



Dieser Text steht unter der CC Lizenz [CC-BY-NC](#).

Memo-#1: **Embedded Linux Musterbeispiel "Berechnungssteuerung"**

---

## Inhalt

<a href="#">1 Altes Gerät</a>	1
<a href="#">2 Neues Gerät</a>	2
<a href="#">3 Fragen</a>	6

## 1 Altes Gerät

Die Bachelorarbeit "Berechnungssteuerung" vom WS2019 war eine ideale Anwendung für Embedded Linux. Es ging darum, ein Gerät aus den 80er Jahren in die moderne Zeit zu bringen. Die folgende Abbildung zeigt das alte Gerät.



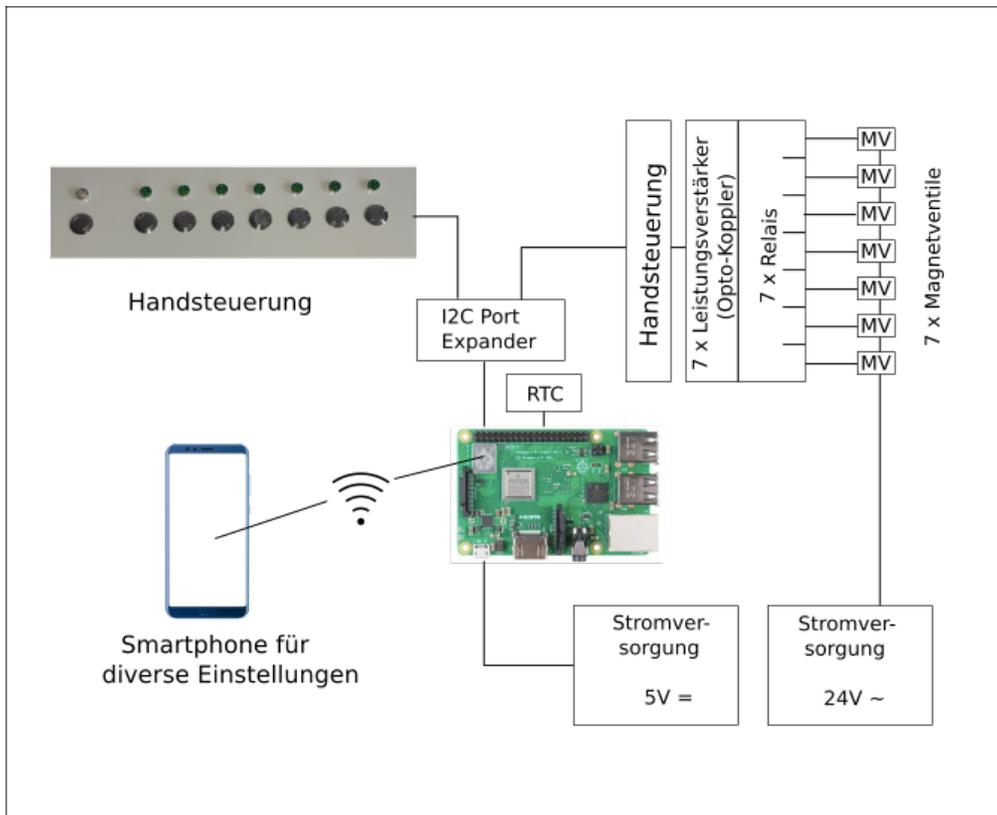
Es kann bis zu acht Tennisplätze manuell oder zeitlich gesteuert beregnen. Das Wasser zur Beregnung wird über Magnetventile ein- und ausgeschaltet. Die Technik die drin steckt verwendet einen damals häufig verwendeten 8085 Mikroprozessor. Mittlerweile ist das Gerät nicht mehr zu kaufen, die Reparatur im Fehlerfall kostet mehrere hundert Euro. Die vielen Schalter auf der Frontplatte sind nötig, um diverse Einstellungen bei der zeitlichen Steuerung zu ermöglichen.

