

Edition Informatik

Band 01

Frank Breitbarth

**Entwurf und Realisierung
der Hard- und Software
von speziellen Anwendungen
im Laborbereich
mit PIC-Controllern**

Eine Demonstration praktischer Beispiele
(Datenlogger mit Echtzeituhr und LCD-Modul,
Kompassmodul, GPS-Modul)

v.vb



viademica.verlag berlin

Ihr Partner für wissenschaftliche Fachliteratur

ISBN 978-3-939290-11-7

Berlin 2011

Edition Informatik

Band 01

Frank Breitbarth

**Entwurf und Realisierung
der Hard- und Software
von speziellen Anwendungen
im Laborbereich
mit PIC-Controllern**

Eine Demonstration praktischer Beispiele
(Datenlogger mit Echtzeituhr und LCD-Modul,
Kompassmodul, GPS-Modul)

v.vb

viademica.verlag berlin
 Ihr Partner für wissenschaftliche Fachliteratur

ISBN 978-3-939290-11-7

Berlin 2011

Frank Breitbarth



© 2011 **viademica.verlag berlin**

Tieckstraße 8
10115 Berlin

Telefon (030) 23 45 70 68
Telefax (030) 27 90 89 72

Website: www.viademica.de
eMail: info@viademica.de

Mobilfunk 0171 / 6 95 43 38

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

BREITBARTH, Frank:
Entwurf und Realisierung der Hard- und Software von speziellen
Anwendungen im Laborbereich mit PIC-Controllern. Eine Demonstration
praktischer Beispiele
(Datenlogger mit Echtzeituhr und LCD-Modul, Kompassmodul, GPS-Modul)

Frank Breitbarth. Erstauflage viademica.verlag berlin. Berlin 2011

Edition Informatik · Band 01

ISBN 978-3-939290-11-7

Preis: 37,00 €

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen
des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und
strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen in fremde
Sprachen und Mikroverfilmungen sowie für die Einspeicherung in elektronische
Systeme oder auf mechanische Datenträger.

..... ISBN 978-3-939290-11-7

Bezug: Direkt über den Verlag oder über den Buchhandel

Verbindlicher Buchhandelsverkaufspreis: 37,00 €

Bachelorarbeit

zum Thema

**„Entwurf und Realisierung der Hard- und Software von
speziellen Anwendungen im Laborbereich mit PIC-
Controllern“**

vorgelegt von: Frank Breitbarth
Mühlhäuser Str. 16
99986 Langula

Studienbereich: Technik

Studienrichtung: Informations- und
Kommunikationstechnik

Betreuer: Prof. Dr. Ing. Erhard Seibicke
Staatliche Studienakademie

Dipl. Ing. Peter Zimmermann
Schließ- und Sicherungssysteme
GmbH

Bildungsstätte: Schließ- und
Sicherungssysteme GmbH
Bonatstraße 48
99974 Mühlhausen

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
1 Einleitung	1
2 Vorbetrachtung.....	2
2.1 Motivation.....	2
2.2 Ziel der Arbeit.....	2
2.3 Aufbau der Arbeit	3
3 Aufbau des PIC-Mikrocontrollersystems	4
3.1 PIC-Mikrocontroller	4
3.1.1 PIC 18F2320.....	4
3.1.1.1 Technische Daten.....	4
3.1.1.2 Anschlussbelegung.....	6
3.1.2 PIC 18LF6627	6
3.1.2.1 Technische Daten.....	6
3.1.2.2 Anschlussbelegung.....	8
3.2 Platine des PIC-Mikrocontrollers 18F2320 / 18LF6627	9
3.3 Erweiterungsbaugruppen.....	10
3.3.1 Eingabe- und Ausgabebaugruppe	10
3.3.2 LED-Baugruppe	11
3.3.3 Schalterbaugruppe.....	11
3.3.4 Platine der seriellen Schnittstelle	12
3.3.5 LCD-Modul.....	13
3.3.6 Temperatursensor LM35C	14
3.3.7 GPS-Modul NL-550ERS	15
3.3.7.1 Aufbau des GPS	16
3.3.7.2 Das NMEA-Protokoll 0183	18
3.3.7.3 NL550-ERS in Verbindung mit PIC 18F2320 / 18LF6627.....	19
3.4 Baugruppen am I ² C-Bus	20
3.4.1 Vorbetrachtungen zum I ² C-Bus	20
3.4.1.1 Allgemeines	20
3.4.1.2 Bitübertragung	22
3.4.1.3 Start- und Stoppbedingungen.....	22

