

# 1 Zusammenfassung

Die Projektgruppe hat sich für das schulinterne Projekt „Re-Design des TBS1-Boards“ entschieden. Dieses bietet der Projektgruppe die Möglichkeit, sich in ein für alle Gruppenmitglieder neues Themengebiet einzuarbeiten. Die Motivation der Projektgruppe ist die individuelle Weiterentwicklung im Bereich der Mikrocontrollertechnik und das Lösen neuer Herausforderungen. Technische Herausforderung der Projektgruppe war die Einarbeitung in die Programmiersprache C und der Umgang mit dem AVR Studio. Ziel dieses Projektes ist die Planung und Entwicklung eines neuen Mikrocontroller-Übungsboards, das in Form einer Platine übergeben wird. Studierende des Fachbereiches „Elektrotechnik“ werden das Übungsboard in Lernfeld 9 an der TBS1 nutzen, um Kenntnisse der Mikrocontrollertechnik zu erlangen und zu vertiefen.

Basierend auf einem Übungsboard, das im Jahre 2011 gefertigt wurden, wurde das TBS1-Übungsboard nach neuen Anforderungen des Unterrichtskonzepts entwickelt. Diese enthalten die Ansteuerung von einer RGB-LED, eine Verwendung eines TFT Multi-Color-Displays, die Kommunikation über Bluetooth-Module und I<sup>2</sup>C-Busteilnehmern. Zu Beginn des Projekts wurde der Ist-Zustand des alten Übungsboards genau analysiert. So konnte geprüft werden, welche Komponenten auf das TBS1-Board übernommen werden konnten.

Aufgrund der komplexen und anspruchsvollen Änderungen, die vorgenommen mussten, wurde das Gesamtprojekt innerhalb der Gruppe in Teilprojekte aufgeschlüsselt. Nachdem Recherche-, Programmierungs- und Entwicklungsphase der Einzelprojekte abgeschlossen waren, konnten die Projekte für die Realisierung des Übungsboards zusammengefügt werden. Dazu wurden Steckboardversuche durchgeführt, um das Zusammenspiel aller Komponenten des TBS1-Übungsboards zu testen und mögliche Fehler ausfindig zu machen. Nachdem keine Fehlerquellen mehr in der Hard- und Software ausfindig gemacht werden konnten, wurde mit der Herstellung des Platinenlayouts begonnen. Die maschinell hergestellte Prototypplatine konnte den weitreichenden Anwendungstests standhalten und so durch die TBS1 in Serienfertigung gegeben werden. Des Weiteren wurde eine Gesamtsimulation mit dem Programm „Proteus 8 Professional“ entwickelt, sodass die Funktion des Übungsboards auch an einem Computer voll simulierfähig genutzt werden kann. Am Ende des Projekts konnte dem Auftraggeber ein voll funktionsfähiges Mikrocontroller-Übungsboard mit Simulationsprogramm und vollständiger Dokumentation übergeben werden.

## 2 Abstract

The project team decided to deal with the school internal topic "Re-Design of the TBS1-Board". Thus, all the members of the project team are given the opportunity to work on new thematics. The motivation of the project team consists of the individual development in the field of microcontroller technology as well as facing new challenges. Technical challenges the team had to face were the initial training concerning the programming language C and handling the AVR-Studio. The aim of this project is the design and the development of a new microcontroller practice board which will be handed over in form of a printed circuit board. The practice board will be used by students of the department of electrical engineering in the course of learning field 9 at the TBS1 in order to gain and to deepen their knowledge in microcontroller technology

Based on a practice board which was manufactured in 2011 the new TBS1 practice board was developed according to the new tasks of the tutorial concept. These include the activation of a RGB-LED, the usage of a TFT Multi-Color-Display, the communication via Bluetooth modules and I<sup>2</sup>C-Bus participants. At the beginning of the project the actual state of the old practice board was analysed in detail. Thus, it could be examined which components could be taken over on the new TBS1 board.

Due to complex and demanding modifications that had to be made the overall project was divided into several sub-projects among the participants. After finishing the different stages of research, programming and development of the single projects, these could be put together for the realisation of the practice board. For this purpose breadboard experiments were performed in order to test the interaction of all the components of the TBS1 practice board and to detect possible faults. As no more faults could be detected in hardware and software the production of the printed circuit board layout started. The machine-made prototype circuit board could stand the close examination and thus the batch fabrication could start. Moreover, an over-all simulation was developed with the programme "Proteus 8 Professional". Consequently the function of the practice board can also be simulated on a computer. At the end of the project the client received a fully operative microcontroller practice board including a simulation programme and a complete documentation.

