

# **Embedded Frontend-Entwicklung mit .Net Core und Blazor**

William Mendat

## **BACHELORARBEIT**

zur Erlangung des akademischen Grades Bachelor of Science (B.Sc.)

Studiengang Angewandte Informatik

Fakultät Elektrotechnik, Medizintechnik und Informatik  
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Medien Offenburg

28.02.2022

Durchgeführt bei der Firma Junker Technologies

Betreuer

Prof. Dr.-Ing. Daniel Fischer, Hochschule Offenburg

M. Sc. Adrian Junker, Junker Technologies

**Mendat, William:**

Embedded Frontend-Entwicklung mit .Net Core und Blazor / William Mendat. –  
BACHELORARBEIT, Offenburg: Hochschule für Technik, Wirtschaft und Medien Offenburg, 2022. 3 Seiten.

**Mendat, William:**

Embedded Frontend-Development with .Net Core and Blazor / William Mendat. –  
BACHELOR THESIS, Offenburg: Offenburg University, 2022. 3 pages.

## Vorwort

—...—

## **Eidesstattliche Erklärung**

Hiermit versichere ich eidesstattlich, dass die vorliegende Bachelor-Thesis von mir selbstständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe angefertigt worden ist, insbesondere, dass ich alle Stellen, die wörtlich oder annähernd wörtlich oder dem Gedanken nach aus Veröffentlichungen, unveröffentlichten Unterlagen und Gesprächen entnommen worden sind, als solche an den entsprechenden Stellen innerhalb der Arbeit durch Zitate kenntlich gemacht habe, wobei in den Zitaten jeweils der Umfang der entnommenen Originalzitate kenntlich gemacht wurde. Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Versicherung rechtliche Folgen haben wird.

Ich bin damit einverstanden, dass meine Arbeit veröffentlicht wird, d. h. dass die Arbeit elektronisch gespeichert, in andere Formate konvertiert, auf den Servern der Hochschule Mannheim öffentlich zugänglich gemacht und über das Internet verbreitet werden darf.

Offenburg, 28.02.2022

William Mendat

# **Zusammenfassung**

## ***Embedded Frontend-Entwicklung mit .Net Core und Blazor***

In dieser Abschlussarbeit wird eine Net Core Blazor Anwendung implementiert, um somit einen Ersatz für die derzeit GUI-Entwicklung auf dem Raspberry Pi mit Qt zu kreieren. Dabei werden verschiedene Ansätze implementiert, sowohl auf dem Raspberry Pi als auch auf einem externen Server, um einen aussagekräftigen Vergleich zwischen den hier verschiedenen Technologien zu schaffen. Ein großer Teil dieser Ausarbeitung besteht darin, eine Laufzeitanalyse zu erstellen.

Die Arbeit gibt zunächst einen Einblick in den momentanen Stand der Technik, wie bislang mit einem Raspberry Pi gearbeitet wurde, um dann zu veranschaulichen, wie dass gleiche Verhalten mit Net Core und Blazor widergespiegelt werden kann. Am Ende dieser Arbeit wird ein aussagekräftiges Fazit darüber abgegeben, ob die Technologie Blazor für die Frontendentwicklung im Embedded Bereich zu gebrauchen ist.

## **Abstract**

### ***Embedded Frontend-Development with .Net Core and Blazor***

Englische Version von Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

# Inhaltsverzeichnis

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| <b>1. Einleitung</b>              | <b>1</b>   |
| 1.1. Aufgabenstellung . . . . .   | 2          |
| 1.2. Verwendet Hardware . . . . . | 3          |
| <b>Abkürzungsverzeichnis</b>      |            |
| <b>Tabellenverzeichnis</b>        | <b>i</b>   |
| <b>Abbildungsverzeichnis</b>      | <b>ii</b>  |
| <b>Quellcodeverzeichnis</b>       | <b>iii</b> |
| <b>Literatur</b>                  | <b>iv</b>  |
| <b>A. Ein Anhang</b>              | <b>v</b>   |

# 1. Einleitung

Heutzutage ist die Menschheit darauf fokussiert, die komplette Welt zu digitalisieren. Dabei existiert ein Grundsatz, alles, was digitalisiert werden kann, soll digitalisiert werden. Um dies zu realisieren, ist es von Nöten, überall Hardware und Software zu verbinden. Sei es nun das Handy, mit welchem durch nur einem klick die Bankdaten angezeigt werden können, oder ein selbstfahrendes Auto, welches einen Anwender selbstständig zum Ziel fährt. Dies sind nur zwei Beispiele von einer unendlich langen Liste. Hinter diesen technischen Wundern stecken meist mehrere Tausend kleiner Mikrocomputern und Mikrocontrollern, die dann mittels Software zusammen interagieren. Die Kombination dieser zwei Komponenten werden durch den Oberbegriff „Embedded System“ oder auch zu Deutsch ein „Eingebettetes System“ definiert.

