

# BACHELORARBEIT

## Möglichkeiten zur Einbindung von Single Board Computer in ein bestehendes Fertigungsumfeld

durchgeführt am  
Studiengang Informationstechnik & System-Management  
an der  
Fachhochschule Salzburg GmbH

vorgelegt von  
**Michael Pfnür**



Studiengangsleiter: FH-Prof. DI Dr. Gerhard Jöchl  
Betreuer: FH-Ass. Prof. Dipl. Phys. Judith Schwarzer

Salzburg, Mai 2016

## Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, Michael Pfnür, geboren am 22.Mai 1981, dass die vorliegende Bachelorarbeit von mir selbstständig verfasst wurde. Zur Erstellung wurden von mir keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet.

Salzburg, am 15.05.2016

A handwritten signature in blue ink that reads "Michael Pfnür". The signature is written in a cursive style with a large, stylized 'P'.

---

Michael Pfnür

1310555048

---

Matrikelnummer

## Allgemeine Informationen

Vor- und Zuname:	Michael Pfnür
Institution:	Fachhochschule Salzburg GmbH
Studiengang:	Informationstechnik & System-Management
Titel der Bachelorarbeit:	Möglichkeiten zur Einbindung von Single Board Computer in ein bestehendes Fertigungsumfeld
Schlagwörter:	KEYWORD 1, KEYWORD 2, KEYWORD 3, KEYWORD 4, KEYWORD 5
Betreuer an der FH:	FH-Ass. Prof. Dipl. Phys. Judith Schwarzer

## Abstract

Abstract

## Danksagung

Zunächst möchten ich mich an dieser Stelle bei all denjenigen bedanken, die mich während der Anfertigung dieser Bachelorarbeit unterstützt haben.

Ganz besonders danken möchten ich in erster Linie meiner Betreuerin, Frau FH-Ass. Prof. Dipl. Phys. Judith Schwarzer, für ihre ausgiebige Unterstützung. Durch stetiges Hinterfragen und konstruktive Kritik verhalf sie mir zu einer durchdachten Herangehensweise und Umsetzung. Dank ihrer Erfahrung konnte sie mich immer wieder bei meinen Recherchen und bei meinen Fragen unterstützen. Vielen Dank für Zeit und Mühen, die Sie in meine Arbeit investiert haben.

Auch möchten ich mich bei der Robert Bosch AG für die gegebene Möglichkeit dieses Projekt durchzuführen, sowie für das dazu benötigte Equipment, welches zur Verfügung gestellt wurde bedanken.

# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	4
Abkürzungsverzeichnis	5
Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	7
Listingverzeichnis	8
<b>1 Einleitung</b>	<b>9</b>
<b>2 Theoretischer Teil</b>	<b>10</b>
2.1 Begriffsdefinition . . . . .	10
2.2 Vergleich von verschiedenen SBC . . . . .	11
2.3 Raspberry Pi 3 . . . . .	13
2.3.1 Allgemeine technische Daten . . . . .	13
2.3.2 GPIO . . . . .	15
2.4 Bussysteme . . . . .	15
2.4.1 1-Wire . . . . .	15
2.4.2 I <sup>2</sup> C-Bus . . . . .	15
2.4.3 SPI-Bus . . . . .	15
<b>3 Praktischer Teil</b>	<b>16</b>
3.1 Temperaturmessung mit Sensor DB18S20 . . . . .	16
3.2 Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsmessung mit HTY221 . . . . .	16
3.3 Vibrationsmessung mit Sensor BMA020 . . . . .	16
<b>4 Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>17</b>
<b>Literatur</b>	<b>18</b>

## Abkürzungsverzeichnis

**SPI** Serial Peripheral Interface

**SBC** Single Board Computer

**I<sup>2</sup>C** Inter-Integrated Circuit

**CAN** Controller Area Network

**RPI** Raspberry Pi

**BLE** Bluetooth Low Energy

**CSI** Camera Serial Interface

**DSI** Display Serial Interface

## Abbildungsverzeichnis

2.1	Raspberry Pi 3 [1] . . . . .	14
-----	------------------------------	----

## Tabellenverzeichnis

2.1	Vergleich OS, RAM, CPU verschiedener SBCs . . . . .	12
2.2	Vergleich Schnittstellen, Netzwerkverbindung, Anzahl GPIO Pins . . .	12



