

Kurs 6 – TheoPrax

Einleitung/Vorstellung

LISA KOHLER, KAI-LI YAN

Vor 13 Jahren wurde TheoPrax im Fraunhofer Institut für Chemische Technologie entwickelt. TheoPrax ist eine Lehr- und Lernmethodik, die ein Gleichgewicht zwischen Theorie und Praxis herstellt. Ihr Ziel ist es, mithilfe von Projektarbeit mit Ernstcharakter Schüler zum Lernen zu motivieren. Die TheoPrax-Methodik beinhaltet das Arbeiten im Angebot-Auftrags-Verhältnis an industriellen oder wirtschaftlichen Themen in einem betreuten Team. Die Vision ist dabei, dass Schüler, Lehrer und Auftraggeber auf der gleichen Augenhöhe miteinander arbeiten.



Wir, die Teilnehmer des TheoPrax-Kurses hatten einen echten Auftraggeber, die Firma Endress+Hauser Messtechnik GmbH & Co KG. Endress+Hauser ist ein weltweit tätiger Anbieter von Automatisierungslösungen und Sensorik. Um sich bei der jüngeren Generation bekannt zu machen, haben sie sich zur Verfügung gestellt, uns bei der Science Academy zu unterstützen. Somit kann die Firma gleichzeitig Nachwuchs für ihr Berufsbild gewinnen und uns neues Wissen vermitteln.



Unsere Kursleiter

Dörthe Krause aus Karlsruhe-Durlach

Dörthe entwickelte zusammen mit Professor Peter Eyerer die TheoPrax-Methodik und gründete die TheoPrax-Stiftung. Jetzt ist sie die Leiterin des TheoPrax-Zentrums im Fraunhofer ICT. Auch die Jahre zuvor hat sie schon den

TheoPrax-Kurs bei der Science Academy geleitet. Sie war immer hochmotiviert und hatte zu jeder Zeit ein offenes Ohr für uns. Sie brachte uns an unsere Grenzen und schob dann kleine Spielchen zur Auflockerung ein. Dank ihr haben wir nie den Faden verloren und versanken auch nicht im Chaos.

Simon Budjarek aus Karlsruhe-Durlach

Simon unterrichtet an der Realschule in Walldorf die Fächer Mathe und Sport. In seiner Freizeit treibt er auch leidenschaftlich Sport. Deshalb leitete er neben dem Kurs auch die Sport-KüA, die ein guter Ausgleich zum Kurs war. Simon war für jeden Spaß zu haben. Aber am Sportfest war er zutiefst enttäuscht von unserem Ergebnis, da wir Letzte wurden. Im Kurs lieferte er uns jede Menge gute Ratschläge. Er war unsere Teeversorgung und brachte am Anfang der Sommerakademie einen großen Teevorrat mit, über den wir alle dankbar herfielen. In der Mitte der Akademie sorgte er dafür, dass uns Zucker, Tee und Zitronensaft nicht ausgingen und besorgte dabei gleich einen Vorrat an Süßigkeiten.

Andreas Widmann aus Balingen

Andy war unser gutgelaunter Schülermentor. Er half uns an allen Ecken und Enden, so gut es ging und blieb auch, wenn es mal nicht klappte, optimistisch. Er selbst war vor zwei Jahren im TheoPrax-Kurs der Science Academy. Er unterstützte uns, indem er z. B. eine ganze Kiste voller Legosteine mitbrachte, die wir für das Bauen unseres Modells verwenden durften.

Dörthe, Simon und Andy standen uns mit vielen informationsreichen Präsentationen zur Seite, in denen wir erfuhren, worauf es im Projektmanagement ankommt. Sie waren es auch, durch die wir oft zu spät zum Essen kamen (manchmal waren wir aber auch selbst schuld, da wir unsere Arbeit unbedingt noch vor der Mittagspause fertigstellen wollten). Deshalb stellen wir eine Regel auf, in der Pünktlich-



keit gefragt war (diese Regel wurde aber nicht immer eingehalten).

Schon beim Eröffnungswochenende hat sich unser TheoPrax-Kurs in 3 Gruppen aufgeteilt: Die Ätzgruppe mit dem Namen „Chemical Nature“, die A/D-Wandler-Gruppe, die sich „Transformers“ nannte und die Gruppe „µPower“ mit dem Thema Mikrocontroller. Jede Gruppe ernannte schon bei der Gruppenbildung einen Teamsprecher, der Kontakt zum Auftraggeber (Endress+Hauser) aufnahm.

Chemical Nature:

Felicitas Kuch

Feli war eine sehr motivierte Teamsprecherin. Dabei spornte sie ihre Gruppe mit ihrem Eifer an. Wenn gerade kein Kurs war, war sie im Theaterbereich tätig und zeigte uns ihr Talent fürs Schauspielen am Abschlussabend.

Luisa Ladel

Luisa war eine der beiden Kichertanten des TheoPrax-Kurses. Sie war immer gut drauf und gehörte zu den Süßigkeitenspendern. Aber auch sie wusste, wann es ernst zu sein galt und trug zu guten Projektergebnissen bei. Im Orchester, das am Abschlussabend gespielt hat, wirkte sie als Geigenspielerin mit. Und abends setzte sie ihre Sprachkenntnisse in der Chinesisch-KüA ein.

Clemens Winter

Clemens war ein eher ruhiges, aber produktives Mitglied der Gruppe. Trotz seiner teilweise ernsten Art war er für viele Späße zu haben.

Im musikalischen Bereich engagierte er sich als Fagott-Spieler.

Sina Ziegler

Sina war immer am Laptop im Einsatz. Sie machte sich mit kreativen Einfällen ans Werk. An ihrem 15. Geburtstag, der während der Akademie war, schenkten wir ihr einen selbstgebackenen Kuchen. Ihre Freizeit verbrachte sie damit, für den Abschlussabend in der Band als Gitarristin zu proben.



Transformers:

Alice Theiß

Alice war eine sehr pflichtbewusste Gruppensprecherin, die immer voll bei der Sache war. Sie versuchte, Chaos zu verhindern, was ihr auch sehr gut gelang. War sie einmal an ihrer Arbeit, konnte sie nichts aus der Ruhe bringen und bei Problemen half sie immer mit guten Ideen weiter.

Lisa Kohler

Lisa war eine begeisterte Tänzerin und übte auch zwischendurch, wenn sie bei der Arbeit eine kurze Pause einlegen musste, mit Alice die Schritte aus der Tanz-KüA. Während der Kursarbeit war sie jedoch immer bei der Sache.

Lukas Scheuerle

Lukas war immer aktiv. Er brachte sich rege in Diskussionen oder Ähnliches ein. Er war auch ein sehr engagierter DJ beim Bergfest und am Abschlussabend. Manchmal unterhielt er uns

mit witzigen Präsentationen, die er auf seiner Festplatte dabei hatte.

