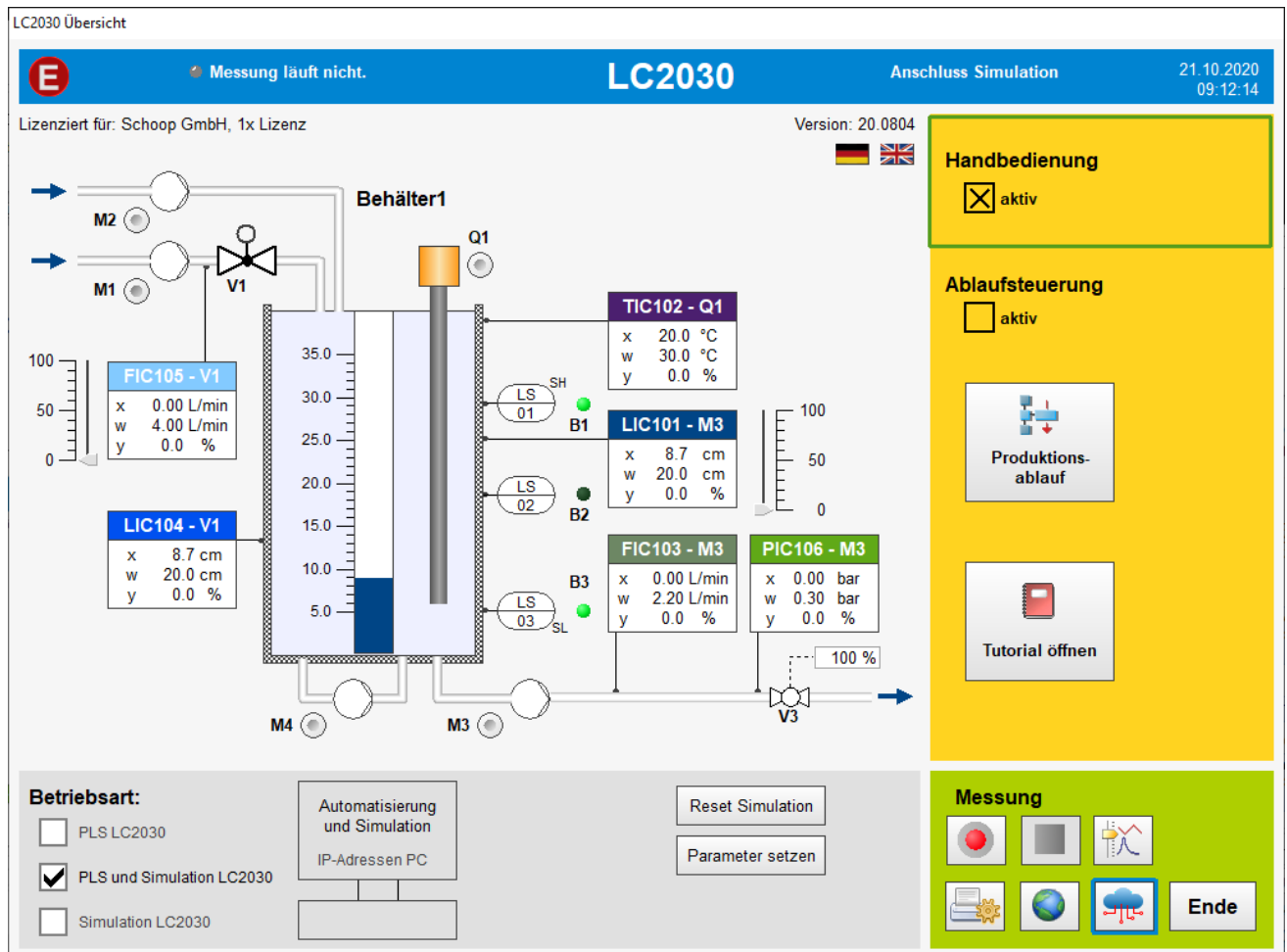


# AUFGABEN ZUR NUTZUNG DES LC2030 TRAININGS ÜBER MQTT



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>AUFGABEN MIT DEM MQTT EXPLORER .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>AUFGABEN ZUR VERBINDUNGSSICHERHEIT .....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>AUFGABEN MIT APP.....</b>	<b>7</b>
4.1	AUFGABEN ZUR HANDBEDIENUNG ÜBER MQTT .....	7
4.2	AUFGABEN ZUM PRODUKTIONSABLAUF .....	9

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks und der Vervielfältigung des Werkes oder von Teilen daraus. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung der Ingenieurbüro Dr.-Ing. Schoop GmbH in irgendeiner Form reproduziert, vervielfältigt oder verbreitet werden.

## 1 EINLEITUNG

Im LC2030 Training kann über die Schaltfläche mit dem Cloud-Symbol ein MQTT-Client aktiviert werden.



Die Übersichtsseite für MQTT Nutzung lässt eine Auswahl zwischen Handbedienung und Ablaufsteuerung zu. In der Handbedienung können alle Pumpen, Heizstab und Stellwerte über MQTT gestartet und eingestellt werden. Im Modus Ablaufsteuerung kann ein Produktionslauf über MQTT gestartet und überwacht werden.

Mit welchem Broker sich der Client verbindet kann im Hintergrund Fenster (WRP-Serv) eingestellt werden. Eine detaillierte Anleitung dafür findet sich in dem Dokument *MQTT\_aktivieren.pdf*. Dort wird außerdem beschrieben, wie Signale als Topics definiert werden. Die vordefinierten Topics finden sich in dem Dokument *MQTT\_Topics\_de.pdf*.

