

# Tablet



# ESP32

(mit Stimulator & MAX30003)

## Central Device & GATT Client

Übernimmt die übergeordnete Ablaufsteuerung, u.a:

- GUI zum Therapeuten
- Kommunikation zur Datenbank (Moodle)
- Initiierung einzelner Stimulationsreize um
  1. eine „Eichkurve“ zu erzeugen, d.h. eine Korrelation zwischen Stromstärke und Einstellwerte zu erstellen
  2. durch schrittweise Erhöhung der Stromstärke die Schwellwerte zu bestimmen
- Übermittlung der Schwellwerte und Starten des SET-Stimulationszyklus
- Empfang und Visualisierung von EKG-Daten (inkl. Ausgabe der Herzrate in BPM)
- Behandlung möglicher Fehlercodes

## Periphel Device & GATT Server

Stellt 4 Services zu Verfügung um:

1. einzelne Stimulationen für 118mSek zu initiieren (zur Schwellwert-Bestimmung)
2. bei gegebenen Schwellwerten einen 8 minütigen SET-Stimulations-Zyklus zu steuern
3. mögliche Fehlercodes zum Tablet zu senden

## Angeboten werden vier Services (Advertising):

Service „Stimulation“

UUID: [9cb1af40-928a-11e9-bc42-526af7764f64](#)

Characteristic1 (Write & Notify)

UUID: [9cb1b21a-928a-11e9-bc42-526af7764f64](#)

Service „EKG“

UUID: [00b3b02e-928b-11e9-bc42-526af7764f64](#)

Characteristic2 (Write & Notify)

UUID: [00b3b2ae-928b-11e9-bc42-526af7764f64](#)

Characteristic3 (Notify)

UUID: [df60bd72-ca66-11e9-a32f-2a2ae2dbcce4](#)

Service „FehlerCode“

UUID: [f74aa20e-ca66-11e9-a32f-2a2ae2dbcce4](#)

Characteristic4 (Notify)

UUID: [00b3b2ae-928b-11e9-bc42-526af7764f64](#)

Service „BRS“

UUID: [59c22c3c-f0db-11e9-81b4-2a2ae2dbcce4](#)

Characteristic4 (Notify)

UUID: [61dc8462-f0db-11e9-81b4-2a2ae2dbcce4](#)

# Allgemeine Hinweise:

## BLE:

- (Aktuell) wird keine Verschlüsselung verwendet
- Der GATT-Descriptor ist 0x2902
- Sobald der Client sich abmeldet, werden die Services EKG, BRS beendet, die ~8minütige Stimulation wird bis zum Ende durchgeführt
- Der Client muss den Empfang von Notifications gezielt beenden, wenn die Signalstärke zu gering wird

## Services:

- Solange ein Service abgearbeitet wird, ist dieser nicht noch einmal verfügbar
- Werte an den Client werden als Notification gesendet (d.h. ohne Empfangsbestätigung), da dies insb. für die EKG-Daten schneller geschieht

## Stimulator:

- Zur Spannungsverstärkung werden u.a. zwei digitale Potentiometer (ePots) verwendet
- der Einstellbereich beider ePots reicht von 0x0000 (maximale Verstärkung) bis 0x02ff (geringste Verstärkung)
- Die Korrelation zwischen digitalen ePot-Werten und Ausgangsströme an den Elektroden ist NICHT linear
- Diese Korrelation muss (einmalig) ermittelt und gespeichert werden („Eichkurve“ als Tablet Backend-Funktion)
- Alle Stromstärken (Schwellwerte) werden als Low- und HighByte Einstellung der ePots via BLE an den ESP32 gesendet

## Service „Stimulation“

(zwei verschiedene Funktionen können gestartet werden, indem entweder 3 oder 7 Byte mit der Charakteristik übermittelt (Write) werden)

### 3 Byte: „Stimulation“

Die Bytes werden interpretiert als:

- 1tes (niedrigstes) Byte: Prüfsumme (noch nicht implementiert)
- 2tes : High Byte der Verstärkung
- 3tes (höchstes) Byte : Low Byte der Verstärkung

Funktion:

- **Es wird eine einmalige Stimulation (d.h. fünf 1kHz-Impulse und vier Pausen) für 118 msek ausgeführt**

Notification:

- Nach Ablauf der Stimulation werden die ePots noch einmal ausgelesen und deren Werte als Low- und HighBytes gesendet
- Diese Werte dienen zur Kontrolle und als Nachricht, dass die Stimulation abgeschlossen ist