## Listings

# 1 Einleitung

Ein häufig verwendetes Schlagwort heutzutage wenn über die industrielle Produktion gesprochen wird ist **Industrie 4.0**. Damit ist vornehmlich gemeint, dass viele Abläufe vollautomatisiert von statten gehen. Egal ob dies in der Produktion selbst, in der Logistik, bei der Materialbestellung oder auch beim Versand der Fall ist. Um diese Anforderungen zu bewerkstelligen werden immer neuere Technologien eingesetzt, in diesen Zusammenhang werden Produkte wie Kleinstrechner, sogenannte **Single Board Computer (SBC)** von immer größeren Interesse. Beispiele hierfür sind der „**Raspberry Pi**“ oder auch der „**Banana Pi**“, um nur einmal zwei der bekanntesten zu nennen. Es gibt allerdings auch noch eine Vielzahl anderer Produkte von SBCs auf dem Markt.

Die Aufgabe dieser Arbeit bestand darin, die Möglichkeiten für einen Einsatz von solchen SBCs in einem bestehenden Produktionsumfeld zu erproben. Der Bereich für den Einsatz erstreckt sich von der Temperaturmessung in den einzelnen Maschinen einer Produktionslinie bis hin zur Temperaturmessung in Schaltschränke oder Serverräumen um etwaige zu hohe Temperaturen frühzeitig erkennen zu können und diesen entgegenzuwirken. Weiterhin sollten auch noch Möglichkeiten für den Einsatz von Feuchtigkeitssensoren oder Vibrationssensoren erarbeitet werden, um z.B. Aussagen über die Schwingungsbelastung von nahegelegenen vielbefahrenen Zugstrecken und deren eventuelle Auswirkung auf die Produktion tätigen zu können. Ein weiterer zu erarbeitender Punkt war unterschiedliche Möglichkeiten zu testen, um die von den Sensoren gelieferten Daten effektiv zu speichern und aufzubereiten.

Die Arbeit ist folgendermaßen gegliedert. In Kapitel zwei werden einige der sich auf dem Markt befindenden SBCs miteinander verglichen um deren Vor- und Nachteile darzulegen und die bestmögliche Variante für die gegebenen Anforderungen auswählen zu können. Weiterhin werden die in den folgenden Kapiteln verwendeten Fachbegriffe erklärt, um diese zu verstehen. Auch werden die im späteren Verlauf verwendeten Bussysteme zur Übertragung der Daten vom Sensor an den Single Board Computer erläutert, sowie dessen Übertragungsprotokolle. Im dritten Kapitel dem praktischen Teil werden die verschiedenen Schaltungen von unterschiedlichen Sensoren, sowie den unterschiedlichen Möglichkeiten zur Speicherung und Visualisierung der Daten dargestellt. Dabei wird vor allem auf die Datenspeicherung mittels **mySQL** und mit dem **RRDTool** eingegangen. Im letzten, den vierten Kapitel werden die zuvor erlangten Ergebnisse noch einmal zusammengefasst und ein Ausblick auf die Verwendung von SBCs in den verschiedenen Einsatzbereichen für die Zukunft gegeben.

## 2 Theoretischer Teil

Dieses Kapitel befasst sich mit den theoretischen Grundlagen, die für den Einsatz von SBCs zur Datenerfassung mittels verschiedenen Sensoren nötig sind. In Abschnitt 2.1 werden die im weiteren Verlauf der Arbeit verwendeten Fachbegriffe erläutert, um die beschriebenen Zusammenhänge gut zu verstehen. Der Abschnitt 2.2 behandelt die unterschiedlichen sich auf dem Markt befindenden SBCs mit ihren jeweiligen Vor- bzw. Nachteilen. Die verschiedenen Bussysteme wie z.B. der Inter-Integrated Circuit (I<sup>2</sup>C) Bus werden in Abschnitt 2.4 erklärt und deren Funktionsweise erläutert.

### 2.1 Begriffsdefinition

Die in diesem Abschnitt beschriebenen Definitionen wurden, soweit nicht anders angegeben aus folgendem Dokument entnommen [2].

#### Single Board Computer

Unter einem *Single Board Computer* (SBC) versteht man ein Computersystem, welches sich komplett auf einer einzigen Platine befindet. SBCs können fast die gleichen Aufgaben erledigen wie gewöhnliche Computer, allerdings sind die Einplatinen Rechner diesen in Hinblick auf die Hardwareausstattung doch um einiges unterlegen.