Moritz Scham

Moritz hat viel Allgemeinwissen, welches er oft und gerne einbrachte und uns damit weiterhalf. Er hatte außerdem viele gute Ideen, die wir für unser A/D-Wandler-Modell gebrauchen und umsetzen konnten. Ansonsten arbeitete er pflichtbewusst und versuchte sich manchmal am Laptop. Ihn brachte fast nichts aus der Ruhe.



μPower:

Kai-Li Yan

Kai-Li war unsere Kichertante Nr. 2. Sie hat viel Humor und brachte sich als Gruppensprecherin sinnvoll in die Teamarbeit ein. Als Gegenspielerin trug sie beim Abschlussabend zur Unterhaltung bei und war auch in vielen anderen Bereichen aktiv. Da sie Chinesin ist, leitete sie zusammen mit Luisa die Chinesisch-KüA. Dort lernten wir einfache Ausdrücke wie nǐ hǎo (hallo).

Lukas Gutzweiler

Lukas war der Ruhepol des Kurses. Doch er ist auch ein sehr guter Schauspieler und Grimassenschneider, womit er zur Auflockerung der Stimmung beitrug. Aus diesem Grund verbrachte er oft seine Freizeit in der Theater-KüA, welche am Abschlussabend ein Theaterstück zeigte.

Simon Bultmann

Simon war der Informatikspezialist der Gruppe. Er programmierte just for fun das Demoboard, das Endress+Hauser uns geliehen hatte, um Sina eine Geburtstagsüberraschung zu bereiten. Außerdem spielte er in der Combo und auch im Bläserensemble als Klarinettist mit. Er war durch und durch zielorientiert, verlor sich aber manchmal in anderen Themengebieten, die ihn sehr interessierten. Sein riesiges Fachwissen erleichterte das Arbeiten und Recherchieren.

Sebastian Kaltenbach

Sebastian war unser Computerfachmann. Er kannte sich super mit Animationen aus, was uns viel Arbeit ersparte, da wir in diesem Bereich nicht viel recherchieren mussten. Aus diesem Grund hatte seine Gruppe es ihm zu verdanken, dass sie so schnell fertig wurde und noch viel Zeit für Feinheiten hatte. Diese Gruppe legte am wenigsten Überstunden ein. Sebastian gehörte zu den Ruhigeren der Gruppe und war außerhalb des Kurses ein absoluter Tischtennisprofi, der sein Wissen gerne weitergibt. Er leitete auch an einem Nachmittag die Tischtennis-KüA.



Vorstellung der Themen

MORITZ SCHAM, CLEMENS WINTER

Mikrocontroller!?! – es ist wie bei den Europaabgeordneten: Irgendwie hat man schon mal davon gehört, aber was das genau ist – keine Ahnung. Doch wenn man sich ein bisschen mit dem Thema beschäftigt, bekommt man recht schnell eine Vorstellung, um was es geht.

Man merkt jedoch auch rasch, dass das Thema sehr umfangreich ist. Deshalb haben wir von Endress+Hauser drei Themenstellungen bekommen, die alle mit dem „Überthema“ Mikrocontroller zu tun haben.

1. Thema: Darstellung und Erklärung eines AD-Wandlers:

Beim Thema Analog-Digital-Wandler ging es darum, die komplexen Vorgänge innerhalb eines AD-Wandlers mithilfe eines selbst gebauten Modells anschaulich darzustellen. Zusätzlich sollte ein Lehrmodul gefertigt werden, das den AD-Wandler so interessant und anschaulich wie möglich erklärt. Beides soll von Endress+Hauser dazu benutzt werden, Azubis den AD-Wandler zu erklären. Zusätzlich können dies dann auch Lehrer benutzen, um ihre Schüler mit dem A/D-Wandler bekannt zu machen.

2. Thema: Visuelle Darstellung des inneren Aufbaus eines Mikrocontrollers, mit der das Interesse von Jugendlichen am Thema Mikrocontroller geweckt werden soll:

Bei der visuellen Darstellung eines Mikrocontrollers sollte eine moderne Animation in Powerpoint erstellt werden, die den Arbeitsablauf eines Mikrocontrollers erklärt. Dies sollte dann für Laien verständlich sein.

3. Thema: Erstellung einer schriftlichen „Schritt für Schritt“-Broschüre für Jugendliche, welche die Arbeitsanweisungen und Sicherheitshinweise zur Herstellung von Platinen verständlich für Jugendliche erklärt:

Beim dritten Thema ging es darum, das Verständnis bei Jugendlichen für das Thema Platine zu erhöhen. Dafür sollten wir eine Broschüre schreiben, mit der in diesem Thema unerfahrene Leute (z. B. Auszubildende, Schüler, ...) selbst eine Platine herstellen können. Dafür muss die Broschüre leicht verständliche Arbeitsanweisungen enthalten, die die Leser über mögliche Gefahren bei den verschiedenen Arbeitsschritten aufklären. Des Weiteren soll eine Auswahl der am häufigsten verwendeten Ätzarten benannt werden und Tipps gegeben werden, wie man die beim Entwickeln und Ät-

zen verwendeten Materialien entsorgt.

A/D-Wandler

ALICE THEISS, LUKAS SCHEUERLE

Unsere Gruppe hatte die Aufgabe, ein Modell eines A/D-Wandlers zu bauen, welches für Jugendliche verständlich und leicht nachbaubar sein sollte. Dazu sollte ein Lehrmodul angefertigt werden, mit Erklärung der genauen Vorgänge. Wir wussten schon, dass ein A/D-Wandler analoge in digitale Signale umwandelt, doch erst einmal musste geklärt werden: Wie funktioniert das überhaupt? Was genau sind eigentlich analoge und digitale Signale, und was um Himmels Willen ist der Aliasing-Effekt? Bevor wir also mit unserem Modell beginnen konnten, mussten diese Fragen geklärt werden.

Ach ja, da fällt uns gerade ein, wir haben uns ja noch gar nicht vorgestellt. Wir, das sind Lisa Kohler, Lukas Scheuerle, Moritz Scham und Alice Theiß. So, jetzt, da wir das geklärt hätten, kommen wir zurück zum Thema:

Wir recherchierten und klärten (fast) alle theoretischen Fragen in der Zeit vom Eröffnungs-Wochenende bis zur Akademie. Und dann, am 28. 8. 2009, konnte unsere Arbeit endlich so richtig beginnen.

Zuerst einmal präsentierten wir den anderen Teilnehmern aus unserer TheoPrax-Gruppe unsere zusammengetragenen Ergebnisse. Dabei konnten sich die Gruppenmitglieder noch einmal gegenseitig helfen, wenn man etwas nicht verstanden hatte – getreu dem Motto „Einer für alle, alle für Einen“.