### 3 Einleitung

Die Technische Berufliche Schule 1 in Bochum nutzt in Lernfeld 9 seit 2011 ein Übungsboard. Es ermöglicht Studierenden innerhalb ihrer Weiterbildung zum „Staatlich Geprüften Techniker in der Fachrichtung Elektrotechnik“, die Kenntnisse und Fertigkeiten in der Mikrokontrollertechnik praktisch zu erlernen und zu vertiefen. Da es sich um eine sehr komplexe und wichtige Fachkompetenz handelt, setzt der Rahmenplan der Landesregierung NRW im Lernfeld 9 120 bis 280 Unterrichtsstunden an. Das TBS1-Board wird dazu von jedem Studierenden selbst gefertigt. Durch die beiliegende Materialliste können alle benötigten Komponenten bestellt und die TBS1-Board-Platine durch die Studierenden bestückt und gelötet werden.

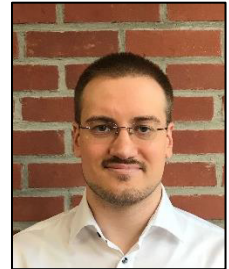
Das bis dato genutzte TBS1-Übungsboard erwies sich als nützliche Komponente, die theoretisch erlernten Kenntnisse der Mikrokontrollertechnik sofort an praktischer Hardware anwenden zu können. Grund für die Überarbeitung des TBS1-Boards war es, das Übungsboard wieder auf den aktuellsten Stand der Technik zu bringen und eine Serienfertigung für die nächsten Schuljahre zu ermöglichen.

Im Folgenden weitere Gründe für das Re-Design des TBS1-Boards:

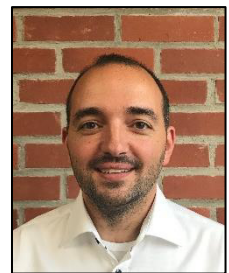
- Bevorstehende Großbestellung neuer Platinen
- TFT Multicolor-Display zum gleichen Preis des bisherigen Zwei-Zeilen-Monochrom-Grafikdisplay erhältlich. Grafiken und Diagramme können so dargestellt werden.
- Neue Möglichkeiten ausschöpfen (Einbindung von Bluetooth-Modulen, Ansteuerung einer RGB-LED, weiterführende Nutzung von I<sup>2</sup>C-Sensorik)
- Kompatibilität mit Arduino-Komponenten ermöglichen

## 4 Projektteam

Name: Martin Janocha  
Geboren am: 11.10.1989  
Ausbildung: Elektroniker für Energie- und Gebäudetechnik  
Letzter Arbeitgeber: Walter Elektro Anlagentechnik GmbH  
Aufgabenbereich: Schaltschrankbau



Name: Christoph Nabring  
Geboren am: 19.04.1980  
Ausbildung: Elektroniker für Energie- und Gebäudetechnik  
Letzter Arbeitgeber: United Cinemas International Multiplex GmbH  
Aufgabenbereich: Facility Management (GLT etc.)



Name: Dustin Rosemann  
Geboren am: 16.02.1992  
Ausbildung: Elektroniker für Betriebstechnik  
Letzter Arbeitgeber: Vossloh Fastening Systems AG  
Aufgabenbereich: Internationales Projektmanagement



Name: Nathanael Runge  
Geboren am: 19.06.1992  
Ausbildung: Mechatroniker  
Letzter Arbeitgeber: Alanod GmbH  
Aufgabenbereich: SPS-Automatisierung



## 5 TBS1-Boards im Vergleich

Um einen direkten Vergleich der TBS1-Boards zu erlangen, sind die TBS1-Boards in den folgenden zwei Abbildungen gegenübergestellt.



*Abb. 1: TBS1-Board 2011*

Die Auflistung der Hauptkomponenten des TBS1-Boards von 2011:

- Mikrocontroller ATmega 32
- Zwei-Zeilen-Monochrom-Display
- SD-Karten-Schnittstelle (ohne konstante Funktion)
- Temperaturbaustein DS-1621
- RealTimeClock DS-1338
- Drehpotentiometer
- LED-Ampel
- Drei Kurzhubtaster



*Abb. 2: TBS1-Board 2017*

Die Auflistung der Hauptkomponenten des TBS1-Board von 2017:

- Mikrocontroller ATmega 1284P
- TFT Multicolor-Grafikdisplay
- SD-Karten-Schnittstelle
- Temperatursensor LM75A
- Drehimpulsgeber
- Drehpotentiometer
- RealTimeClock DS-1338
- LED-Ampel
- Drei Kurzhubtaster
- RGB-LED
- Resetbutton
- Steckleiste für Arduino-Shields
- Steckleiste für Lichtsensor TSL45315
- Steckleiste für Gyrosensor MPU-6050
- Steckleiste für Bluetooth-Module (IOS und Android)
- Breakout für SPI
- Breakout für I<sup>2</sup>C

- Breakout für JTAG
- Breakout für ADC-Eingänge
- Breakout für Interrupteingänge
- Breakout der Spannungsversorgung (3,3V; 5V; Masse)