#### Bussysteme

*Bussysteme* sind Systeme, die verwendet werden zur seriellen Datenübertragung zwischen einen oder mehreren Komponenten. Beispiele hierfür sind der I<sup>2</sup>C Bus, der Serial Peripheral Interface (SPI) Bus oder auch der Controller Area Network (CAN) Bus. Eine genauere Beschreibung der einzelnen Bussysteme folgt in Abschnitt 2.4.

#### Raspberry Pi

Der *Raspberry Pi* (RPI) ist ein SBC, der von der britischen *Raspberry Pi Foundation* aus Komponenten von Android-Smartphones entwickelt wurde.

#### Raspbian

*Raspbian* ist ein Betriebssystem, welches auf der Linux Distribution Debian basiert und speziell auf den Raspberry Pi angepasst wurde.

## **RRDTool**

Das *RRDTool* ist ein Programm, mit dem man Round-Robin Datenbanken erstellen kann. Diese Datenbanken eignen sich besonders gut für die Aufzeichnung von zeitlich fortlaufenden Datenreihen wie z.B. Temperaturmessungen oder Strommessungen. Die Datenbank liegt dabei in einem einzigen File auf dem Datenträger und hat ab dem Erstellen eine feste Größe, die sich auch bei vielen Messungen über einen längeren Zeitraum nicht vergrößert.

## **General Purpose Input/Output**

### **Python**

### **Bluetooth Low Energy**

### **Windows 10 IoT**

## **2.2 Vergleich von verschiedenen SBC**

In diesem Abschnitt werden einige der bekanntesten SBCs, die sich auf dem Markt befinden miteinander verglichen, um den bestmöglichen für die vorgegebenen Anforderungen auswählen zu können. Wichtige Kriterien für die Auswahl sind, dass die Möglichkeit besteht verschiedene Betriebssysteme (Windows und Linux) mit dem jeweiligen Einplatinenrechner betreiben zu können, sowie die verbaute Hardware (Taktfrequenz des Chips, RAM-Speicher). Ein weiterer Punkt welcher von Bedeutung ist, ist die Unterstützung von verschiedenen Kommunikationsschnittstellen (I<sup>2</sup>C, SPI, 1-Wire), um eine große Anzahl von Sensoren nutzen zu können. Eine Übersicht der einzelnen Komponenten der verschiedenen SBCs sind in den Tabellen 2.1 und 2.2 dargestellt.

<i>SBC</i>	<i>Operating System</i>	<i>RAM</i>	<i>CPU</i>
Banana Pi	Linux, Android	1 GB	ARM Cortex-A7, 1 GHz
Raspberry Pi2	Windows, Linux	1 GB	ARM Cortex-A7 900 MHz
Raspberry Pi3	Windows, Linux	1 GB	ARM Cortex-A53 1,2 GHz
BeagleBone Black	Linux	512 MB	ARM Cortex-A8 1 GHz
HummingBoard i2eX	Linux, Android	1 GB	ARM Cortex-A9 1 GHz
Intel Galileo Gen 2	Windows, Linux	256 MB	x86 Quark 400 MHz
Radxa Rock	Linux	2 GB	ARM Cortex-A9 1,6 GHz

Tabelle 2.1: Vergleich OS, RAM, CPU verschiedener SBCs

<i>SBC</i>	<i>Communication</i>	<i>Networking</i>	<i>GPIO</i>
Banana Pi	I <sup>2</sup> C, SPI	1 GigE	80
Raspberry Pi2	I <sup>2</sup> C, SPI	10/100 Mbps	40
Raspberry Pi3	I <sup>2</sup> C, SPI	10/100 Mbps <sup>1</sup>	40
BeagleBone Black	I <sup>2</sup> C, SPI	10/100 Mbps	66
HummingBoard i2eX	I <sup>2</sup> C, SPI	1 GigE	8
Intel Galileo Gen 2	I <sup>2</sup> C, SPI	10/100 Mbps	20
Radxa Rock	I <sup>2</sup> C, SPI <sup>2</sup>	10/100 Mbps	80