### 7 Byte: „Therapie“

Die Bytes werden interpretiert als:

- 1tes (niedrigstes) Byte: Prüfsumme (noch nicht implementiert)
- 2tes : High Byte des Schwellwertes „DT“
- 3tes : Low Byte des Schwellwertes „DT“
- 4tes : High Byte des Schwellwertes „HTT“
- 5tes : Low Byte des Schwellwertes „HTT“
- 6tes : High Byte des Schwellwertes „TT“
- 7tes (höchstes) Byte : Low Byte des Schwellwertes „TT“

Funktion:

- **Es wird der etwa 8minütige SET-Stimulationszyklus mit den übermittelten Schwellwerten ausgeführt**

Notification:

- Aktuell noch nicht implementiert

### Sonst:

Funktion:

- **Andere Byte-Längen werden ignoriert (ggf. eine Fehlermeldung gesendet)**

## Service „EKG“

(zwei Charakteristiken stehen zur Verfügung)

### Characteristic „EKG“ (Write & Notification)

UUID: 00b3b2ae-928b-11e9-bc42-526af7764f64

Die Bytes werden wie folgt interpretiert:

- Wenn 2 Bytes „on“ geschrieben werden: die Funktion (Task) „EKG“ wird gestartet  
(mit „on“, „on1“ und „on2“ werden z.Zt. 3 verschiedene Samplingraten gestartet: 500sps, 250sps und 125sps)
- Wenn 3 Bytes „off“ geschrieben werden: die Funktion (Task) „EKG“ wird gestoppt
- Wenn sonstige Bytes geschrieben werden: wird ignoriert

Funktion:

- **Es werden die EKG Daten aus dem MAX30003 ausgelesen und als Notification an den Client gesendet**

Notification:

- Abhängig von der Samplingrate und den Programmfluss werden EKG-Spannungs-Werte gesendet
- Diese EKG-Spannungs-Werte beschreiben i.d.R. das EKG in 4ms Intervallen und liegen als 18bit Werte vor
- Gesendet werden unsigned 32bit Integer Werte. Dies ermöglicht durch Bit-Operationen die Codierung weiterer Information wie eine Markierung, wenn das 4ms-Interval gestört wurde oder einen Zähler aller gesendeten Werte
- Solche Zusatzinformationen sind noch nicht implementiert
- Ein „echter“ Zeitstempel der Messung ist nicht verfügbar

### Characteristic „BPM“ (Notification)

UUID: df60bd72-ca66-11e9-a32f-2a2ae2dbcce4

Funktion:

- **Es wird die Herzfrequenz in Beats per Minute gesendet, die vom MAX30003 ermittelt wurde**

Notification:

- Sobald die Funktion (Task) EKG gestartet wurde wird in unsynchronisierten Abständen die Herzfrequenz übermittelt
- Gesendet wird die Herzfrequenz als 4-Byte Float Wert (u.U. muss zur Interpretation die Reihenfolge gedreht werden)

## Service „FehlerCode“

### Characteristic „FehlerCode“ (Notification)

UUID: 2fe97344-e37e-11e9-81b4-2a2ae2dbcce4

Funktion:

- **Es werden potentielle Fehlermeldungen gesendet**

Notification:

- Geplant sind wohl definierte Fehlercodes die im Tablet ausgewertet, bzw. behandelt werden können

## Service „BRS“

### Characteristic „FehlerCode“ (Write & Notification)

UUID: [61dc8462-f0db-11e9-81b4-2a2ae2dbcce4](#)

Die Bytes werden wie folgt interpretiert:

- Wenn 2 Bytes „on“ geschrieben werden: die Funktion (Task) „BRS“ wird gestartet
- Wenn 3 Bytes „off“ geschrieben werden: die Funktion (Task) „BRS“ wird gestoppt
- Wenn sonstige Bytes geschrieben werden: wird ignoriert

Funktion:

- **Es wird der Zeitpunkt in  $\mu\text{sec}$  gesendet, wenn ein RtoR Interrupt im ESP statt fand**  
aus diesen Zeiten lassen sich die Herzfrequenz (und mit Blutdruckwerten) der BRS bestimmen

Notification:

- Sobald die Funktion (Task) BRS gestartet wurde, wird in unsynchronisierten Abständen der Interrupt-Zeitpunkt übermittelt
- Gesendet wird ein uint32 Wert, welcher die gemessene Zeitspanne nach Reset des ESP32 darstellt