Die folgenden Aufgaben wurden mit einem lokal installierten mosquitto Broker durchgeführt. Zum Testen der Verbindung wurde der *MQTT Explorer* installiert. Außerdem wurde die Android App *IoMQTT Panel* genutzt.

## 2 AUFGABEN MIT DEM MQTT EXPLORER

**AUFGABE 1.1** Richten Sie Ihren Broker im WRP-Serv ein und testen Sie ob eine Verbindung hergestellt werden kann. Richten Sie diese Verbindung auch vom MQTT Explorer ein und überprüfen, ob sie die Statussignale Füllstand, Durchfluss, Temperatur und Druck sehen können.

**AUFGABE 1.2** Lassen sie sich den Füllstand und die Durchflüsse als Grafik anzeigen.

### LÖSUNG

Um eine Grafik erscheinen zu lassen, müssen sie das entsprechende Topic markieren und in der rechten Spalte das Wellensymbol anklicken.

```

- "value": 6.708870018220803e-38,
- "ts": 1602150667150
~+ "value": 5.492775512917979e-38,
~+ "ts": 1602150667251

```



**AUFGABE 1.3** Schalten Sie eine Pumpe mit Hilfe des MQTT Explorer ein.

#### LÖSUNG

Gehen Sie in der rechten Spalte in den Bereich unter *Publish*. Geben Sie das gewünschte Topic und den *json* Code ein, der das Signal auf logisch eins setzt.

Der Code ist: { "value": true }.

The screenshot shows the 'Publish' window of the MQTT Explorer. The 'Topic' field contains 'LC2030/M3'. Below the topic field, there are three radio buttons for the message format: 'raw', 'xml', and 'json'. The 'json' radio button is selected. To the right of the radio buttons is a 'PUBLISH' button. Below the format selection, there is a text area for the message content, which contains the JSON code: `{ "value": true }`. At the bottom of the window, there is a 'QoS' dropdown menu set to '0' and a 'retain' checkbox which is unchecked.

### 3 AUFGABEN ZUR VERBINDUNGSSICHERHEIT

**AUFGABE 3.1** Erklären Sie warum es sinnvoll ist die Verbindung zum Broker zu sichern.

#### LÖSUNG

Bei einer ungesicherten Verbindung ist es nicht sicher, dass

- Niemand die Daten abfängt/liest,
- Die Daten vor dem Lesen nicht verfälscht wurden,
- Die Verbindung zum richtigen Server aufgebaut wurde.

### AUFGABE 3.2 Welche Sicherheitsmechanismen sind mit dem MQTT Protokoll möglich?

#### LÖSUNG

- SSL/TLS Verschlüsselung: Diese Verschlüsselung nutzt das TCP/IP Protokoll und nicht das MQTT Protokoll. Das bedeutet, dass die Clients diese Verschlüsselung unterstützen müssen, was die einfachen Clients nicht tun.
- Nutzer Authentifizieren: Um einen Nutzer zu authentifizieren gibt es drei Möglichkeiten.
  - Über Client IDs, die im Broker eingerichtet werden. Hier kann auch festgelegt werden, welcher Client welche Topics abonnieren darf.
  - Es können im Broker Nutzernamen und Passwort eingerichtet werden.
  - Die sicherste Methode sind Client Zertifikate. Dies ist sehr aufwändig, weil für jeden Nutzer die Zertifikate erstellt und verwaltet werden müssen.
- Nachrichten Verschlüsselung: Die Nachrichten werden vom Client *end to end* verschlüsselt. Damit ist diese Methode vom Broker unabhängig.

### AUFGABE 3.3 Richten Sie in Ihrem lokalen mosquitto Broker einen Benutzer mit Passwort ein.

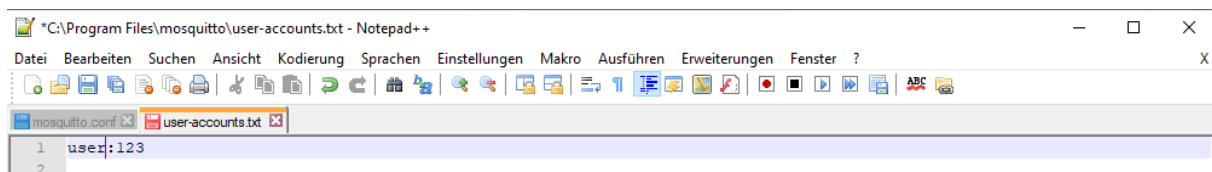
#### LÖSUNG

Legen Sie in Ihrem mosquitto Verzeichnis eine Text-Datei (user-accounts.txt) mit folgendem Inhalt an:

Nutzer 1:Passwort 1

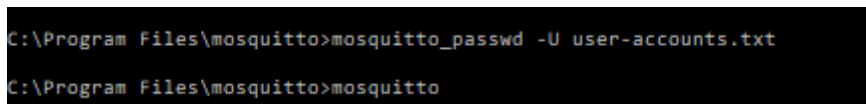
Nutzer 2:Passwort 2

Usw.