<sup>1</sup> mit WLAN on Board<sup>2</sup> nur für Android

Tabelle 2.2: Vergleich Schnittstellen, Netzwerkverbindung, Anzahl GPIO Pins

Wie aus den Tabellen ersichtlich ist, unterstützen die meisten aktuellen SBCs das Be-

triebssystem Linux. Eine Anforderung für diese Projekt war allerdings, dass sowohl ein Linux System, wie auch ein Windows System auf dem Board lauffähig ist. Aus diesem Grund fiel die Wahl auf den RPI 3, da dieser beide Betriebssysteme unterstützt und auch bei den anderen betrachteten Aspekten wie *RAM*, *CPU* etc. den meisten Boards ebenbürtig oder sogar überlegen ist. Ein weiterer wichtiger Entscheidungsgrund für den RPI 3 war, dass es für diesen eine sehr große Anzahl an unterstützten Sensoren gibt (Sensoren die mit einer elektrischen Spannung von 3,3 V - 5 V) betrieben werden. Dies ermöglicht einen sehr weit gefächerten Einsatz des RPI 3 und ist für das vorgesehene Projekt von großer Bedeutung.

## 2.3 Raspberry Pi 3

Das folgende Kapitel beschreibt den Raspberry Pi 3 und befasst sich genauer mit den verbauten Komponenten, welche im weiteren Verlauf der Arbeit benötigt werden.

### 2.3.1 Allgemeine technische Daten

Die im folgenden Information wurden, soweit nicht anders angegeben von der offiziellen Homepage der **Raspberry Pi Foundation** entnommen [3].

Der RPI 3 ist ein Kreditkarten großer Einplatinenrechner, welcher aktuell an die *sieben Million* Mal verkauft wurde [4]. Dieser besitzt...

- einen 1.2 GHz 64-bit quad-core ARMv8 CPU
- 802.11n Wireless LAN
- Bluetooth 4.1
- Bluetooth Low Energy (BLE)
- 4 USB Ports
- 40 GPIO Pins
- Full HDMI Port
- Ethernet Port
- Camera Serial Interface (CSI)
- Display Serial Interface (DSI)
- Micro SD Karten Slot

Die aktuelle Version des Raspberry Pi, der RPI 3 ist in Abbildung 2.1 dargestellt.



Abbildung 2.1: Raspberry Pi 3 [1]

Durch die im Gegensatz zu den Vorgänger Modellen leistungstärkere CPU mit einem 64-Bit quad-core Prozessor, ist es beim RPI 3 möglich das Windows Betriebssystem *Windows 10 IoT* auf dem Gerät zu betreiben, wodurch sich eine Erweiterung der Einsatzmöglichkeiten (nicht mehr nur auf Linux Betriebssysteme beschränkt) ergibt. Auch wurde im Gegensatz zu den vorherigen Modellen beim aktuellen ein WLAN Modul (2,4 GHz) gleich auf der Platine verbaut und muss nicht mehr extra durch ein externes USB-WLAN Modul realisiert werden. Der RPI3 bietet weiterhin einen 10/100 MBit Ethernet Anschluss sowie einen CSI und DSI Anschluss zur direkten Anbindung einer Kamera oder Displays. Die verschiedenen GPIO-Pins werden in Kapitel 2.3.2 genauer beschrieben.

### 2.3.2 GPIO

sdfs

## **2.4 Bussysteme**

### **2.4.1 1-Wire**

### **2.4.2 I<sup>2</sup>C-Bus**

### **2.4.3 SPI-Bus**



### **3 Praktischer Teil**

**3.1 Temperaturmessung mit Sensor DB18S20**

**3.2 Temperatur- und Luftfeuchtheitsmessung mit HTY221**

**3.3 Vibrationsmessung mit Sensor BMA020**

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

## Literaturverzeichnis

- [1] E. Upton. (2016, Februar) RASPBERRY PI 3 ON SALE NOW AT \$35. [Online]. Available: <https://www.raspberrypi.org/blog/raspberry-pi-3-on-sale/>
- [2] W. Klaas, *Bussysteme in der Praxis*. Franzis Verlag GmbH, 2015.
- [3] RASPBERRY PI 3 MODEL B. [Online]. Available: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>
- [4] L. Upton. (2015, Oktober) SENIOR PI. Raspberry Pi Foundation. [Online]. Available: <https://www.raspberrypi.org/blog/senior-pi/>