- händische Erstellung von Diagrammen (Achsen und Beschriftung, Linientypen; lineare Funktion, lineare Funktion mit hohem Offset (Nullpunktunterdrückung), Messwerte mit Fehlern, Interpolation, Ausreißer, graphischer Fahrplan)
- Projektphasen (Problemstellung, Analyse, Design, Realisierung, Test)
- Dokumentationserstellung

Blockübung (Tag der offenen Tür, Anfang November):

- Dauer 4..5 UE
- 5 verschiedene Widerstände (im Bereich von 10^2 .. 10^6 Ohm)
- Farbcode, Nennwert, Toleranz bestimmen
- R_{\min} , R_{\max} berechnen, Istwert messen, ist er innerhalb der Toleranz?
- Strom und Leistung berechnen
- Widerstandskennlinien $I(U)$ zeichnen
- Belastungskennlinie der 5V-Quelle messen und zeichnen, R_{iV} berechnen
- Programm zum Setzen eines Portpins erstellen und testen
- Belastungskennlinie eines Portpins messen und zeichnen, R_{iP} berechnen
- Protokollerstellung

Übungsprojekte:

a) 1. Jahrgang:

- Widerstand (Blockübung)
- Spannungsquelle (Blockübung)
- LED (Diodenprinzip, U_F , I_F , R_V ; div. Effekte von Einzel-LED bis komplexe Ampel)
- Logikpegelanzeiger (je nach Pegel leuchtet rote oder grüne LED; IF)
- "analoge" Ausgabe (PWM; LED-Dimmer; div. Effekte, RGB-LED, Farbmischung; FOR)
- 7-Segment-Anzeige (2-st.; div. Effekte bis Zähler über LUT, Multiplex)
- digitale Eingabe (Taster, Schalter, Entprellen; elektron. Würfel, Stoppuhr, Reaktionszeitmesser, Zeitschätztrainer)
- Digitale Grundbausteine (IC-Tester, Quadrierer)
- analoge Eingabe (Potentiometer; rotierendes Segment, Thermometercode, Spannungsmessung)
- bipolarer Transistor (Schalterbetrieb)

Übungsprojekte:

b) 2. Jahrgang:

- NTC (Temperaturmessung, Temperaturregelung (Zweipunkt, stetig), LED-Helligkeit, Tonhöhe oder Lautstärke verändern)
- LDR (Helligkeitsmessung, Helligkeitsregelung (Zweipunkt, stetig), LED-Helligkeit, Tonhöhe oder Lautstärke verändern))
- Servomotor (Winkelanwahl, Zeigervoltmeter, Scheibenwischer in versch. Varianten)
- Schrittmotor (Winkelanwahl, Zeigervoltmeter, Geschwindigkeitsanwahl, Scheibenwischer in versch. Varianten, automatischer Ventilator)
- Prinzip der FSM zur Problemanalyse und Dokumentation (automatische Bewässerungsanlage)
- Register-IC (Verdoppler, Halbierer)
- Zähler-IC
- Gabellichtschranke (Personenzählung für 1 Tor bzw. Ein- und Ausgangstor, Geschwindigkeitsmessung, Drehzahlmessung, Drehzahlregelung, digitales Potentiometer für Helligkeits- oder Motorregelung)

Freiheitsgrade:

- Wahl der konkreten Aufgaben:
 - a) genaue Aufgabenstellungen geben \Rightarrow jeder macht genau das Gleiche
 - b) nur Ideen und Anregungen für verschiedene Schwierigkeitsgrade geben
 \Rightarrow jeder realisiert seine eigenen Wünsche
- Zeitdauer zur Behandlung eines Themas:
 - a) fest vorgegeben \Rightarrow nimmt auf individuelle Fähigkeiten keine Rücksicht
 - b) je nach Interessenslage und Niveau der Schüler, aber Begrenzung nötig
 \Rightarrow kommt dem Wunsch der Individualisierung entgegen

6) Beispiele:

Musterprotokoll:

HWE-Übung Spannungsteiler

Gruppe: 5
 Mitglieder: Katja Inge Wehlich, Klara Billa Tetan, Konstantin Kimmich
 Autor: Katja Inge Wehlich
 Jahrgang: ZESEL
 Schuljahr: 2012/13
 Übung am: 1. April 2012
 Abgabe am: 8. April 2012
 Betreuer: so Univ. Prof. Regg. Dipl.-Ing. Dr. techn. Daniel Disselhoff

Inhaltsverzeichnis:

- 1) Aufgabenstellung
- 2) Schaltung und Dimensionierung
 - 2.1) Grundsicherung
 - 2.2) Formeln
 - 2.3) Dimensionierung
 - 2.4) Tatsächliche Schaltung
- 3) Messungen
 - 3.1) Messschaltung
 - 3.2) Gerätebedarf
 - 3.3) Messabelle
 - 3.4) Auswertung
 - 3.5) Besonderes

Anstatt der oben gewählten Darstellung der administrativen Information auf der ersten Seite kann natürlich auch ein schon aus einem anderen Gegenstand vorhandenes Deckblatt mit passender Färbemischung (Laborprotokoll, Projektbericht, ...) verwendet werden, sofern die notwendigen Daten dort Platz finden.

Spannungsteiler

1) Aufgabenstellung:

Es soll ein Spannungsteiler dimensioniert, aufgebaut und messtechnisch untersucht werden. Die Eingangsspannung beträgt 10V, die Ausgangsspannung soll 1V±10% betragen. Die maximale Strombelastung des Teilers ist 10mA. Die Widerstände sind mit einer Toleranz von 1% aus der Reihe E12 zu wählen. Eine Serien- oder Parallelschaltung zweier Widerstände zur besseren Erzielung des Sollwertes ist zulässig.

2) Schaltung und Dimensionierung:

2.1) Grundsicherung:

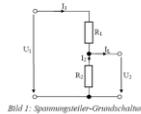


Bild 1: Spannungsteiler-Grundsicherung

2.2) Formeln:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (1)$$

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1 + R_2} \quad (2)$$

$$I_1 = I_2 + I_3 \quad (3)$$

2.3) Dimensionierung:

$U_1 = 10V$
 $U_2 = 1V \pm 10\%$
 $I_1 \leq 10mA$

Damit sich die Schwankungen von U_2 bedingt durch den veränderten I_1 innerhalb der geforderten 10%-Toleranz bewegen, muss $I_1 \geq 10\%$ sein. Da man aber auch mit einer Widerstandstoleranz von maximal 1% rechnen muss, sollte man sicherheitsläufiger $I_1 \geq 20\%$, also 2000µA, wählen.

$$R_2 \leq U_2 / I_1 = 1 / 0,2 = 5\Omega$$

Mit einer Parallelschaltung von zwei 10Ω-Widerständen erhält man als Nennwert 5Ω, ohne zusätzlichen Fehler.

$$P_2 = U_2 \cdot I_1 = 1 \cdot 0,2 = 0,2W \text{ aufgeteilt auf zwei gleiche Widerstände (Stromteiler)}$$

$$\Rightarrow R_1 \text{ gew. } R_{1a} = R_{1b} = 10\Omega / 1\% / 0,25W$$

$$\text{aus (1): } R_1 = R_2 \cdot U_1 / U_2 = R_2 = 5 \cdot 10 / 1 = 50\Omega$$

Mit einer Serienschaltung von zwei 22Ω-Widerständen erhält man als Nennwert 44Ω, mit ca. 2% (1,4%) zusätzlichem Fehler.
 ... durch Rückrechnung nachweisen!

$$\text{aus (3): } I_1 = I_2 + I_3 = 0,2 + 0,01 = 0,21A$$

$$P_1 = U_1 \cdot I_1 = 10 \cdot 0,21 = 2,1W \text{ aufgeteilt auf zwei gleiche Widerstände (Spannungsteiler)}$$

$$\Rightarrow R_1 \text{ gew. } R_{1a} = R_{1b} = 22\Omega / 1\% / 1W$$

2.4) Tatsächliche Schaltung:

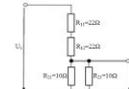


Bild 2: Tatsächliche Spannungsteilerschaltung

3) Messungen:

3.1) Messschaltung:

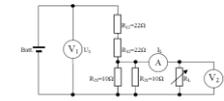
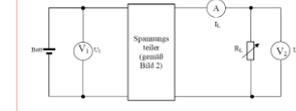


Bild 3: Messschaltung

Alternative Messschaltung:



Alternativen zum Zeichnen eines Potentiometers:



Dimensionierung von R_L :

$$I_L = 0(1)10mA$$

- Leerlauf $I_L = 0mA$; $R_L = \infty$

- Minimallast $I_L = 1mA$: $R_{Lmax} = U_2 / I_{Lmin} = 1 / 0,001 = 1k\Omega$
 $P_L = U_2 \cdot I_{Lmax} = 1 \cdot 0,001 = 1mW$

- Volllast $I_L = 10mA$: $R_{Lmin} = U_2 / I_{Lmax} = 1 / 0,01 = 100\Omega$
 $P_L = U_2 \cdot I_{Lmax} = 1 \cdot 0,01 = 10mW$
 \Rightarrow gew. $R_L =$ Potentiometer 1kΩ / 0,1W

3.2) Gerätebedarf:

- 2 Voltmeter: Messbereich 10V, $R_{i2} \geq 100k\Omega$ (min. 100-facher Wert des Widerstandes an dem gemessen wird, sodass Fehlereinfluss durch den Voltmeterstrom unter 1% bleibt)
 verwendet: V_1 : Multimeter Fluke 4711, S.Nr. 0123456789, 1438K3F5/99
 V_2 : Multimeter Norma 0815, S.Nr. 9876543210, 1438K3F6/99
- 1 Gleichspannungssetgerät: 10V, min. 0,21A
 verwendet: Batt.: Netzgerät Farnell NG++, S.Nr. 01234543210, 1438K2F1/99

3.3) Messtabelle:

$U_1 = 10V$ const.
 $R_L =$ Widerstandsbox mit E12-Werten von 100Ω - 1kΩ

ACHTUNG: die Werte von U_2 entsprechen nicht der Realität und wurden nur zu Demonstrationszwecken gewählt

gewünschter Wert von I_L mA	tatsächlicher Wert von I_L mA	Normwert von R_L Ω	U_2 V
0	0	∞	1,07
1	1,00	1000	1,04
2	2,13	470	1,03
3	3,03	330	1,00
4	3,70	270	0,99
5	4,55	220	0,96
6	5,56	180	0,94
7	6,67	150	0,93
8	8,33	120	0,91
9	*	-	-
10	10,00	100	0,91

Tabelle 1: Messtabelle für den Spannungsteiler

*) Dieser Stromwert konnte nicht eingestellt werden, da dafür kein E12-Wert existiert.

3.4) Auswertung:

ACHTUNG: die Funktion entspricht nicht der Realität und dient nur zu Demonstrationszwecken

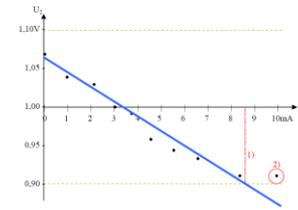


Bild 4: Funktion $U_2(I_1)$ für den Spannungsteiler

- 1) Ab einem Strom von ca. 8,6mA liegt der Teiler außerhalb der Toleranz!
- 2) Messwert könnte ein Ausreißer sein, eine Neumessung war aus Zeitgründen nicht möglich.

3.5) Besonderes:

Angrund unseres umfassenden und gut fundierten Nichtwissens in HWD konnten wir in den zur Verfügung stehenden drei Unterrichtseinheiten leider Gott-sei-Dank nur einen Spannungsteiler dimensionieren und messen.

Schülerprotokoll (1):

HWE/FSST-Übung

Ampelschaltung

Inhaltsverzeichnis:

- 1) Aufgabenstellung
- 2) Bauteile
- 3) Variable
- 4) Zeitdiagramme
- 5) Programm
- 6) Schaltung
- 7) Realisierung

1) Aufgabenstellung:

Es soll eine Ampel erstellt werden, die sowohl eine KFZ-Ampel und eine Fußgängerampel beinhaltet. Zusätzlich soll am Ende der Grünphase die Ampel blinken.