3.4.1.4	Byteübertragung und Acknowledgement	23
3.4.1.5	Adressierung.....	24
3.4.1.6	Schema einer vollständigen Datenübertragung	25
3.4.2	Echtzeituhr PCF8563P	26
3.4.2.1	Adressierung des PCF8563P	28
3.4.2.2	Lese- und Schreibzyklen des PCF8563P	28
3.4.3	EEPROM 24LC1025.....	29
3.4.3.1	Ansteuerung des 24LC1025	30
3.4.3.2	Adress-Sequenz des 24LC1025	31
3.4.3.3	Schreib-Sequenz für ein Byte	32
3.4.3.4	Schreib-Sequenz für eine Page	33
3.4.3.5	Aktuelle EEPROM-Adresse auslesen	34
3.4.3.6	Zufälliger Lesezugriff	34
3.4.3.7	Sequenzieller Lesezugriff.....	35
3.4.4	Kompassmodul CMPS03.....	36
4	Programmierung von Anwendungen.....	38
4.1	Entwicklungsumgebung	38
4.1.1	Hard- und Softwarevoraussetzungen.....	38
4.1.2	Programmierung der PIC-Mikrocontroller	39
4.1.3	Debug-Modus	41
4.2	Erstellung von Basic-Programmen.....	42
4.2.1	Allgemeiner Programmablauf.....	42
4.2.2	Programmvorbereitung und Programmelemente	43
4.3	Programmierung von vorgegebenen Aufgabenstellungen	43
4.3.1	Datenlogger mit Echtzeituhr, externem EEPROM und LCD-Modul	43
4.3.1.1	Aufgabenstellung	43
4.3.1.2	Teilprojekt Echtzeituhr PCF8563P.....	44
4.3.1.2.1	Problemanalyse	44
4.3.1.2.2	Versuchsaufbau.....	44
4.3.1.2.3	Programmierung der Anwendung.....	46
4.3.1.2.4	Erprobung der Anordnung	47
4.3.1.2.5	Nachbetrachtung	48
4.3.1.3	Teilprojekt EEPROM mit Temperatursensor LM35C	49

4.3.1.3.1	Problemanalyse	49
4.3.1.3.2	Versuchsaufbau.....	50
4.3.1.3.3	Programmierung der Anwendung.....	51
4.3.1.3.4	Erprobung der Anordnung	52
4.3.1.3.5	Nachbetrachtung	53
4.3.1.4	Echtzeituhr mit EEPROM und Temperatursensor	55
4.3.1.4.1	Problemanalyse	55
4.3.1.4.2	Versuchsaufbau.....	56
4.3.1.4.3	Programmierung der Anwendung.....	57
4.3.1.4.4	Erprobung der Anordnung	58
4.3.1.4.5	Nachbetrachtung	59
4.3.2	Kompassmodul CMPS03.....	60
4.3.2.1	Aufgabenstellung	60
4.3.2.2	CMPS03 mit PWM-Signal.....	61
4.3.2.2.1	Problemanalyse	61
4.3.2.2.2	Versuchsaufbau.....	61
4.3.2.2.3	Programmierung der Anwendung.....	62
4.3.2.2.4	Erprobung der Anordnung	63
4.3.2.3	CMPS03 über I ² C-Bus	65
4.3.2.3.1	Problemanalyse	65
4.3.2.3.2	Versuchsaufbau.....	66
4.3.2.3.3	Programmierung der Anwendung.....	66
4.3.2.3.4	Erprobung der Anordnung	67
4.3.2.4	Nachbetrachtung	68
4.4	Konzeption für den Vorschlag eines Praktikumsversuches.....	70
5	Auswertung und Fazit	72
	Literaturverzeichnis	IV
	Ehrenwörtliche Erklärung	VII
	Begriffs- und Abkürzungsverzeichnis	VIII
	Abbildungsverzeichnis.....	XI
	Tabellenverzeichnis.....	XIII
	Anlagenverzeichnis	XIV