Bei der Entwicklung des TBS1-Boards wurde auf eine bedienerfreundliche und kompakte Bauform geachtet. An den Steckleisten am Rand des TBS1-Boards können Sensoren bei Bedarf hinzugefügt oder entfernt werden. Um das Übungsboard durch weitere, nicht eingeplante Komponenten oder Sensoren zu erweitern, können die verschiedenen Breakouts genutzt werden. Es ermöglicht u. A. das Einbinden weiterer Sensoren in den I<sup>2</sup>C-Bus, die Erweiterung von SPI-Komponenten oder die Nutzung von nicht belegten Hardwarepins am ATmega1284P. Für weitergehende Programmierungsmöglichkeiten kann natürlich auch das Arduino-Shield-Breakout genutzt werden.

## 6 Der Mikrocontroller ATmega1284P

Der Mikrocontroller, auch Halbleiterchip bzw. „Ein-Chip-Mikrorechner“, ist ein Rechen-system, welches eine ähnliche Funktionsweise wie ein Computer hat. Im Gegensatz zu einem PC sind die Eigenschaften, der Programmspeicher (Flash), der Datenspeicher (RAM), die Verarbeitungseinheit (CPU), die digitalen und analogen Ein-/Ausgabe-Ports, Kommunikationsbausteine (COM, UART, etc.), Zeitgeber usw., alle auf dem Mikrocontroller vereint. Durch diese Minimalisierung und die individuelle Anwendungsanpassung können die Produktionskosten drastisch gesenkt werden. Dementsprechend gibt es viele unterschiedliche Varianten, welche sich in der Bauform und dem Funktionsumfang unterscheiden. Der Mikrocontroller übernimmt, je nach Programmierung, bei seiner Anwendung meistens Überwachungs-, Steuer- oder Regelaufgaben. So kommen Mikrocontroller in immer mehr elektrischen Geräten des alltäglichen Lebens zum Einsatz, wie z.B. Fernsehern, Waschmaschinen, Mobiltelefonen, Steuergeräten von Kraftfahrzeugen, Uhren und Heizungsreglern. Mikrocontroller können mit verschiedenen Programmiersprachen programmiert werden. Zu den gängigsten Programmiersprachen zählen z.B. Assembler, Basic, Arduino-C, C++ oder C.

Für dieses Projekt wird der ATmega1284P ausgewählt, da er im Vergleich zum zuvor benutzten ATmega32 einen vier Mal größeren internen Flash-Speicher und EEPROM sowie einen acht Mal größeren SRAM besitzt. Dadurch können z.B. größere Libraries, wie die des Displays, gespeichert und verarbeitet werden. Beide Mikrocontroller sind hinsichtlich der Abmaße baugleich und benötigen beide einen 40-Pin-Sockel.

Der ATmega1284P gehört zur 8-Bit-Mikrocontroller-Familie des US-amerikanischen Herstellers Microchip Technology's. Eine genauere Beschreibung der Funktionen ist dem Datenblatt zu entnehmen.



*Abb. 3: ATmega 1284p (DIL40)*



Im Rahmen des Projektes werden folgende Funktionen zur Umsetzung verwendet:

- SPI-Schnittstelle (Serial Peripheral Interface)

Diese Schnittstelle ist ein Bussystem, über welches mehrere Komponenten gleichzeitig kommunizieren können. Bei dem Projekt dient sie zur Kommunikation zwischen dem Display, der SD-Karte und dem ATmega1284P.

- ISP-Schnittstelle (In System Programming)

Diese Schnittstelle teilt sich die Pins der SPI-Schnittstelle und wird von Programmiergeräten benutzt, um das fertige Programm auf den Mikrocontroller zu übertragen.

- I<sup>2</sup>C-Bus (I-Quadrat-C = Interner IC Bus)

Diese Zweidraht-Schnittstelle ist ein Bussystem, über welches mehrere I<sup>2</sup>C-Bausteine mit dem Mikrocontroller kommunizieren können.

## 7 Fuse-Bits Einstellungen Mikrocontroller

Fuse-Bits dienen dazu, Einstellungen des Mikrocontrollers zu ändern, die nicht im Programm verändert werden können. Unter anderem wird damit die Nutzung des internen Takts eingestellt oder die Verwendung eines externen Quarzes. Der Mikrocontroller des Boards muss so eingestellt werden, dass der externe Takt verwendet wird.

Zur Einstellung der Fuse-Bits werden folgende Register (Bytes) verwendet:

Low-, High- und Extended-Fuse.

Die Fuse-Bits des ATmega1284P vom TBS1-Bord werden wie folgt eingestellt:

Low: 0xFF    High: 0x99    Extended: 0xFF

Dadurch ist der Mikrocontroller so eingestellt, dass der interne Takt nicht durch 8 geteilt und ein externer Quarz akzeptiert wird.