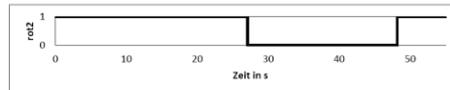
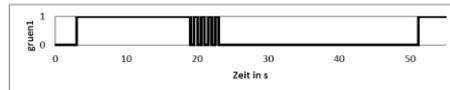
2) Verwendete Bauteile:

- 4 grüne LEDs
- 2 gelbe LEDs
- 4 rote LEDs
- 10 Widerstände mit Widerstandswert 330Ω
- 21 Drahtbrücken (in der Werkstätte produziert)

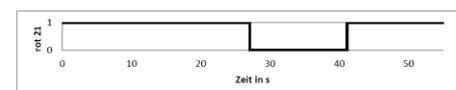
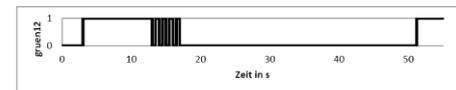
3) Folgende Variablenamen werden benutzt:

- | | |
|---------|--|
| rot1 | KFZ-Ampel, Richtung 1, Farbe rot |
| gelb1 | KFZ-Ampel, Richtung 1, Farbe gelb |
| gruen1 | KFZ-Ampel, Richtung 1, Farbe grün |
| rot2 | KFZ-Ampel, Richtung 2, Farbe rot |
| gelb2 | KFZ-Ampel, Richtung 2, Farbe gelb |
| gruen2 | KFZ-Ampel, Richtung 2, Farbe grün |
| rot11 | Fußgängerampel, Richtung 1, Farbe rot |
| gruen12 | Fußgängerampel, Richtung 1, Farbe grün |
| rot21 | Fußgängerampel, Richtung 2, Farbe rot |
| gruen22 | Fußgängerampel, Richtung 2, Farbe grün |