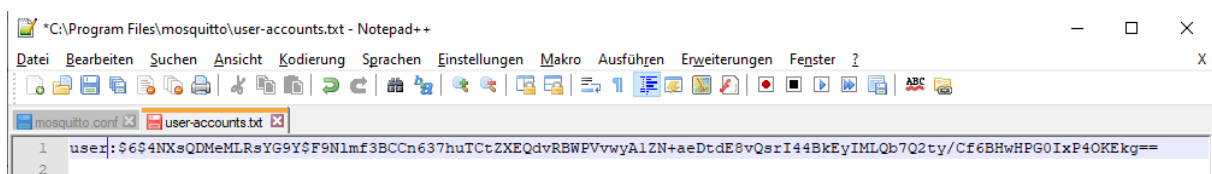


Um diese Datei zu verschlüsseln öffnen Sie die Eingabeaufforderung als Administrator, gehen Sie in das mosquitto Verzeichnis und geben Sie folgende Befehlszeile ein:

Mosquitto\_passwd -U user-accounts.txt



Überprüfen Sie ob die Datei verschlüsselt wurde.



Jetzt muss die Benutzerdatei in der mosquitto Konfigurationsdatei angegeben werden.

Öffnen Sie die Datei *mosquitto.conf* und setzen Sie die Option *allow\_anonymous* auf *false* und tragen Sie unter *password\_file* den Pfad zu Ihrer *user-accounts.txt* Datei ein.

```
646 # Defaults to true if no other security options are set. If 'password_file' or
647 # 'psk_file' is set, or if an authentication plugin is loaded which implements
648 # username/password or TLS-PSK checks, then 'allow_anonymous' defaults to
649 # false.
650 #
651 allow_anonymous false
652
653 # -----
654 # Default authentication and topic access control
655 # -----
656
657 # Control access to the broker using a password file. This file can be
658 # generated using the mosquitto_passwd utility. If TLS support is not compiled
659 # into mosquitto (it is recommended that TLS support should be included) then
660 # plain text passwords are used, in which case the file should be a text file
661 # with lines in the format:
662 # username:password
663 # The password (and colon) may be omitted if desired, although this
664 # offers very little in the way of security.
665 #
666 # See the TLS client require_certificate and use_identity_as_username options
667 # for alternative authentication options. If an auth_plugin is used as well as
668 # password_file, the auth_plugin check will be made first.
669 password_file C:\Program Files\mosquitto\user-accounts.txt
```

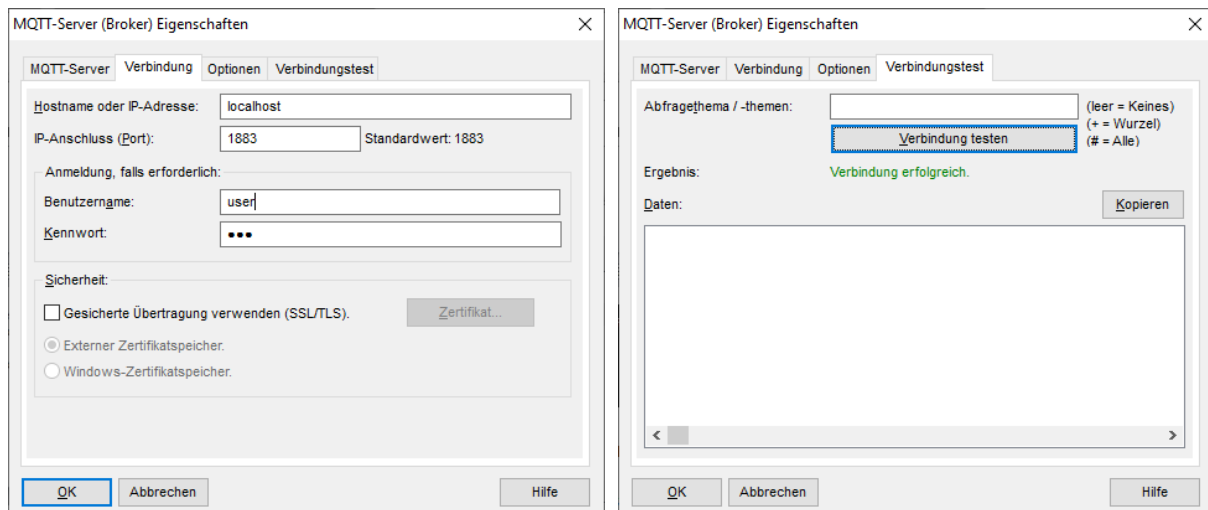
Anschließend muss beim Starten von *mosquitto* die Konfigurationsdatei neu geladen werden. Dafür dient folgende Befehlszeile:

`Mosquitto -v -c mosquitto.conf`

```
C:\Program Files\mosquitto>mosquitto -v -c mosquitto.conf
1602159466: mosquitto version 1.6.12 starting
1602159466: Config loaded from mosquitto.conf.
1602159466: Opening ipv6 listen socket on port 1883.
1602159466: Opening ipv4 listen socket on port 1883.
1602159466: mosquitto version 1.6.12 running
```

Sie können die Einstellungen überprüfen, indem Sie in *WRP-Serv* (öffnet automatisch im Hintergrund des LC2030 Trainings) in die Broker Konfiguration gehen, den definierten Benutzer mit Passwort eintragen und die Verbindung testen.

**ACHTUNG:** Wenn im Broker kein Benutzer eingerichtet ist, haben Sie keine Verbindungsprobleme, wenn Sie einen Benutzer im *WRP-Serv* eintragen. Also testen Sie auch, ob Sie mit einem falschen Passwort keinen Zugriff bekommen.



Melden Sie sich nun mit Ihren Zugangsdaten auch im MQTT Explorer an.