Im Laufe der nächsten Tage erfuhren wir viel über Projektmanagement und begannen, unser eigenes Projekt von vorne bis hinten durchzuplanen:

Wir entwarfen einen Projektstrukturplan. Dieser beinhaltet alle Arbeiten, die für das Erreichen des Projektziels nötig sind. Diese Arbeiten fassten wir in Arbeitspakete zusammen und erstellten einen Zeit- sowie einen Kostenplan.

Die nächste Aufgabe war das Erstellen des Angebots für den Auftraggeber Endress+Hauser. Nachdem wir dieses abgeschickt hatten, waren wir natürlich alle erst einmal aufgeregt, ob wir denn den Auftrag erhalten würden, oder ob wir unser Angebot noch einmal überarbeiten müssten. Wie so häufig trat Letzteres ein, und wie die anderen Gruppen mussten auch wir unser Angebot noch einmal überarbeiten. Das lohnte sich allerdings, denn nach der Überarbeitung wurde unser Angebot schließlich angenommen, und wir konnten mit der Umsetzung unseres Projekts beginnen.

Nachdem wir die Feinrecherche über den A/D-Wandler beendet hatten, begannen wir mit der Ideensammlung für ein Modell, welches einfach zu bauen sein musste, aber trotzdem alle technischen Aspekte beinhaltete. Das jedoch war leichter gesagt als getan.

Anfangs dachten wir viel zu kompliziert, und erst Dörthe brachte uns mit einem „Kuckucks-Ruf“ so langsam auf den richtigen Weg, aber noch standen wir ganz am Anfang.

Kevin, ein ehemaliger TheoPraxler und ein Experte auf dem Fachgebiet des A/D-Wandlers, erklärte uns die einzelnen Bauteile und das einfachste A/D-Wandler-Verfahren (davon gibt es nämlich mehrere). Daraufhin hatten wir eine konkrete Idee, wie unser Modell aussehen sollte: Wir wollten aus Lego die verschiedenen Bauteile des A/D-Wandlers darstellen. Da diese miteinander kommunizieren, dachten wir, dass diese als Legomännchen darstellbar sind.

Da wir nun einen festen Plan im Kopf hatten, begannen wir auch gleich mit der Umsetzung. Und das machte allen einen Menge Spaß. Andys Legobaukasten hatte nämlich eine Menge lustiger Figuren zu bieten, da gab es z. B. Dumbledore, Harry Potter und Darth Vader, welche in unserem Modell allerdings keine Ver-



wendung fanden. Wir verbrachten nicht wenig Zeit damit, uns durch seinen Legokasten zu wühlen und unsere „Arbeitertruppe“ des A/D-Wandlers, die z. B. aus den Zählerzwillingen oder der Komparatorlady bestand, zusammenzustellen.

Aus welchen Bauteilen besteht denn der A/D-Wandler? Hier gibt es den Taktgeber, den Komparator, den D/A-Wandler, die UND-Schaltung, Zähler Nr.1 und Nr.2 und den Speicher. Dann spielen noch die Eingangsspannung und die Referenzspannung eine wichtige Rolle.

Wollten wir alle Bauteile erklären, wäre das ein Kurs für sich, deshalb greifen wir uns – stellvertretend für alle – zwei Bauteile heraus, deren Funktion wir im Folgenden etwas näher erklären.

Fangen wir mit dem **Komparator** an. An dieses Bauteil werden zwei Spannungen (Eingangsspannung und Referenzspannung) angelegt, welche verglichen werden. Wenn die Spannung am ersten Eingang größer ist als die Spannung am zweiten Eingang, schickt der Komparator ein bestimmtes Signal weiter (eine 1). Ist allerdings die Spannung am zweiten Eingang größer, wird ein anderes Signal weiter geschickt (eine 0).

Um das etwas verständlicher auszudrücken, hier noch mal ein einfaches Beispiel:

Ihr seid in einem Freizeitpark und möchtet mit der Achterbahn fahren. Die Eingangsspannung entspricht der Größenbeschränkung und die Referenzspannung seid ihr. Seid ihr größer als die Größenbeschränkung (Eingangsspannung), dürft ihr mit der Achterbahn fahren (eine 1 wird ausgegeben). Seid ihr allerdings zu klein,

müsst ihr draußen bleiben (das entspricht einer 0).

Dieses Signal kommt dann an einem **UND-Gatter** an, welches ein logisches Bauteil ist. Logische Bauteile kann man gut anhand von Alltagssituationen beschreiben.

So geht man nur dann auf eine Party, wenn man Zeit **UND** eine Einladung **UND** Lust hat **UND** eine Party stattfindet. Das Resultat tritt nur dann ein, wenn alle Bedingungen gleichzeitig vorhanden/erfüllt sind. Diese Abhängigkeit wird in der Schaltalgebra als **UND-Funktion** bezeichnet. Wahre Signale werden durch eine 1 und falsche durch eine 0 dargestellt.

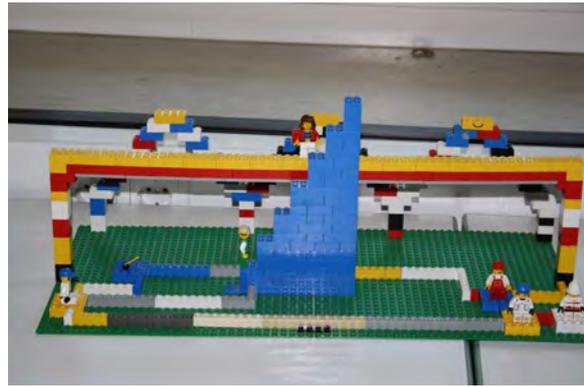
Bedingung A	Bedingung B	Ergebnis Z
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Die oben stehende Funktionstabelle zeigt das Verhalten einer UND-Funktion mit zwei Eingängen in Form einer Wahrheitstabelle. Die Tabelle verdeutlicht noch einmal, dass nur, wenn A und B erfüllt sind, Z auch erfüllt sein kann.



Nach Klärung aller Bauteile und ihrer Funktionen haben wir dann das Modell gebaut. Als es dann fertig war, waren wir alle sehr froh und erleichtert, dass es uns so gut gelungen war. Doch noch hatten wir nicht einmal die Hälfte geschafft, denn wir mussten ja noch das Lehrmodul schreiben, das die Grundlagen des A/D-Wandlers beinhalten sollte.

Dafür haben wir uns erst einmal zu jedem Vorgang ein gut verständliches Beispiel ausgedacht



Das fertige Legomodell

und es dann anschaulich und vor allem verständlich formuliert. Und natürlich waren wir auch nicht immer einer Meinung, wie das Eine oder Andere geschrieben werden sollte.

Wie ihr euch sicher schon denken könnt, war unser Kopf zwischendurch mal zu müde, um noch einen klaren Gedanken fassen zu können. Dann begannen wir literweise „Gute-Laune“-Tee zu schlürfen oder, was auch mal vorkam, zu singen oder zu tanzen.