## 2 Neues Gerät

Die Aufgabe war es nun, das alte Gerät durch moderne Technik zu ersetzen. Die wesentlichen Vorgaben bei der Entwicklung waren:

- Fast alle Einstellungsmöglichkeiten sollen durch eine Bedienung mit dem Smartphone ersetzt werden.
- Auf dem Gerät bleiben nur noch Taster, mit denen die Beregnung manuell gestartet werden kann. Mit einer LED pro Taster wird der Status angezeigt.
- Der Kern soll ein Embedded Linux Rechner sein, in unserem Fall ein Raspberry Pi 3 mit integriertem WiFi.

Die folgende Skizze zeigt die wesentlichen Komponenten:



Der Raspberry Pi 3 (RPi) steht im Zentrum. An ihn sind folgende **Hardware Komponenten** angeschlossen:

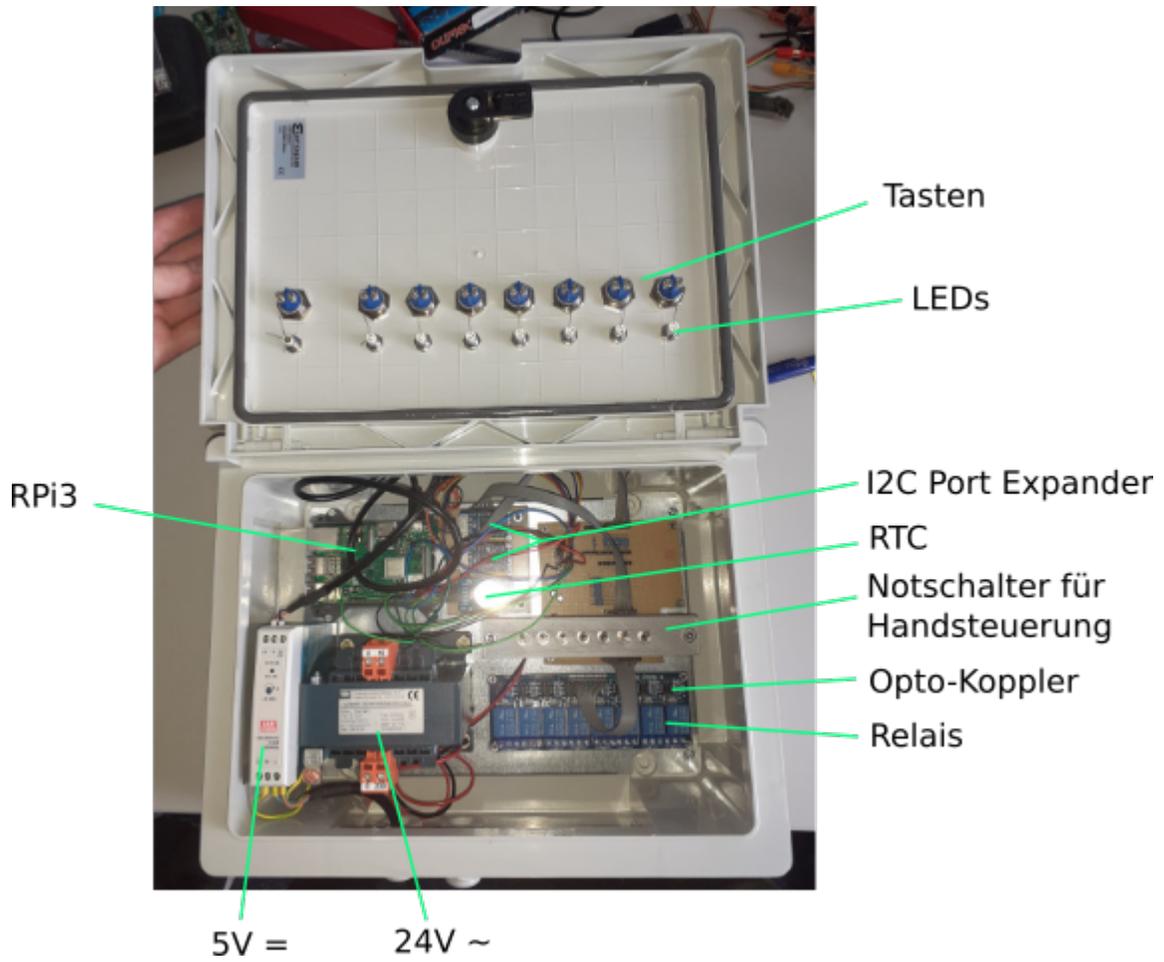
- I2C Port Expander (zwei MCP23016, wer es genau wissen will). Dadurch kann man mit zwei Leitungen am RPi (dem I2C-Bus) bis zu 32 Input/Output Leitungen ansteuern. Wir brauchen so viele Leitungen für die Tasten und LEDs an der Frontplatte und für die Steuerung der Magnetventile.
- Eine Echtzeituhr (RTC), da der RPi keine Uhr mit Batterieversorgung eingebaut hat.