**AUFGABE 3.4** Erklären Sie folgende Begriffe:

- Persistent Session
- Last Will & Testament
- Quality of Service
- Retained Messages

## LÖSUNG

**Persistent Session:** Im Normalfall werden bei Trennung der Verbindung alle abonnierten Topics gelöscht. In einer *persistent session* werden alle Topics mit einem QoS von 1 oder 2 von dem Server gespeichert, die seit dem letzten Verbindungsabbruch nicht vom Client abgefragt wurden, sodass der Client bei Wiederherstellung der Verbindung direkt einen Wert angezeigt bekommt. Nach erfolgreicher Übertragung der Nachricht an den Client wird die Nachricht gelöscht.

**Last Will & Testament:** Wird ein letzter Wille definiert, wird dieser bei ungewolltem Verbindungsabbruch an den Client gesendet. Damit kann der Client den Verbindungsstatus anzeigen.

**Quality of Service:** Das QoS ist die Güte der Kommunikation.  
In Level 1 wird die Nachricht einmal gesendet, es ist nicht sichergestellt, dass sie auch empfangen wird.  
In Level 2 wird sichergestellt, dass die Nachricht bei jedem Abonnenten ankommt, dabei kann sie aber mehrfach gesendet werden.  
In Level 3 wird sichergestellt, dass die Nachricht einmal gesendet wird und bei jedem Abonnenten ankommt.

**Retained Messages:** Diese Nachrichten werden vom Broker zwischengespeichert. Dadurch wird jedem Abonnenten der letzte Stand angezeigt und es muss nicht auf ein Update des Wertes gewartet werden.

## 4 AUFGABEN MIT APP

Es gibt viele verschiedene Apps zum Lesen und Veröffentlichen von MQTT Nachrichten. Die folgenden Aufgaben wurden mit der App *IoT MQTT Panel* auf einem Android Gerät umgesetzt. Über das WLAN befindet sich das mobile Gerät im selben Netzwerk wie der Rechner, auf dem der mosquitto Broker läuft.

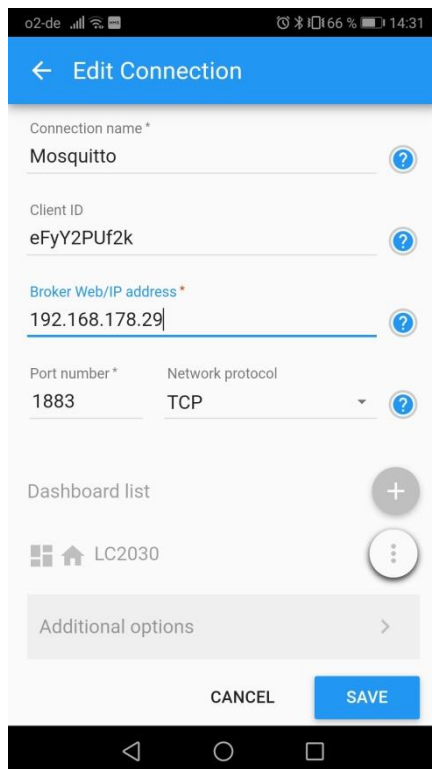
### 4.1 AUFGABEN ZUR HANDBEDIENUNG ÜBER MQTT

Für die folgenden Aufgaben muss der Betriebsmodus Handbetrieb auf aktiv gesetzt werden.

**Handbedienung**



**AUFGABE 4.1.1** Stellen Sie eine Verbindung von der App zum Broker her.



#### LÖSUNG

Fügen Sie eine neue Verbindung hinzu. Die dargestellte Eingabemaske wird geöffnet. Unter *Broker Web/IP address* geben Sie die IP des Rechners ein, auf dem der *mosquitto* Broker läuft.

Unter *Additional options* können Benutzername und Passwort eingegeben werden.

### **AUFGABE 4.1.2**

Richten Sie drei Diagramme ein.

- Füllstand (LI101)
- Temperatur (TI102)
- Durchflüsse (FI103 und FI105)

#### LÖSUNG

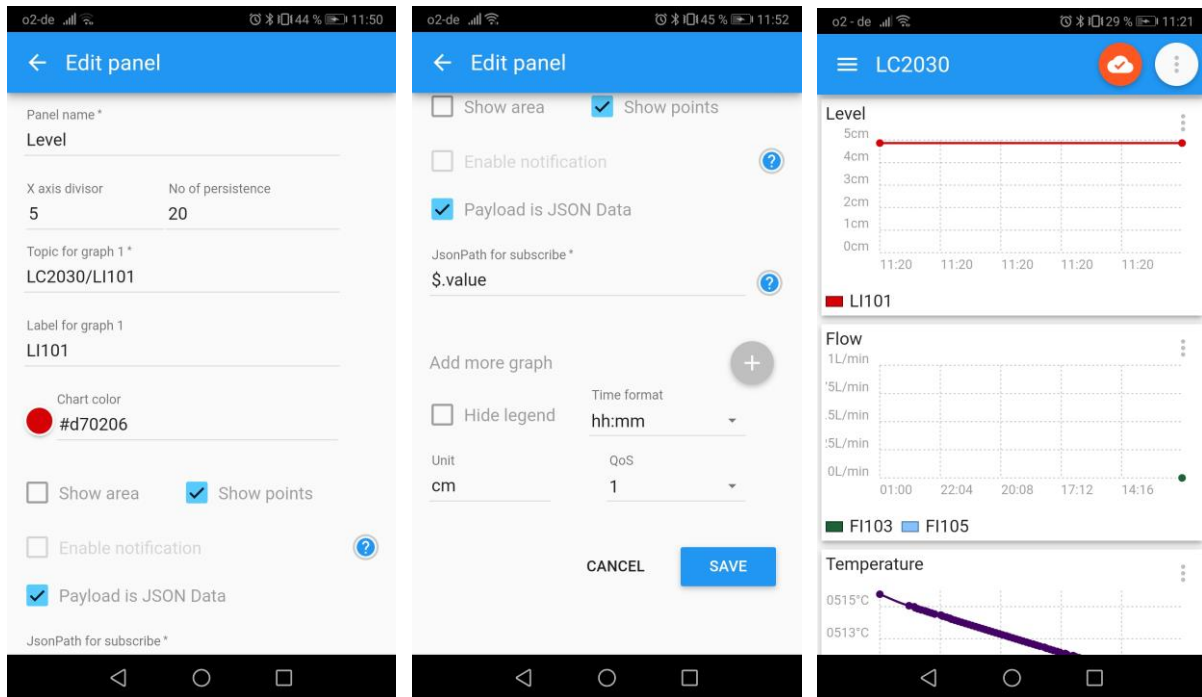
Unten sehen Sie die Einstellungen für das Füllstandsdiagramm. Name, Label, Farbe können beliebig gewählt werden.