Als wir das Lehrmodul endlich fertig gestellt hatten, mussten wir uns auf unsere Präsentation für den Auftraggeber vorbereiten, bei der drei Vertreter der Firma Endress+Hauser anwesend sein wollten. Außerdem wollte der Mitbegründer von TheoPrax, Peter Eyerer, kommen. Daher waren wir alle ziemlich aufgeregt.

Doch dann lief alles wirklich super und wir waren sehr stolz, als wir unser Lehrmodul und



unser fertiges Modell in Händen hielten. Dafür bekamen wir eine Menge Lob von der Firma Endress+Hauser. Die Arbeit hat uns viel Spaß gemacht, das war uns das Wichtigste.

Jetzt haben wir euch einiges über die Arbeit unserer Gruppe erzählt und hoffen, der Einblick in unsere zweiwöchige TheoPrax-Projektarbeit war für euch interessant.

Wir haben eine Menge über den A/D-Wandler erfahren. Doch wie ist der A/D-Wandler eigentlich in eine Maschine eingebaut? Der A/D-Wandler befindet sich wie der Mikrocontroller auf einer Platine. Wie diese hergestellt wird und was man dabei beachten muss, damit hat sich die nächste Gruppe beschäftigt, die sich im Folgenden vorstellt:

Chemical Nature

FELICITAS KUCH, LUISA LADEL,
CLEMENS WINTER, SINA ZIEGLER

Wir, Felicitas, Luisa, Clemens und Sina sind die Gruppe „Chemical Nature“. Sicher fragt ihr euch, wie dieser Name zustande gekommen ist. Das werden wir euch kurz erklären: Zu Anfang hatten wir zwei Themen. Das eine war die Erstellung einer Broschüre zur Herstellung von Leiterplatten. Das zweite Thema beinhaltete die Untersuchung der sicherheitsrelevanten Aspekte beim Ätzvorgang und das Recycling der dort verwendeten Stoffe. Durch dieses Thema kam auch unser Name zustande, da wir uns um Chemie, aber auch um Natur und Umwelt kümmern wollten. Bei unserer Zeitplanung in der Sommerakademie fiel uns aber sehr schnell auf, dass beide Themen für zwei Wochen einfach zu viel waren. Also strichen wir das zweite

Thema, doch unseren Namen behielten wir. Es war nämlich sehr schwer, einen anderen passenden Namen zu finden. Von „die Ätzgruppe“ bis zur „One-Boy-Group“ hatten wir uns (fast) alles überlegt.

Während der Sommerakademie galten wir als die „ruhige Gruppe“, zeigten aber einen steten Fortschritt und gaben gegen Ende auch richtig Gas, sodass alle staunten.

Doch neben dem ganzen Praktischen mussten wir uns natürlich auch in die Theorie einarbeiten. Was zum Beispiel ist überhaupt eine Platine?

Stellt euch vor, man müsste einzelne Bauteile auf einem Festkörper (eine Platte) mit Kabeln verbinden. Ein ganz schönes Durcheinander! Dies vermeidet man, indem man einen nichtleitenden Festkörper (z. B. Kunststoff) mit leitendem Material (z. B. Kupfer) beschichtet. Diese Platte wird zunächst belichtet, dann entwickelt und schließlich geätzt. Dadurch wird der Großteil des Kupfers entfernt, sodass nur noch bestimmte leitende Bahnen übrig bleiben. Diese ersetzen die Kabel. Das Ganze nennt man dann Platine oder Leiterplatte.

Um ätzen und entwickeln zu können muss man wissen, wie gefährlich die benötigten Chemikalien sind. Dafür gibt es R/S-Sätze.

Dabei bedeutet das R „risk“, also Gefahr, und das S „safety“, also Sicherheit. Die R-Sätze geben euch Auskunft über die Gefahren, die mit den jeweiligen Chemikalien verbunden sind. Die S-Sätze geben euch Sicherheitsratschläge, um die Gefahren zu vermeiden oder wenigstens zu verringern.

Ein paar konkrete Beispiele:

R 21 Gesundheitsschädlich bei Berührung mit der Haut

S 30 Niemals Wasser hinzugießen

R/S-Sätze wie diese findet ihr ganz einfach im Internet. Sie sind meist mit verschiedenen Gefahrensymbolen am Etikett der Chemikalie angegeben.

Auf dem Bild seht ihr das Sicherheitsetikett von Natriumhydroxid, einer Chemikalie, mit der wir u. a. gearbeitet haben.

So, und nachdem ihr über unser Thema etwas



Theorie gehört habt, geht es nun langsam zum Praktischen über.

Denn jetzt machen wir mit den Versuchen weiter. Bevor wir damit angefangen haben, mussten wir uns überlegen, wie wir unsere Versuche planen wollten. Denn wir hatten absolut keine Ahnung, wie wir belichten, entwickeln und ätzen sollten und vor allem, wie lange das dauert. Da hieß es ausprobieren! Deshalb haben wir uns zusammengesetzt und folgende Parameter für das Belichten festgelegt:

1. Entfernung der UV-Lampe zur Platine (fällt bei einer Belichtung durch die Sonne weg)
2. Umgebung
3. Belichtungsdauer

Um den Überblick über alles zu behalten, war es sinnvoll, das Ganze in einer Tabelle zu protokollieren.

Dann war es endlich soweit – wir setzten unsere Pläne in die Tat um. Wir teilten uns in zwei Gruppen auf und belichteten die Platinen nach den zuvor gewählten Parametern. Die eine Gruppe belichtete die Platinen mit der UV-Lampe in der Toilette, denn diese war fensterlos, weshalb wir sie zur Dunkelkammer umfunktionierten. Die andere Gruppe ging nach draußen, um die Platine von der Sonne belichten zu lassen.

Die Gruppe in der „Dunkelkammer“ musste jedoch erst die UV-Lampe aufbauen. Eine ziemlich knifflige Angelegenheit, da wir das Stativ erst noch zusammenbauen mussten.



Doch nachdem dies endlich erledigt war, ging es richtig los: Wir arbeiteten schichtweise in der „Dunkelkammer“, um die Platinen 2–20 min zu belichten und zu überwachen. Wir haben zugleich mit verschiedenen Abständen (15 cm bis 50 cm) zwischen Platine und Lampe experimentiert.

Wie schon vorher erwähnt, haben wir unsere Platinen nicht nur drinnen belichtet, sondern auch in die Sonne gelegt. Denn diese strahlt auch reichlich UV-Licht ab. Da wir vermuteten, dass die Sonne weniger UV-Licht abstrahlt als die UV-Lampe, war die Belichtungszeit hier länger – zwischen 30 Minuten und 5 Stunden.