1 Einleitung

Diese Bachelorarbeit ist im Labor für Mikrocontrolleranwendungen an der Staatlichen Studienakademie Eisenach entstanden. Die Staatliche Studienakademie Eisenach ist eine im Jahr 1998 gegründete Thüringer Hochschuleinrichtung des tertiären Bildungsbereiches, welche Studiengänge mit starkem Praxisbezug anbietet. Die theoretische Ausbildung an der Berufsakademie ist eng mit der praktischen Ausbildung im Unternehmen verknüpft.¹ Mit diesem dualen Studienangebot erfüllt die Berufsakademie Eisenach die Anforderungen und Bedürfnisse von Wirtschaft, öffentlicher Verwaltung und Trägern des Sozialwesens.

Um Studenten aus den Fachrichtungen Informations- und Kommunikationstechnologien sowie Engineering auch während der Ausbildungsphasen an der Staatlichen Studienakademie Eisenach einen praktischen Einblick zu erworbenen theoretischen Kenntnissen zu gewährleisten, stehen entsprechende Räumlichkeiten zur Durchführung von Praktikumsversuchen zur Verfügung. Im Labor für Mikrocontroller können unter anderem praktische Anwendungen mit Hilfe von Mikroprozessorsystemen gezeigt werden.

Bereits sehr früh gelangte man zur Erkenntnis, dass sich Mikroprozessorsysteme sehr gut für die Steuerung von Automatisierungsprozessen eignen. Aufgrund von steigender Integrationsdichte wurde der Mikroprozessor einschließlich der kompletten Peripherie auf einem Chip vereinigt und es entstand der Mikrocontroller. Mikrocontroller werden mittlerweile in nahezu jedem elektronischen Gerät eingesetzt und übernehmen dabei die verschiedensten Aufgaben mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad und Funktionsumfang. So sind Mikrocontroller in elektronischen Haushaltsgeräten wie z.B. Kühlschränken, Küchenherden oder Waschmaschinen ebenso vorhanden wie in modernen Mobilfunkgeräten. Aufgrund der wachsenden Nachfrage nach Komfort und Sicherheit hat sich die Automobilindustrie zu einem der Hauptabnehmer für Mikrocontroller entwickelt.

¹ [WIK-1]

2 Vorbetrachtung

2.1 Motivation

An der Staatlichen Studienakademie Eisenach befinden sich zur Durchführung von Praktikumsversuchen im Bereich der Mikrocontroller die Systeme C-Control II der Firma Conrad Electronic sowie das Mikrocontroller-Experimentiersystem 2 mit dem Entwicklungsboard DK50 der Firma Beck im Einsatz. Weiterhin stehen mehrere Entwicklungsplatinen mit dem PIC-Mikrocontroller 18F2320 des Herstellers Microchip zur Verfügung. Mit den für die PIC-Controller vorhandenen Programmen, welche in der Programmiersprache PIC BASIC geschrieben wurden, lassen sich unter anderem eine Blinklichtanzeige, eine Ampel- und Schrittmotorsteuerung oder einen Sinusgenerator simulieren.

Jedoch sind praxisrelevante Anwendungen, wie z.B. das Erfassen und Speichern von Messwerten sowie deren Ausgabe über die serielle Schnittstelle oder ein LCD-Modul, nicht vorhanden. Des Weiteren existieren keine Applikationen für eine Positionsbestimmung mit Hilfe einer elektronischen Kompassbaugruppe oder eine Navigationslösung, welche mit einem GPS-Elektronikbaustein realisiert werden kann. Aus diesem Grund sind in dieser Arbeit die erforderliche Hardware sowie die entsprechende Software zur Simulation der Anwendungen zu entwickeln.