Bei der **Software** lassen sich folgende Teile unterscheiden:

- Die zeitlichen Anforderungen werden in einer Datenbank (sqlite) gehalten.
- Auf dem RPi läuft ein Programm in einer Endlosschleife, das die Tasten einliest, die LEDs aktualisiert und die Zeitsteuerung periodisch durchläuft.

- Ein Webserver auf dem RPi liefert eine Web-Anwendung über WiFi aus, die zum Einstellen der zeitlichen Anforderungen und sonstigen Parameter vorgesehen ist. Die Web-Anwendung und die Endlosschleife sind zwei verschiedene Programme, die über Interprozess-Kommunikation im Austausch sind.

Die folgende Abbildung zeigt die Innenansicht des neuen Gerätes. Das komplette Gerät kann für ca. 200 Euro gebaut werden, einige der Hardware Baugruppen wurden beim Händler AZ-Delivery<sup>1</sup> gekauft, z.B. I2C Port Expander, RTC und die Relais Platine.



Die nächste Abbildung zeigt das Gerät von aussen, man sieht nur die Tasten und die LEDs, der minimalistische Entwurf konnte umgesetzt werden.



### 3 Fragen

Beantworten Sie folgende Fragen in ihrem Bericht. Statt des verwendeten RPi könnte auch genauso gut ein Beaglebone Black eingebaut sein.

1. Was unterscheidet den eingebauten Steuerungsrechner Raspberry Pi von einem PC? Gehen Sie ein auf die Kriterien (a) Baugrösse, (b) Hauptspeicher, (c) nichtflüchtiger Speicher, d.h. Flash-Speicher bzw. Festplatte, (d) Input/Output, (e) Leistungsaufnahme, (f) CPU.
2. An dem RPi unter Linux gibt es weder einen Bildschirm (daher auch keine

grafische Oberfläche), noch eine Tastatur. Wie können Sie trotzdem mit dem RPi arbeiten?

3. Welche Bereiche des technischen Wissens sind bei der Entwicklung von Embedded Linux Anwendungen gefragt, wenn Sie an das komplette Gerät denken? Gehen Sie durch die verschiedenen Fakultäten unserer Hochschule.
4. Wie unterscheidet sich die Programmierung von Embedded Linux Anwendungen von der Programmierung von typischen PC Anwendungen? Denken Sie an die diversen Eingabe/Ausgabe-Möglichkeiten und auch an zeitliche Anforderungen. Ein Beispiel für eine zeitliche Anforderung: Eine mit Embedded Linux gesteuerte Laser Schneidemaschine muss nach Betätigung einer Not-Taste innerhalb einer Millisekunde den Laserstrahl abschalten.
5. Recherchieren Sie im Netz und finden Sie fünf weitere Geräte aus dem Alltagsleben, in denen ein Embedded Linux Rechner die Arbeit macht. (keine Tablets, Smartphones oder ähnliche Geräte).

---

<sup>1</sup>AZ Delivery (Deggendorf) <https://www.az-delivery.de>