Wir hatten folgende Idee: Wenn wir die Platine in eine Alu-Schüssel legen, reflektiert die Schüssel die Strahlen so, dass die UV-Einstrahlung gebündelt wird. Gesagt, getan!

Was dabei allerdings herausgekommen ist, erzählen wir euch später.

Nach dem Belichten ging es mit dem Entwickeln weiter. Mit Kittel, Schutzbrille und Handschuhen ausgerüstet mussten wir in den Che-

mieraum umziehen, um dort unsere Experimente weiterzuführen. Und warum? Weil mit den Chemikalien, die wir für das Entwickeln und Ätzen brauchten, nicht zu spaßen ist. Beide sind nämlich ätzend. Deshalb mussten wir nach den Richtlinien der R/S-Sätze arbeiten.



Bei der Arbeit im Labor

Heutzutage gibt es auch fertige Ätzsets, in denen Entwickler und Ätzmittel schon vorhanden sind. Das erspart viel Zeit, die in unserem Kurs knapp war, weshalb ein solches bei uns zum Einsatz kam. Den Entwickler haben wir in einem Liter destilliertem Wasser gelöst, dann die Platinen für ca. eine Minute eingetaucht und anschließend mit Wasser abgespült.

Nach dem Entwickeln kamen die Platinen nun ins Ätzbad. Wir lösten das Ätzmittel Natriumpersulfat in einem halben Liter warmem Wasser. Die Lösung gaben wir in eine Plastikschale, in die wir die Platinen legten. Die Schale musste während des Ätzvorgangs dauernd bewegt werden, sodass das Ätzmittel gleichmäßig ätzen konnte. Wir rechneten damit, dass der Ätzvorgang insgesamt etwa 10 bis 15 Minuten dauern würde, aber da hatten wir uns gründlich verschätzt, denn die Platinen waren erst nach über einer Stunde fertig geätzt!

Und nicht nur das: Von unseren zwölf Platinen wurden nur zwei vollständig geätzt, und bei vier weiteren wurde die Oberfläche der Platinen nur leicht angeätzt. Bei den anderen passierte gar nichts. Doch trotzdem brachte uns dieser Versuch weiter, wie wir noch berichten werden.

Jetzt hatten wir unsere Ergebnisse „im Kasten“, d. h. fertig geätzt. Aber wer Abfall produziert,



Platinen im Ätzbad

muss auch wieder aufräumen! Die Chemikalien dürfen nicht einfach in den Abfalleimer geworfen werden. Man muss sie neutralisieren. Dazu haben wir die Entwicklerflüssigkeit filtriert und den Rückstand in eine Feststofftonne gegeben. Den Rest („Filtrat“) haben wir mit verdünnter Salzsäure neutralisiert und in den „wässrigen Abfall für Säuren und Basen“ gegeben.

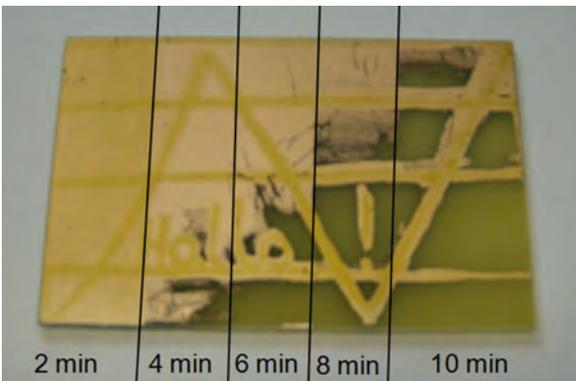
Die Ätzflüssigkeit mussten wir mit Natriumhydrogencarbonat neutralisieren und ebenfalls in den „wässrigen Abfall für Säuren und Basen“ geben.

Nachdem wir die Chemikalien nun ordnungsgemäß entsorgt hatten, machten wir uns an die Auswertung der Ergebnisse. Bei den Platinen, die unter der UV-Lampe belichtet wurden und bei denen nichts geätzt wurde, waren wir uns schnell einig, dass die Belichtungszeit zu kurz war. Denn auf den Platinen sah man zwar das Muster des Layouts, das später auf der Platine zu sehen sein sollte, jedoch wurde das Kupfer kein bisschen weggeätzt.



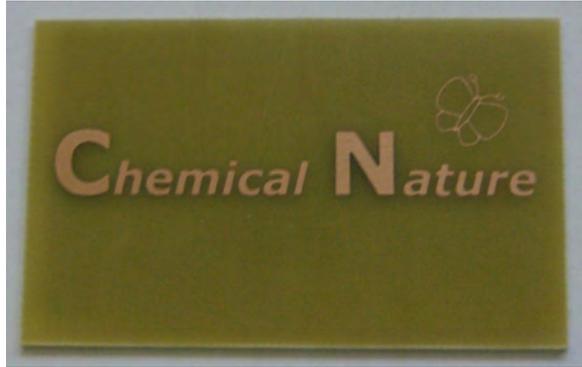
Also schlussfolgerten wir, dass die Fotoschicht nicht lange genug belichtet wurde, sodass der Entwickler sie nicht entfernen konnte. Bei den Platinen, die von der Sonne belichtet wurden, mussten wir lange überlegen, warum sie nicht das gewünschte Ergebnis brachten. Sogar Dörthe konnte uns nicht weiterhelfen. Wir vermuteten jedoch, dass sie ebenfalls zu kurz belichtet wurden und dass außerdem UV-Licht an Stellen kam, an denen es eigentlich nichts zu suchen hatte, d. h. die Stellen, die vom Layout abgedeckt waren.

Dennoch konnten wir vor allem anhand einer Platine sehr genau feststellen, was die ideale Belichtungsdauer und was der beste Abstand zur UV-Lampe war.

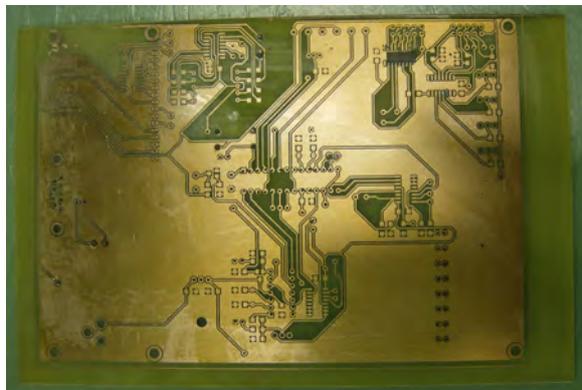


Dies half uns dann auch bei unserem zweiten Versuch. In diesem ätzten wir die Gruppenlogos der drei Gruppen in eine Platine. Außerdem machte Andy noch eine Platine mit Geburtstagsglückwünschen für seine Mutter, da sie am Wochenende Geburtstag feierte und er noch kein Geschenk hatte.