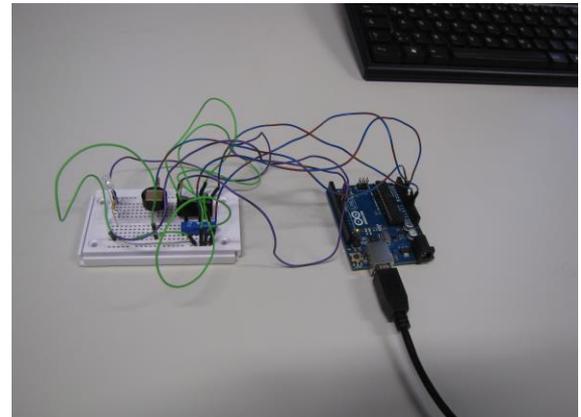
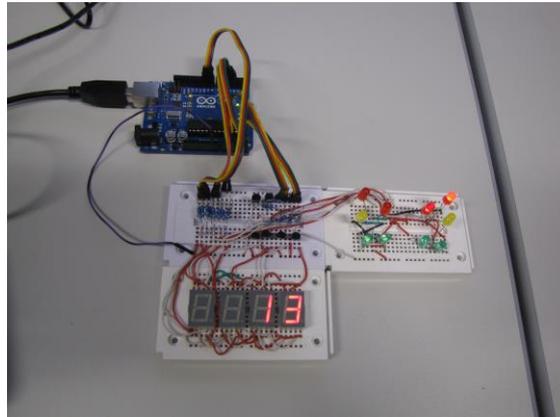
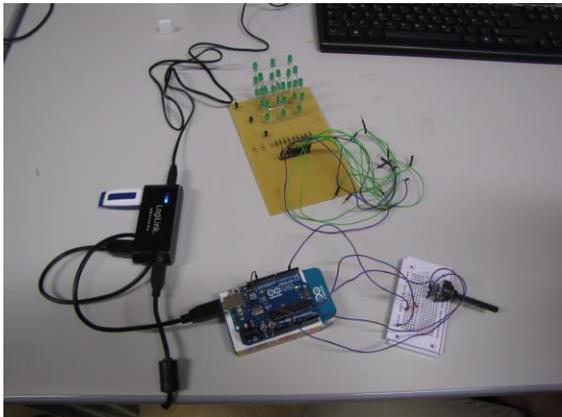
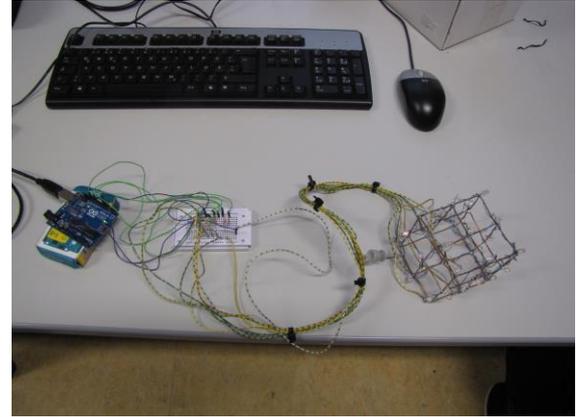
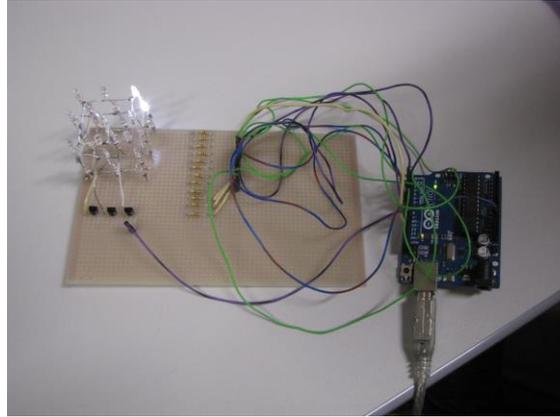
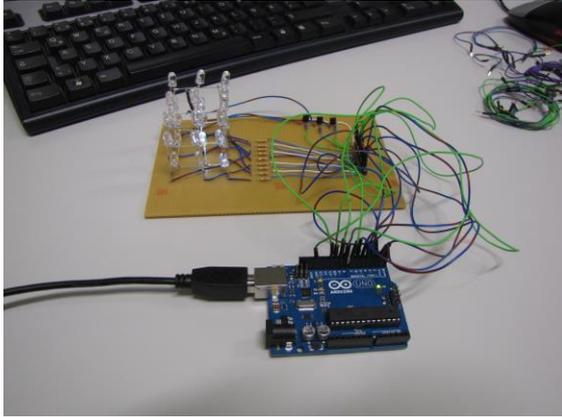
4) Zeitdiagramme: Kfz-Ampel



Fußgängerampel



Schülerprojekte(1):

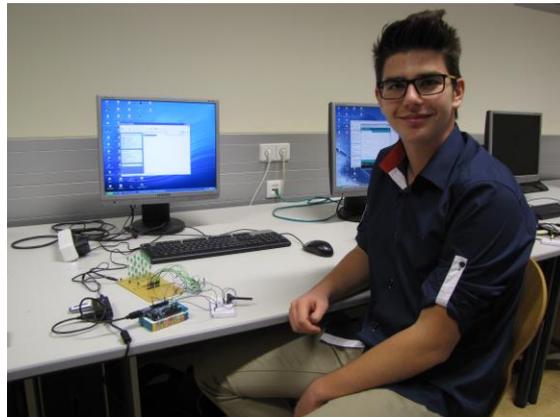
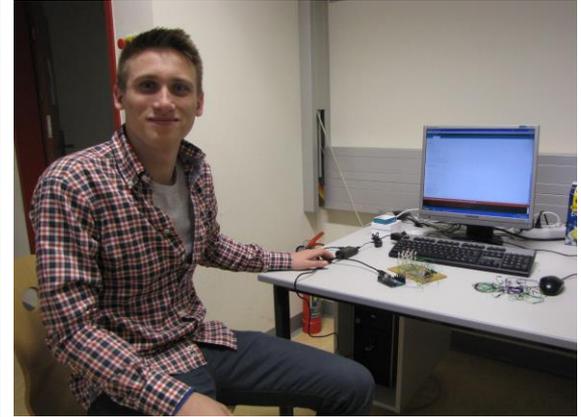
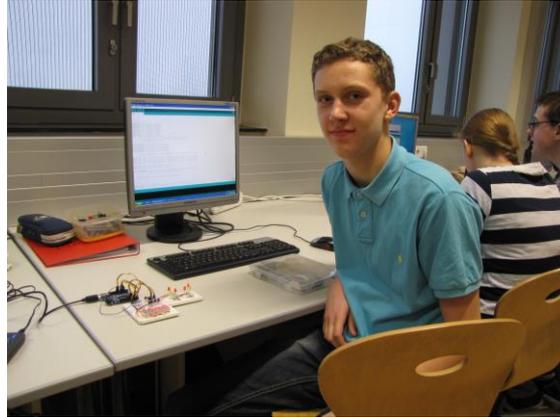