2.2 Ziel der Arbeit

Mit Hilfe der PIC-Mikrocontroller 18F2320 und 18LF6627 soll eine Versuchsanordnung zur Demonstration von praktischen Anwendungen konzipiert werden. Dabei sind folgende Aktivitäten zu erbringen:

- Erarbeitung einer Softwarekonzeption,
- Erprobung von folgenden Demonstrationsbeispielen zu den Mikrocontrollern 18F2320 und 18LF6627:
 - o Datenlogger mit Echtzeituhr und LCD-Modul,
 - o Kompassmodul,
 - o GPS-Modul.

Darüber hinaus soll ein Vorschlag für die Konzeption eines Praktikumsversuches ausgearbeitet werden, welcher für zukünftige Laborversuche im Bereich der Mikrocontroller für die Studienrichtungen Engineering sowie Informations- und Kommunikationstechnologien verwendet werden kann.

2.3 Aufbau der Arbeit

Im ersten Abschnitt der Bachelorarbeit werden theoretische Grundlagen zu den PIC-Mikrocontrollern 18F2320 und 18LF6627 sowie den benötigten Erweiterungsbaugruppen, wie z.B. dem 2-zeiligen LC-Display, behandelt. Der zweite Teil beschäftigt sich mit der praktischen Umsetzung der zu realisierenden Demonstrationsbeispiele sowie der Konzeption eines Praktikumsversuches. Im Anschluss daran erfolgen eine Schlussbetrachtung über die erreichten Ergebnisse sowie ein Ausblick.

3 Aufbau des PIC-Mikrocontrollersystems

3.1 PIC-Mikrocontroller

PIC-Mikrocontroller sind Halbleiterchips, welche neben dem Mikroprozessor Peripheriefunktionen auf einem Chip vereinigen. Aus diesem Grund wird der Mikrocontroller auch als Einchiprechner bezeichnet. Zur Steuerung von technischen Belangen sind neben dem Mikrocontroller selbst in der Regel nur wenige Erweiterungsbaugruppen erforderlich. Aufgrund ihrer kompakten Abmessungen werden sie häufig in das zu steuernde Gerät eingebettet und stellen dessen Bestandteil dar. Man spricht in diesem Fall von Embedded Systems (Eingebettete Systeme).

3.1.1 PIC 18F2320

3.1.1.1 Technische Daten

Der PIC 18F2320 ist ein 8 Bit Mikrocontroller der Firma Microchip, welcher mit einer Frequenz von 40 MHz getaktet ist. Er beinhaltet neben einem 8192 Byte großen Programmspeicher 512 Byte Speicher für die Ablage von variablen Daten. Der interne EEPROM besitzt eine Speicherkapazität von 256 Byte für dauerhaft abzulegende Daten.

In seinem 28 Pin Dual In-Line (DIL)-Gehäuse stellt der Mikrocontroller 25 programmierbare Ein- und Ausgänge bereit, welche in die Ports A, B und C unterteilt werden. Die Ports B und C verfügen jeweils über 8 Ein- und Ausgänge. Port A besitzt ebenfalls 8 Anschlüsse, von denen jedoch nur 6 genutzt werden können, da die verbleibenden Pins A6 und A7 mit dem Quarz des PIC 18F2320 verbunden sind. Erfolgt die Programmierung des Mikrocontrollers mit Hilfe eines Programmiergerätes, so werden die Pins B6 und B7 des Ports B als Takt- und Datenleitung genutzt. Werden diese im Programm als Ein- und Ausgänge verwendet, so muss der externe Programmierschalter umgelegt werden, um eine korrekte Abarbeitung der Anwendung zu ermöglichen. Die Aktivierung des Pin 1 erlaubt das Zurücksetzen des

PIC 18F2320 und das erneute Ausführen des auf dem Mikrocontroller gespeicherten Programms. Alle vorhandenen Ein- und Ausgänge sind Tristate-Anschlüsse, welche 3 Zustände annehmen können. Als Ausgang werden sie mit Masse als logisch Low oder mit der Versorgungsspannung von + 5 V als logisch High verbunden. Werden die Anschlüsse als analoge Eingänge verwendet, so wird der dritte Zustand realisiert. Die Nutzung als analoger Eingang ist jedoch nur auf die Pins A0 bis A3, A5 sowie B0 bis B4 beschränkt.