Kleine Anmerkung, wie schon gesagt: Normalerweise nutzt man Platinen nicht, um Muster oder Logos zu verewigen, sondern, um sich ein Kabelgewirr zu ersparen. Auf dem folgen-



den Bild seht ihr eine in dieser Form von Endress+Hauser verwendete Platine.



Bleibt nur noch eine Frage: Warum haben wir denn so viele Versuche gemacht und alles so genau protokolliert? Es gibt nur eine Antwort darauf:

Wir sollten eine Broschüre für Jugendliche zum Belichten, Entwickeln und Ätzen von Platinen erstellen. Keine leichte Aufgabe! Und vor allem mussten wir es erst selbst „erleben“ um es beschreiben zu können. Als wir schließlich alle Informationen beisammen hatten, fing die Arbeit erst richtig an. Aber keine Sorge. Diese Art von Arbeit macht viel Spaß und gute Laune.

Erst einmal haben wir uns überlegt, wie die Broschüre aufgebaut sein sollte. Dann musste natürlich ein Eye-Catcher her, um die Broschüre anschaulicher und interessanter zu gestalten. So wie Hänsel und Gretel vom Lebkuchenhaus der Hexe angelockt wurden, so sollte diese Broschüre den Leser zum Experimentieren auffordern. Aber wie macht man das? Unsere Köpfe qualmten, als uns plötzlich die Idee kam: Willi, unser TheoPrax-Maskottchen, sollte ein paar Sprüche zum Besten geben und die ganze Sache

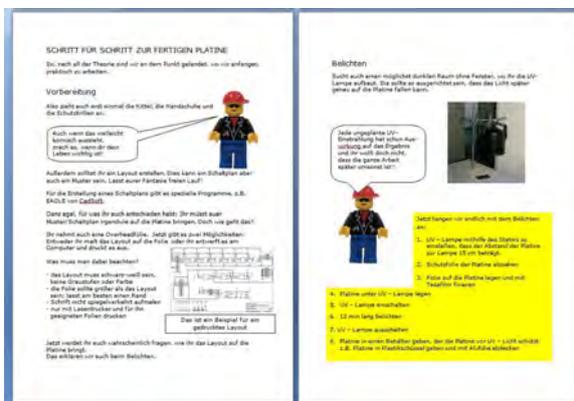
ein bisschen auflockern. Aber wer ist Willi? Das müsst ihr schon selbst herausfinden, denn das ist ein altes TheoPrax-Geheimnis. Jetzt ging es darum, wie wir Willi darstellen. Andy hatte die zündende Idee: Wir liehen uns einfach ein Legomännchen von der A/D-Wandler Gruppe aus. Nun brauchten wir nur noch jemanden, der Willi Fragen stellt: einen Schüler. Auch dieser war schnell aus Legosteinen zusammengesetzt. Auf geht's zum Fotoshooting:



Unsere Figuren waren nicht das Einzige, das die Broschüre „verschönern“ sollte: Wir haben für die „Schritt für Schritt“-Anleitung auch noch gelbe Hinweiskästen eingesetzt. In der folgenden Abbildung seht ihr einen Ausschnitt aus unserer Broschüre.

Außerdem haben wir die Schüler aufgefordert, selbst aktiv zu werden, um sie für das Thema zu motivieren.

Doch das alles hilft nichts, wenn der Text auf Fachchinesisch geschrieben ist. Also war auch ein angemessenes Sprachniveau wichtig. Das Ganze hat uns viel Spaß gemacht, und was dabei herausgekommen ist, kann sich durchaus sehen lassen.

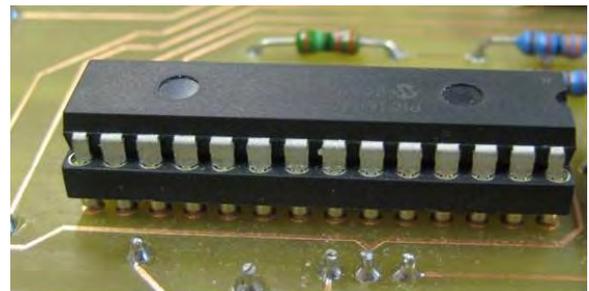


Jetzt wisst ihr, was wir alles erreicht haben und könnt euch unsere Arbeit hoffentlich besser vorstellen. Nun zeigt euch aber noch unsere

dritte Gruppe, was sie erarbeitet hat. Ihr Thema hat auch ein wenig mit unserem zu tun, da das Bauteil, das sie erklären sollten, sich für gewöhnlich auf einer Leiterplatte befindet, aber lest selbst ...

µPower

LUKAS GUTZWEILER, SEBASTIAN KALTENBACH, SIMON BULTMANN



Der Mikrocontroller ist in fast jedem elektronischen Gerät enthalten und wird dennoch kaum beachtet. Das ist aber ziemlich ungerechtfertigt, denn er ist das Gehirn eines solchen Gerätes und spielt somit für dessen reibungslose Funktion eine entscheidende Rolle. Der Mikrocontroller analysiert und bewertet eingehende Daten und reagiert entsprechend darauf. So wählt er zum Beispiel bei einer Waschmaschine nach dem Drücken eines Knopfes das gewünschte Waschprogramm aus oder gibt nach einem Aufprall im Auto dem Airbag das Signal, sich zu öffnen.



All diese Aufgaben bewältigt er jedoch nicht von selbst. Er benötigt ein Programm, in dem

festgelegt ist, wie er die eingehenden Daten verarbeiten und gegebenenfalls darauf reagieren soll. So ein Programm besteht aus vielen einzelnen elementaren Befehlen, wie zum Beispiel einer Addition, dem Abspeichern eines Wertes oder dem Vergleich eines Wertes mit einem anderen. Unsere Aufgabe war es zu erklären, was bei einem solchen Befehl im Inneren des Mikrocontrollers abläuft, und dies in einer für Jugendliche ansprechenden und verständlichen Form. Wir sollten dies mithilfe einer PowerPoint-Präsentation realisieren.

Doch zuerst einmal, wer „wir“ überhaupt sind: „Wir“, das sind Kai-Li Yan, Sebastian Kaltenbach, Simon Bultmann und Lukas Gutzweiler. Von der Teambildung an bis zum Beginn der Science Academy recherchierten alle Gruppenmitglieder über einzelne Bauteile des Mikrocontrollers.

Während dieser Zeit nahm Kai-Li Kontakt zu Herrn Paul und Herrn Krause von der Firma Endress+Hauser auf, die uns bereitwillig unsere Fragen beantworteten. Das Schuljahr ging zu Ende, und im Ferientrübels fiel die Kommunikation unter uns Teammitgliedern immer schwerer.