N.Bartos, TGM

Fächerübergreifender
Unterricht

15

Schülerprojekte(2):



N.Bartos, TGM

Fächerübergreifender
Unterricht

16

7) Feedback:

positive Rückmeldungen:

- Bewertungen grundsätzlich besser als sonst üblich
- viele positive individuelle Bemerkungen

vereinzelte skeptische Bemerkungen:

- starke Vermischung von zwei Gegenständen irritiert (*ungewohnt*)
- fallweise Unstrukturiiertheit (*v.A. in der Anfangsphase*)
- manchmal improvisiert und chaotisch (*Theorieabhängigkeit*)

8) Erfahrungen:

- Mitte November (vor Beginn der LED-Übungen) haben 30% der Schüler zu Hause und ohne Aufforderung schon LED-Effekte ausprobiert
- während der Weihnachtsferien haben 30% der Schüler freiwillig Projekte für den Tag der offenen Tür realisiert und waren an dem Tag freiwillig anwesend
- Anfang Jänner haben 30% der Schüler ohne Erklärung schon Schleifen und Verzweigungen probiert (Ideen aus dem "Lego-Unterricht")
- Schüler suchen "amüsante" Software im Internet und versuchen, sie zu modifizieren, dadurch zusätzlicher Lerneffekt
- Zeitaufwand für Themenkreise größer als geplant, weil komplexere Projekte anregend wirken
- auch "Störenfriede" oder "Schläfer" im Theorieunterricht arbeiten bei den Übungen (mehr oder weniger intensiv) mit

9) Probleme:

- Definieren getrennter Noten für HWE und FSST praktisch unmöglich
- Unterschiede im Leistungsniveau und in der Arbeitsmoral der Schüler einer Klasse werden deutlicher sichtbar ("resignieren" oder "mitreißen" - was wirkt stärker?)
- zusätzliche Materialwünsche (wie weit wird "Gratisbeistellung" ermöglicht?)
- Verdrahtungstechnik für aufwändige Projekte (Protoboard, Lochrasterkarte, Printplatte)
- UND:

Gefahr eines Präzedenzfalls zum Einsparen von Lehrkräften:

16 Schüler ⇒ 16 unterschiedliche Kleinprojekte mit HW+SW und nur ein Lehrer

entspricht Übungsbetrieb mit 16 Gruppen und 1 Lehrer!!!



10) Vorschläge:

- Bildung der zwei Gruppen einer Klasse nicht alphabetisch, sondern nach dem fachlichen Niveau am Ende der Vorbereitungsphase, wobei die Gruppe der Schwächeren kleiner sein soll

... wegen (politischer) Vorgaben nicht machbar

- Im 2. Jgg. FSST im nicht-fächerübergreifenden Teil "harte" C-Anwendung (Konsolenapplikationen, aber keine „Fensterlspielereien“)

Schwerpunkte: Problemanalyse, Finden von Algorithmen, Top-Down-Entwicklungsmethodik, modulare Softwareentwicklung

... Killerargumente: "Rückschritt", "zu theoretisch", "schwacher Praxisbezug", "das wollen die Schüler nicht", ...

- Tutorenprinzip: schon im 1. Jgg./2. Semester ausgewählte Schüler als Tutoren für schwache Kleingruppen (max. 2 Personen) einsetzen

... fördert die schwächeren Schüler und die soziale Kompetenz des Tutors



Danke für die Aufmerksamkeit