Embedded Systems können dabei grundsätzlich zwischen zwei Plattformen unterschieden werden:

- Deeply Embedded System
- Open Embedded System

Deeply Embedded Systems sind die wesentlichen Bausteine des Internet of Things [1]. Die Anwendung, die bei Deeply Embedded Systems implementiert wird, basiert auf speziell angepassten Echtzeitbetriebssystemen, den Programmiersprachen C oder C++ und ganz speziellen GUI-Frameworks wie zum Beispiel TouchGFX.

Anders als bei den Deeply Embedded Systems, die sehr auf speziellen Technologien aufbauen, bieten Open Embedded Systems eine höhere Flexibilität in Sachen Technologien an. Dem Programmierer ist also die Möglichkeit gegeben, unterschiedliche Technologien sowohl als auch unterschiedliche Programmiersprachen zu verwenden. Dort gilt bis dato die Kombination von C++ und Qt für GUI-lastige Systeme



als „State of the Art“.

Die Konstellation zwischen C++ und Qt hat bislang auch funktioniert, jedoch kommt dieser Ansatz auch mit Problemen mit sich, denn die höheren Entwicklungszeiten für die Entwicklung von C++ Anwendungen sowie die geringe Verfügbarkeit von Experten auf dem Arbeitsmarkt sorgen für schlechtere Qualität und längere Produktionszeiten.

Um diesen Problemen zu entgegnen, soll in dieser Abschlussarbeit ein anderer Ansatz betrachtet werden. Und zwar könnten sowohl die Anwendungsschicht als auch die Persistenzschicht als .Net Core Anwendungen implementiert werden. Als GUI-Technologie soll dabei die neue Microsofttechnologie namens *Blazor* als Qt Ersatz zum Einsatz kommen. Somit kann erreicht werden, die komplette Codebasis mit .Net Core auszutauschen und eine Programmier-freundlichere Umgebung für Entwickler im Open Embedded Systems zu erschaffen.

### 1.1. Aufgabenstellung

Das Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines Blazor-basierten Frontend auf einem Raspberry Pi 4 um einen aussagekräftigen Vergleich zwischen den Technologien schaffen zu können und um eine mögliche verdrängung mittels Blazor zu demonstrieren. Dazu soll zunächst begutachtet werden, wie der momentane Stand der Technik für Open Embedded Systems ist, um anschließend das gleiche Verhalten mittels Blazor zu reproduzieren. Insbesondere sollen dabei verschiedene Aspekte, wie zum Beispiel das Verhalten zur Laufzeit, dieses Ansatzes überprüft werden.

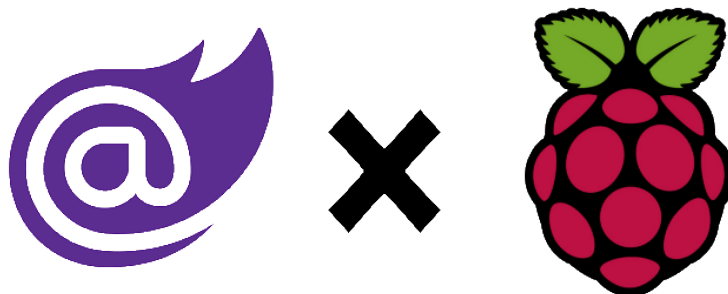


Abbildung 1.1: Blazor mit Raspberry Pi

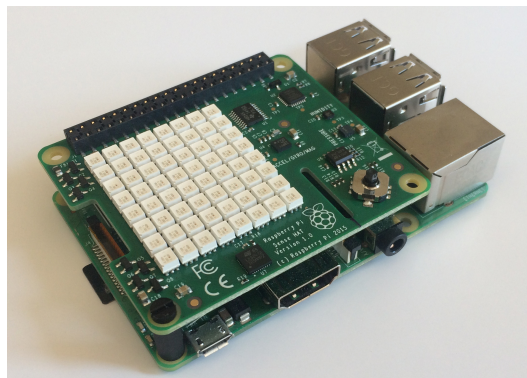
### 1.2. Verwendet Hardware

Als Zielplattform für diese Thesis dient ein Raspberry Pi 4 B. Dieses wird unter anderem deswegen verwendet, da es im Labor Embedded Systems 2 der Hochschule Offenburg verwendet wird, aber auch, da es sehr gut im Open Embedded Systems bereich eingesetzt werden kann. Der Raspberry Pi 4 B verfügt dabei, unter anderem, über die folgenden technischen Spezifikationen: [2]

- 1,5 GHz ARM Cortex-A72 Quad-Core-CPU
- 1 GB, 2 GB oder 4 GB LPDDR4 SDRAM
- Gigabit LAN RJ45 (bis zu 1000 Mbit)
- Bluetooth 5.0
- 2x USB 2.0 / 2x USB 3.0
- 2x microHDMI (1x 4k @60fps oder 2x 4k @30fps)
- 5V/3A @ USB Typ-C
- 40 GPIO Pins
- Mikro SD-Karten slot

Und wird mit dem *Raspbian Buster with desktop* auf der SD-Karte betrieben.