Die Topics sind:

- LC2030/LI101
- LC2030/TI102
- LC2030/FI103 und LC2030/FI105

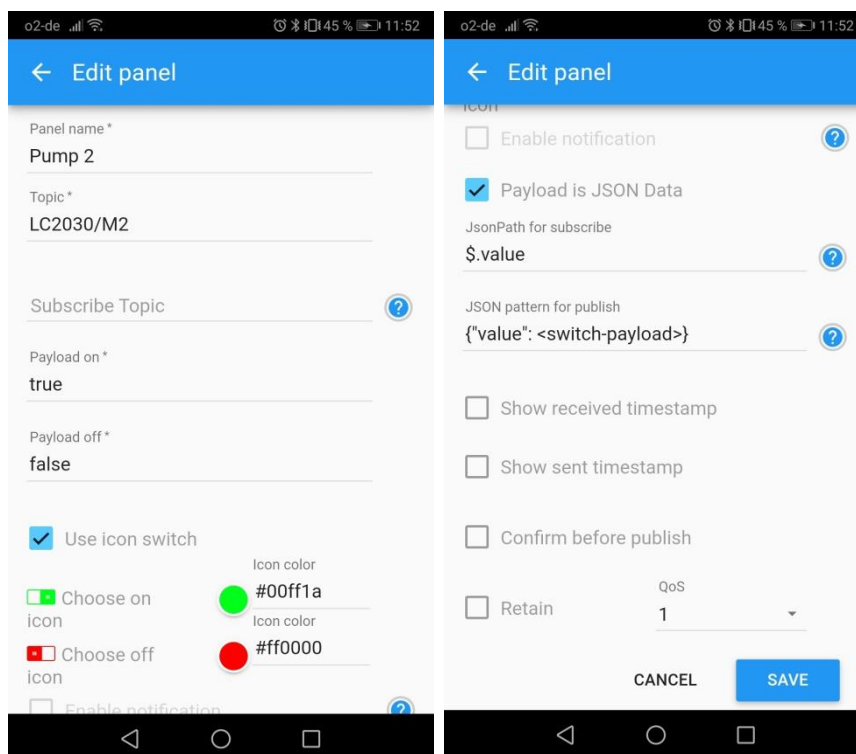


Wichtig ist das Häkchen bei *Payload is json data* und anschließend der *Json Path* \$.value.



**AUFGABE 4.3** Richten Sie Schalter für die Pumpen und Schieberegler für die regelbare Pumpe und das regelbare Ventil ein.

**LÖSUNG**



Nebenstehend sind die Einstellungen für einen Pumpen-Schalter dargestellt.

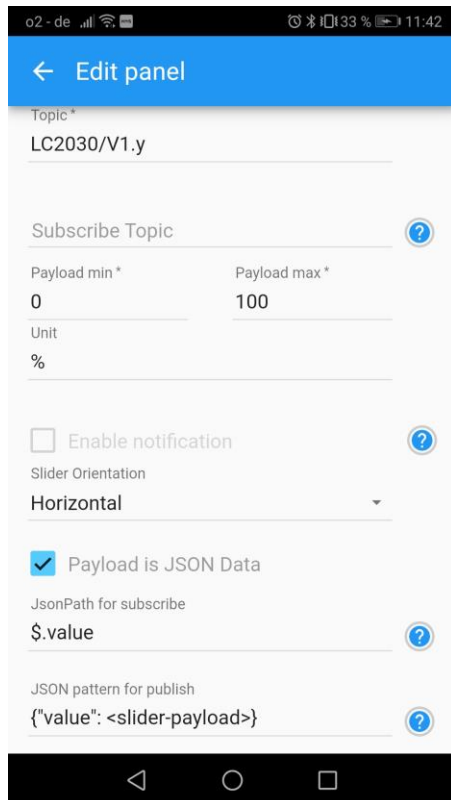
Die *Topics* lauten hier

- LC2030/M1
- LC2030/M2
- LC2030/M3

*Payload on* ist der Nachrichtenwert, der beim Einschalten gesendet wird. Er muss auf *true* gesetzt werden. *Payload off* muss entsprechend auf *false* gesetzt werden.

Der *json Path* ist \$.value.