Quelle: Fraunhofer ICT

Doch dann war er da, der von uns allen so lang ersehnte und teilweise auch leicht gefürchtete Tag: Freitag, der 28. August 2009. Die 7. Science Academy in Adelsheim hatte begonnen. Endlich sahen wir uns alle wieder und tauschten uns erst einmal über unsere Probleme und Ergebnisse aus. An den ersten Tagen stellten wir die Resultate unserer Recherche zusammen und erfuhren jede Menge Theorie über die Planung eines Projekts. Wir machten uns gleich daran, dies auf unser Projekt anzuwenden und es komplett durchzuplanen.

Wir erstellten nun ein Angebot, welches unseren Auftraggeber über unsere Planungen und Ziele informieren sollte. Schon nach wenigen

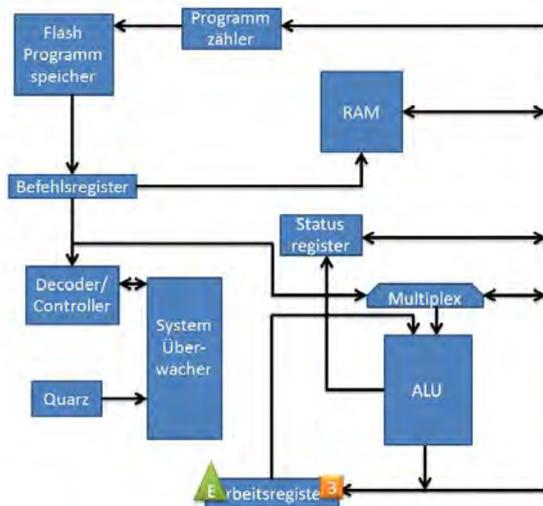
Tagen schickten wir dieses Angebot an Endress+Hauser, um den erhofften Auftrag zu erhalten. Doch wir bekamen die Nachricht zurück, dass wir unser Angebot noch ein wenig verbessern und einzelne Punkte genauer erklären müssten. Daher konnten wir uns schon früh an Überstunden gewöhnen. Doch es lohnte sich! Das nachgebesserte Angebot wurde akzeptiert, wir erhielten den Auftrag auf „Grundlage unseres Angebotes“ und konnten endlich richtig loslegen.

Zuerst sammelten wir Informationen über die einzelnen Bausteine des Mikrocontrollers. Dann erst begannen wir mit der eigentlichen Animation. Als Übersicht über die Bauteile nahmen wir zunächst das Blockdiagramm des Mikrocontrollers, das uns Endress+Hauser zugeschickt hatte. Bei der Rotation zeigten wir den anderen Akademieteilnehmern die erste von uns erstellte Visualisierung. Es stellte sich heraus, dass diese Version noch deutlich zu unübersichtlich und zu schwer verständlich war, weil sie zu viele Informationen auf einmal enthielt.

Also machten wir uns daran, die Präsentation zu überarbeiten und einfacher sowie übersichtlicher zu gestalten. Wir erstellten einen komplett neuen und verständlicheren Übersichtsplan der Bauteile und entschieden uns dafür, Informationen nach und nach erscheinen zu lassen, nicht wie in der ersten Version alle auf einmal. Die einzelnen Bauteile sind in der Animation als blaue Kästen dargestellt und außerdem mit ihrer Funktion beschriftet.

Die Datenleitungen zwischen den einzelnen Bauteilen, das sog. „Bussystem“, stellten wir mit Pfeilen dar. Über diese Leitungen werden die Daten von einem Bauteil zum anderen geschickt. In der Animation sind das orange Quadrate, in denen der Datenwert steht. Die Signale, die den Ablauf steuern, stellten wir als grüne Dreiecke dar. Sie werden aus den im Programmspeicher gespeicherten Befehlen im Decoder/Controller erstellt. Die ALU führt die eigentlichen Rechenoperationen durch wie z. B. die Addition von zwei Werten.

Die Werte werden vom RAM und aus dem Arbeitsregister zur ALU geschickt. Zwischenergebnisse, mit denen gleich weitergerechnet wird, werden im Arbeitsregister gespeichert. Die End-



Übersichtsplan der Bauteile des Mikrocontrollers

ergebnisse werden in das RAM geschrieben.



Addition in der ALU

Nach langer und intensiver Arbeit konnten wir bei der Abschlusspräsentation Endress+Hauser unser Ergebnis überreichen: Eine CD-ROM mit der Visualisierung einer Addition innerhalb des Mikrocontrollers, sowie eine schriftliche Erklärung, in der die einzelnen Schritte der Animation noch einmal genauer erklärt werden. Mit dieser Visualisierung, so hoffen wir, kann die Firma Endress+Hauser in Zukunft Jugendliche über das Thema Mikrocontroller informieren

und sie dafür begeistern.

Projektmanagement – Ein Rezept für ein gelungenes Projekt

LUIZA LADEL, SINA ZIEGLER, KAI-LI YAN

Um ein so komplexes, anspruchsvolles und langwieriges Projekt starten zu können, braucht man folgende Zutaten:

- unsere erfahrenen, hilfs- und zu Überstunden bereiten Kursleiter
- unseren lustigen, immer gut gelaunten Schülermentor Andy
- uns natürlich
- gaaaaaanz viele Süßigkeiten, Tee & Sonnenblumenkerne
- und nicht zu vergessen: das PROJEKTMANAGEMENT!

Jedes Projekt durchläuft in seiner Zubereitung folgende vier Phasen:

Start- und Definitionsphase, Planungsphase, Umsetzungsphase und Abschlussphase.

Start- und Definitionsphase: Hier fängt alles an. Denn zu jedem Projekt gehört ein Thema und natürlich das Erreichen eines Projektziels. Wir hatten gleich drei Themen und bildeten drei Teams, die schon am Anfang eine Menge Recherche zu bewältigen hatten.

Planungsphase: Wie das Wort schon sagt, wird in dieser Phase das Projekt geplant. Hier lernten wir auch zum ersten Mal, wie ein Projekt strukturiert ist und begriffen, was Projektmanagement genau bedeutet. Um unser neu angeeignetes Wissen gleich auszuprobieren und für unsere Projekte zu üben, bekamen wir die Aufgabe, ein 4-Gänge-Menü eines Lieferservices zu planen. Doch dahinter steckte viel mehr Arbeit, als wir gedacht hatten.

Erst einmal durften wir uns überlegen, was man für einen Lieferservice eines 4-Gänge-Menüs überhaupt braucht und was man alles erledigen muss.

Wir schrieben jede noch so kleine Kleinigkeit auf, um ja nichts zu vergessen und ordneten

sie dann nach Themengebieten. Diese kleinen Schritte sammelten wir in Arbeitspaketen, die anschließend in einem Strukturplan festgehalten wurden.

In unserem Beispiel sind das unter anderem die Fragen um:

- das Geschirr
- den Transport
- die Zutaten
- die Menüfolge
- ...

Diese Arbeitspakete ordneten wir dann in einem Zeitplan so an, dass wir mit allem fertig wurden, um das Essen rechtzeitig zu unseren Kunden Simon und Dörthe bringen zu können.