Um noch mehr Funktionalität aufbringen zu können, wurde auf dem Raspberry Pi ein *RPI SENSE HAT Shield* aufgesteckt. Mit hilfe des *RPI SENSE HAT Shield* können dann unter anderem Daten wie zum Beispiel die momentane Temperatur oder auch die momentane Luftfeuchtigkeit gewonnen werden. Zudem ist auf dem SENSE HAT noch eine 8x8 LED-Matrix enthalten und ein Joystick mit 5 knöpfen, die angesteuert werden können.



**Abbildung 1.2:** Verwendeter Raspberry Pi

## **Abkürzungsverzeichnis**

# Tabellenverzeichnis

A.1. Tabellenunterschrift . . . . . v

# Abbildungsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| 1.1. Blazor mit Raspberry Pi . . . . .       | 2  |
| 1.2. Raspberry Pi 4 B . . . . .              | 3  |
| A.1. Beschreibung für Verzeichnis2 . . . . . | vi |

# Listings

# Literatur

- [1] Hochschule niederrhein, *CAS Embedded Systems Professional - Hochschule Niederrhein*, 29.10.2021. Adresse:  
<https://www.hs-niederrhein.de/weiterbildung/sichere-software/cas-embedded-systems-professional/>.
  
- [2] *Raspberry Pi 4 Model B specifications – Raspberry Pi*, 5.11.2021. Adresse:  
<https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-4-model-b/specifications/>.

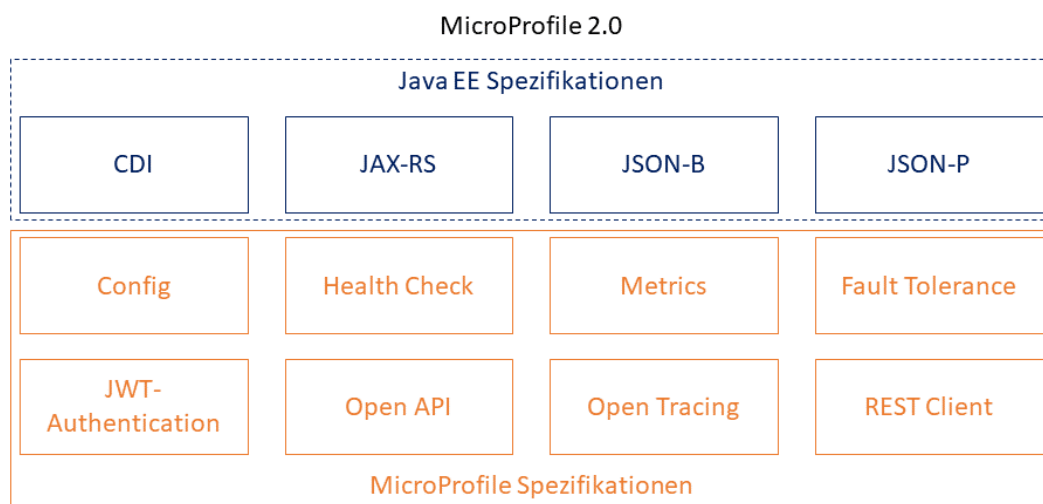
## A. Ein Anhang

Referenz zu Tabelle A.1.

| Bezeichnung  | Typ   | Beschreibung  |
|--------------|-------|---|
| load.load1   | float | The load average over 1 minute.   |
| load.load5   | float | The load average over 5 minutes.  |
| load.load15  | float | The load average over 15 minutes.   |
| cpu.user     | int   | The amount of CPU time spent in user space.   |
| cpu.user_p   | float | The percentage of CPU time spent in user space. On multi-core systems, you can have percentages that are greater than 100%. For example, if 3 cores are at 60% use, then the cpu.user_p will be 180%. |
| cpu.system   | int   | The amount of CPU time spent in kernel space.   |
| cpu.system_p | float | The percentage of CPU time spent in kernel space.   |
| mem.total    | int   | Total memory.   |
| mem.used     | int   | Used memory.  |
| mem.free     | int   | Available memory.   |
| mem.used_p   | float | The percentage of used memory.  |

**Tabelle A.1.:** Tabellenunterschrift





**Abbildung A.1:** Bildunterschrift2