Der *json pattern for publish* lautet {\"value\": <switch-payload>}.



Für das Einstellen des Stellwerts von Pumpe und Ventil wird ein *Slider* eingefügt.

Die Topics lauten:

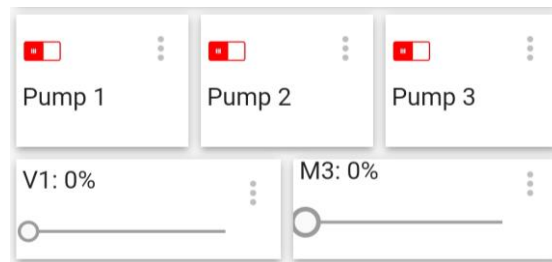
- LC2030/P3.y
- LC2030/V1.y

Die Einstellungen sind in der Grafik rechts dargestellt.

Wichtig sind hier der json Path \$.value und der json pattern for publish

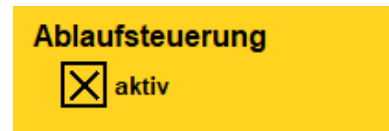
{„value“: <slider-payload>}.

Das Ergebnis kann folgendermaßen aussehen.



## 4.2 AUFGABEN ZUM PRODUKTIONSABLAUF

Zur Überwachung mit MQTT wurde ein Produktionsablauf mit GRAFCET realisiert, der über die Schaltfläche *Ablaufsteuerung Produktion* geöffnet werden kann. Dieser wird aktiviert, wenn der Betriebsmodus *Ablaufsteuerung* auf *aktiv* gesetzt wird.

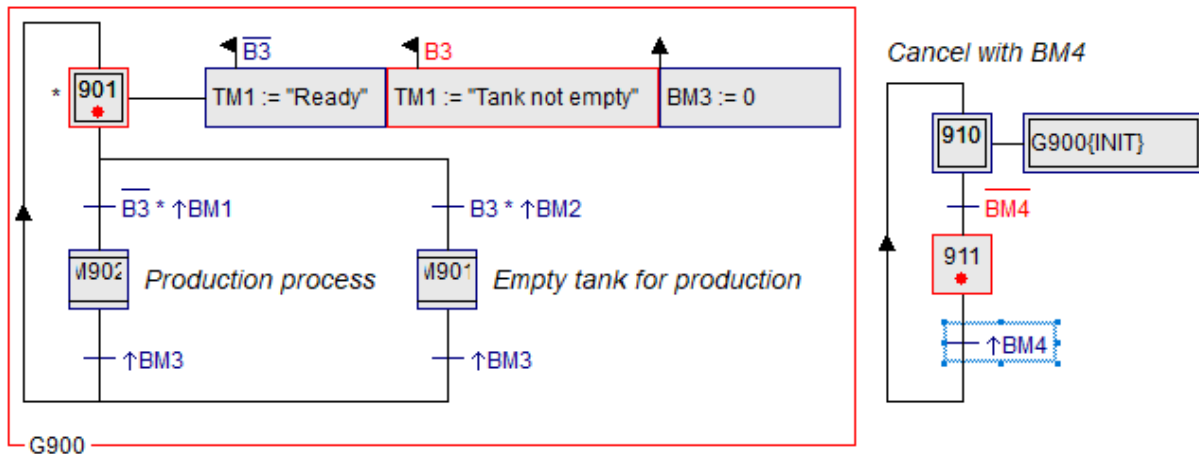


Der Produktionsablauf besteht aus zwei GRAFCET-Makros, die von einer übergeordneten Ablaufsteuerung gestartet werden. Ein Makro enthält die eigentliche Produktion, das andere dient vorbereitend dazu den Behälter zu leeren.

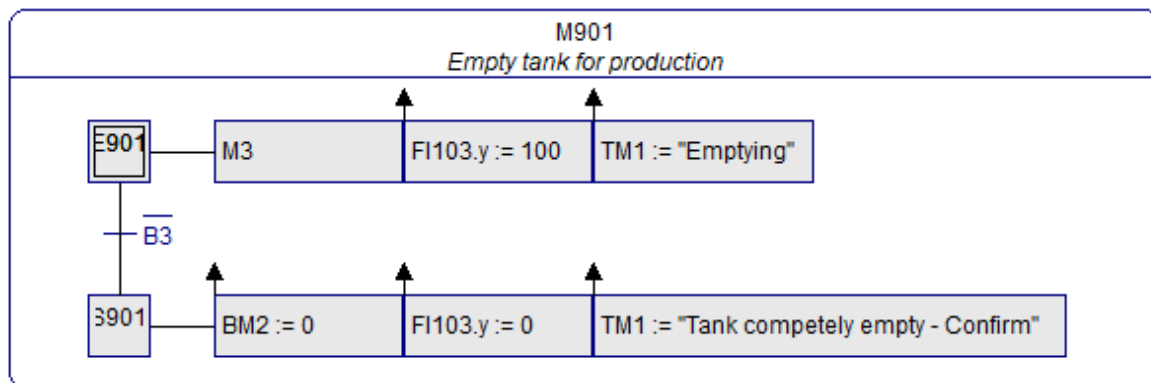
Zum Starten, Quittieren und Abbrechen des Ablaufs werden binäre Merker (BM1, BM2, BM3, BM4) genutzt, die aus der App gesetzt werden und dann im Ablaufplan wieder zurückgesetzt werden. Außerdem wird ein Textsignal (TM1) genutzt um den Status anzuzeigen.