Danach hielten wir in einem Kostenplan fest, was wir für Ausgaben hatten. Dabei mussten außer den Lebensmitteln auch Transport, Personal, Strom und andere Güter, die wir für die Zubereitung eines Essens brauchten, mit einbezogen werden. Die Summe der Beträge wird dem Kunden nach Beendigung des Projektes als Rechnung vorgelegt. Natürlich nur, wenn man auch den Auftrag dafür erhalten hat.

Nun ist die Planungsphase schon fast abgeschlossen, denn jetzt haben wir alles, um ein Angebot erstellen zu können. Beim Lieferservice braucht man dies vielleicht nicht unbedingt, aber bei einem Projekt wie unserem ist es ein Muss. Im Angebot wird der potenzielle Auftraggeber über das Thema, unsere Zielsetzung, unsere geplanten Projektergebnisse, unseren Struktur-, Zeit- und Kostenplan usw. informiert. Wenn der Auftraggeber einverstanden ist, erteilt er uns den Auftrag, was für uns einem Startschuss in die Umsetzungsphase gleichkam.

Umsetzungsphase: Gerade in dieser Phase kann es kritisch werden, da es viele schwer kalkulierbare Risiken gibt.

Es könnte zum Beispiel passieren, dass wir die Zeit zu knapp kalkuliert haben. In diesem Fall hätten wir ein kleines Problem, das es zu lösen gilt. Ein paar Vorschläge wären: nicht zu trödeln, die Dekoration wegzulassen oder den Kunden ein bisschen länger warten zu lassen – was allerdings nicht zu empfehlen ist.

Eine weitere kleine Panne wäre, wenn das Auto liegen bliebe, wir zu spät oder gar nicht mehr kämen und der Kunde folglich sauer ist. Um das zu vermeiden, führten wir schon in der Planungsphase eine Risikoanalyse durch. Wir stellten zum Beispiel die Frage, wie wahrscheinlich eine Autopanne wäre. Bei einem neuen Porsche ist das wohl weniger der Fall, aber wenn das Auto schon einige Jahre auf dem Buckel hat und gelegentlich aussetzt, ist die Panne schon sehr viel wahrscheinlicher. Deshalb sollte man sich vielleicht ein Ersatzauto beschaffen. Auf diese Art lassen sich Risiken reduzieren oder „Notfallpläne“ aus der Tasche ziehen, wenn doch etwas passiert.

Abschlussphase: Während dieser Phase mussten wir in unserem richtigen Projekt die Abschlusspräsentation vorbereiten und natürlich auch halten. Außerdem haben wir einen Abschlussbericht für unseren Auftraggeber Endress+Hauser geschrieben, der nach der Präsentation an Herrn Krause, einen Vertreter dieser Firma, übergeben wurde. Aber auch wir haben etwas bekommen, für das sich unsere Überstunden gelohnt haben: Ein Zertifikat vom Fraunhofer Institut für Chemische Technologie und natürlich, was viel wichtiger war als das Zertifikat, das Aneignen von vielem neuen Wissen mit viel Spaß.

Nach der Abschlusspräsentation gab es noch ein Feedback für uns Teilnehmer, in dem wir zusammen darüber diskutierten, ob wir das Projekt erfolgreich mit Gewinn für uns und den Auftraggeber abgeschlossen haben und wie wir uns während des ganzen Projektes gefühlt hatten.

Wenn ihr euch an unser Rezept gehalten habt, solltet ihr jetzt theoretisch Folgendes haben:

- 2 stolze Kursleiter
- einen noch immer gut gelaunten Schülermentor
- einen zufriedenen Auftraggeber
- 12 glückliche Kursteilnehmer
- ein gelungenes Projekt
- und Unmengen an leeren Süßigkeitenverpackungen!

Fazit

LUKAS GUTZWEILER, SIMON
BULTMANN, SEBASTIAN KALTENBACH

Die 14 Tage waren für uns sehr abwechslungs- und lehrreich. Wir lernten viel Theorie, wie z. B. über das Projektmanagement, aber auch der praktische Aspekt kam nicht zu kurz. So bauten wir unter anderem von Endress+Hauser zur Verfügung gestellte Regensensoren. Die gelernte Theorie konnten wir auch gleich praktisch anwenden, indem wir das neu Gelernte auf unsere Projekte übertrugen. So mussten wir abwägen, wie die begrenzte Zeit einzuplanen war und welche Wichtigkeit die einzelnen Teilaspekte des Projekts haben sollten. Natürlich wollten wir in der begrenzten Zeit zum bestmöglichen Ergebnis kommen. Deshalb konnten wir nicht alle Aufgaben aus dem Zeitplan erledigen, sondern waren gezwungen, weniger wichtige Teilaspekte zu streichen, um die wichtigeren Aufgaben gründlich erledigen zu können. Unser Zeitplan wurde also ständig überarbeitet.

TheoPrax ist wohl der einzige Kurs, in dem die Teilnehmer die Richtung und das Ziel selbst vorgeben und nicht die Kursleiter. Außerdem macht ein reales Projektthema, also eine Fragestellung, zu der es noch keine Lösung gibt, den Kurs einzigartig. Die Zusammenarbeit mit einem Auftraggeber, der gespannt auf Ergebnisse wartet, war für alle Teilnehmer eine neue Erfahrung. In der letzten Phase vor der Abschlusspräsentation nahmen wir in unserem Eifer, das bestmögliche Ergebnis zu erreichen, auch Überstunden in Kauf, die aber keineswegs unangenehm waren, sondern wie auch der Rest der Gruppenarbeit harmonisch verliefen.

Bei so viel Teamarbeit und eigener Verantwortung für das Projekt verbesserten wir auch unsere „soft skills“, also unsere sog. „überfachlichen Kompetenzen“. Wir lernten, im Team zu arbeiten, Konflikte zu lösen, aufeinander einzugehen und vieles mehr, was die Arbeit in der Gruppe sehr erleichterte. Außerdem feilten wir an unserer Präsentationstechnik, um am letzten Tag die Auftraggeber für unsere Lösungen begeistern zu können. Wir haben aber nicht nur eine Menge gelernt, sondern auch viel Spaß gehabt. So lautete z. B. eine der von uns erstellten Kursregeln „Einmal täglich herzlich

lachen“. Und da wir immer pflichtbewusst und regeltreu sind, erfüllten wir diese Regel teilweise um 500 % mehr.



Ganz herzlich möchten wir uns bei unseren Kursleitern Dörthe Krause und Simon Budjarek sowie bei unserem Schülermentoren Andreas Widmann für die schöne, lehrreiche, interessante, lustige und in allen Punkten angenehme Zeit bedanken, aber auch bei der Firma Endress+Hauser für die Möglichkeit der Zusammenarbeit.