Des Weiteren besitzt das Mikrocontrollersystem 4 Timer bestehend aus einem 8-Bit Timer, 2 16-Bit Timern sowie einem universellen Timer, welcher als 8-Bit oder 16-Bit Timer verwendet werden kann. Zur Ansteuerung externer Baugruppen unterstützt der PIC 18F2320 die Schnittstellen I²C, SPI sowie die serielle Schnittstelle, welche mit jeweils einem Modul am Mikrocontroller bereitgestellt werden. Für die Umwandlung von analogen Eingangssignalen in digitale Werte steht ein 10-Bit A/D-Wandler mit 10 Kanälen zur Verfügung. Es können somit Zahlenwerte im Bereich von 0 bis 1023 erzeugt werden, welche sich als Quantisierungsstufen zur Analog-Digital-Umsetzung eignen. Zur Ansteuerung von Elektromotoren mit Wechselspannung stehen am Mikrocontroller 2 Capture/Compare/PWM-Module zur Verfügung.

Der PIC 18F2320 arbeitet mit einer Betriebsspannung im Bereich von + 2,0 V bis + 5,5 V und kann in einer Temperaturspanne von - 40°C bis + 125°C eingesetzt werden.

3.1.1.2 Anschlussbelegung

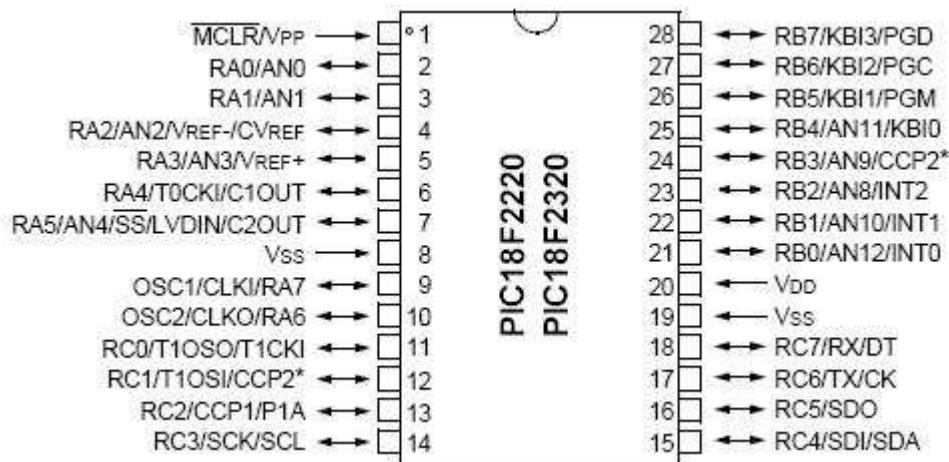


Abbildung 1: Pinbelegung des PIC 18F2320²

Abbildung 1 zeigt einen Überblick über die vom PIC 18F2320 zur Verfügung gestellten Anschlüsse. Aufgrund der Vielzahl von Anschlüssen sind die meisten Pins mehrfach belegt und müssen vor ihrer Verwendung entsprechend initialisiert werden.

3.1.2 PIC 18LF6627

3.1.2.1 Technische Daten

Der PIC 18LF6627 ist ebenfalls ein 8-Bit Mikrocontroller der Firma Mikrochip. Er ist mit einer Frequenz von 40 MHz getaktet und verfügt über einen 96 KByte großen Programmspeicher. Zur Ablage von variablen Daten wird ein 3936 Byte großer Datenspeicher bereitgestellt. Der interne EEPROM besitzt zur Aufnahme von dauerhaft abzulegenden Daten eine Speicherkapazität von 1024 Byte.