Zum Initialisieren und zum Abbrechen des Ablaufs dient der Merker BM4, bei positiver Flanke dieses Signals wird der übergeordnete Teilgrafcet in dem Startschritt festgesetzt. Ist das Signal nicht aktiv kann der Plan loslaufen.

Im Startschritt wird das Statussignal abhängig davon ob der untere Füllstandschalter B3 geöffnet oder geschlossen ist auf „Ready“ oder auf „Tank not empty“ gesetzt. Außerdem wird der Merker BM3 zurückgesetzt. Von dort aus kann mit dem Merker BM1 der Produktionslauf (Tank muss leer sein) oder mit dem Merker BM2 (Füllstandschalter B3 ist geschlossen) die Leerung des Tanks gestartet werden. Ist das jeweilige Makro abgeschlossen, wird auf eine Quittierung gewartet, diese ist als positive Flanke des Merkers BM3 umgesetzt.



Das Makro zur Leerung des Tanks besteht aus zwei Schritten. Im ersten Schritt wird die Pumpe M3 eingeschaltet und gleichzeitig das Stellsignal der Pumpe auf 100% gesetzt. Der Status lautet „Emptying“. Sobald Füllstandschalter B3 (unten) geöffnet ist, werden BM2 und das Stellsignal zurückgesetzt. Die Pumpe ist nicht mehr aktiv. Der Status lautet „Tank empty. Confirm“. Die Steuerung wartet auf die Quittierung.



Der Produktionslauf besteht aus sechs Schritten. Zunächst wird Pumpe M2 eingeschaltet, das Statussignal lautet „Filling fluid 1“. Wird Füllstandschalter B2 (Mitte) erreicht geht es in den nächsten Schritt.

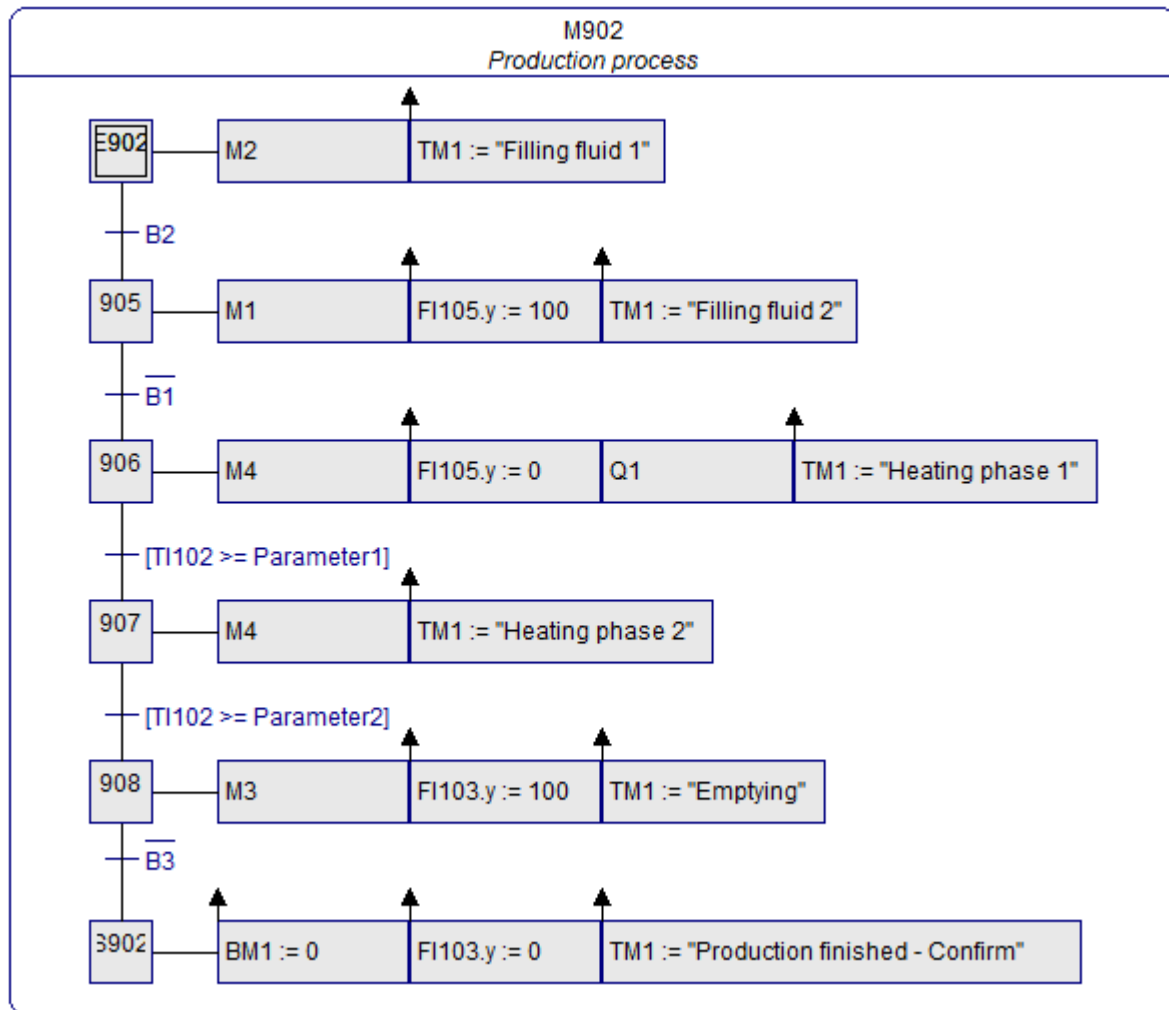
In Schritt 905 wird Pumpe M1 eingeschaltet und gleichzeitig das Ventil V1 vollständig geöffnet. Das Statussignal lautet „Filling fluid 2“. Ist der Behälter voll (Füllstandschalter B1, oben) geht es in den nächsten Schritt.