Der Mikrocontroller verfügt in seinem 64 Pin Dual In-Line (DIL)-Gehäuse über 54 programmierbare Ein- und Ausgänge, welche in die Ports A, B, C, D, E, F und G unterteilt werden. Die Ports B bis G stellen jeweils 8 Anschlüsse bereit. Port A besitzt ebenfalls 8 Anschlüsse, von denen lediglich 6 genutzt werden können, da die Pins A6 und A7 mit dem Quarz des PIC 18LF6627 verbunden sind. Wird der

² [MIC-1]

Entwurf und Realisierung der Hard- und Software von speziellen Anwendungen im Laborbereich mit PIC-Controllern

Die vorliegende Bachelorarbeit umfasst 137 Seiten. Zur Veranschaulichung wurden 53 Abbildungen und 14 Tabellen verwendet.

Ziel dieser Arbeit war es, die bisher noch nicht an der BA Eisenach genutzten Hardwarekomponenten einer Echtzeituhr sowie eines Kompass- und GPS-Moduls in Verbindung mit den PIC-Mikrocontrollern 18F2320 und 18LF6627 über die Programmiersprache PIC BASIC anzusprechen. Für die sinnvolle Anwendung der Echtzeituhr sind weiterhin ein externer EEPROM sowie ein entsprechender Temperatursensor verwendet worden. Die Ausgabe von relevanten Daten sollte über das HyperTerminal und über ein vorliegendes LCD-Modul erfolgen.

Zur Erfüllung dieser Ziele wurde folgende Vorgehensweise angewandt:

1. Allgemeine Funktionsweise und technische Merkmale der Mikrocontrollersysteme mit vorhandenen Baugruppen
2. Erarbeitung der Funktionsprinzipien der Echtzeituhr, des EEPROMs, des Temperatursensors, des Kompassmoduls und der GPS-Baugruppe
3. Ausarbeitung der technischen Datenblätter der genutzten Schaltkreise in Bezug auf die Kommunikation mit Mikrocontrollern
4. Umsetzung der erlangten Informationen in der Programmiersprache PIC BASIC zur erfolgreichen Nutzung der Hardwarekomponenten
5. Anfertigung eines Grobentwurfes für einen Praktikumsversuch

Das Ergebnis der Arbeit ist die Einsatzfähigkeit sämtlicher Schaltkreise mit Ausnahme des GPS-Moduls. Die erstellten Programme ermöglichen den Betrieb einer Echtzeituhr mit Ausgabe der Uhrzeit und des Datums auf dem vorhandenen LCD-Modul. Weiterhin können über einen Temperatursensor Messwerte aufgenommen und auf einem EEPROM gespeichert werden. Darüber hinaus ist die serielle Ausgabe der Messwerte mit einem entsprechenden Zeitstempel möglich. Des Weiteren kann mit einem elektronischen Kompassmodul die aktuelle Gradzahl sowie

die dazugehörige Himmelsrichtung ermittelt und über ein LC-Display ausgegeben werden. Ferner ist ein Grobentwurf für die Einführung eines Praktikumsversuches erstellt worden.

Jedoch existieren Einschränkungen in der Nutzbarkeit der erstellten Applikationen, welche aus zeitlichen Gründen in Kauf zu nehmen waren. Für den Betrieb der Echtzeituhr steht kein Einstellungsmodus zur Verfügung. Weiterhin werden bei der Messwerterfassung keine negativen Temperaturen berücksichtigt. Darüber hinaus beziehen sich alle Berechnungen für die A/D-Wandlung auf 5,00 V. Für das zu behandelnde GPS-Modul konnte nur eine theoretische Betrachtung durchgeführt werden.

Zur Beseitigung der genannten Einschränkungen wird weiterer zeitlicher Aufwand benötigt, was Stoff für weitere Studien- oder Bachelorarbeiten bietet.