Im nächsten Schritt wird das Ventil wieder geschlossen. Gleichzeitig werden der Heizstab Q1 und die Umwälzpumpe M4, als Rührer eingeschaltet. Das Statussignal lautet „Heating phase 1“. Der Schritt wird verlassen, sobald die gewünschte Temperatur erreicht ist. Diese kann über einen Parameter gesetzt werden, das zugehörige Topic ist LC2030/Par1.

Anschließend ist der Heizstab nicht mehr aktiv, die Umwälzpumpe bleibt aktiv. Durch die Restwärme des Heizstabs steigt die Temperatur im Behälter weiter, bis ein weiterer Temperatur Grenzwert (LC2030/Par2) erreicht wird. Das Statussignal lautet „Heating phase 2“.

Im vorletzten Schritt wird die Pumpe M3 eingeschaltet und die Leistung auf 100% gesetzt. Das Statussignal lautet „Emptying“. Ist der Tank vollständig entleert geht es in den letzten Schritt.

Abschließend werden der Merker BM1 und das Stellsignal der Pumpe zurückgesetzt. Das Statussignal lautet „Production finished - Confirm“. Die Steuerung wartet auf Quittierung.



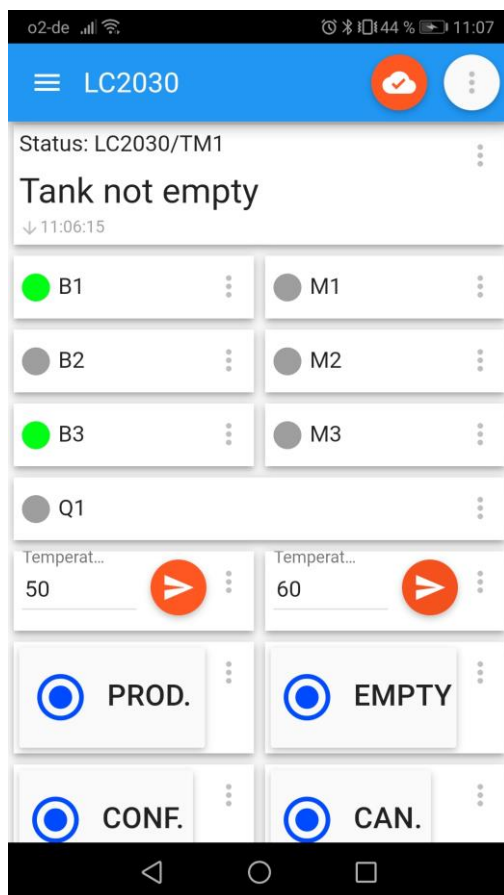
Folgende Signale werden in dieser Steuerung verwendet:

Signalname	Beschreibung	Typ	Topic
M1	Pumpe M1 ein/aus	Status	LC2030/M1.Status
M2	Pumpe M2 ein/aus	Status	LC2030/M2.Status
M3	Pumpe M3 ein/aus	Status	LC2030/M3.Status
M4	Pumpe M4 ein/aus	Status	LC2030/M4.Status
B1	Füllstandschalter oben	Status	LC2030/B1
B2	Füllstandschalter Mitte	Status	LC2030/B2
B3	Füllstandschalter unten	Status	LC2030/B3
Q1	Heizstab ein/aus	Status	LC2030/Q1.Status
BM1	Starte Produktion	Eingabe	LC2030/BM1
BM2	Starte Tankleerung	Eingabe	LC2030/BM2
BM3	Quittierung	Eingabe	LC2030/BM3
BM4	Abbruch	Eingabe	LC2030/BM4
TM1	Status als Text	Eingabe	LC2030/TM1
Parameter1	Grenztemperatur 1	Eingabe	LC2030/Par1
Parameter2	Grenztemperatur 2	Eingabe	LC2030/Par2

#### AUFGABE 4.2.1 Erstellen Sie mit der App ein Dashboard mit folgenden Funktionen:

- Anzeige:
  - Status als Text
  - Pumpenstatus (M1, M2, M3, M4) mit LED (gelb)
  - Heizstab Status (Q1) mit LED (pink)
  - Füllstandschalter Status (B1, B2, B3) mit LED (grün)
- Button:
  - Starte Produktion
  - Starte Tankleerung
  - Quittierung
  - Abbruch
- Eingabefeld
  - Grenztemperaturen (Par1, Par2)

#### LÖSUNG



Ein Dashboard könnte entsprechend der Abbildung aussehen.

Folgende Elemente wurden genutzt:

- Button
- Text Input
- Text Log
- LED Indicator

### Text Log

o2-de 45% 11:10

← Edit panel

Panel name \*  
Status

Topic \*  
LC2030/TM1

Additional options >

QoS  
1

☐ Enable notification

☒ Payload is JSON Data

JsonPath for subscribe \*  
\$.value

CANCEL SAVE

### LED Indicator

o2-de 45% 11:10

← Edit panel

Panel name \*  
Q1

Topic \*  
LC2030/Q1

Payload on \*  
true

Payload off \*  
false

LED on icon LED color #ff00b2

LED off icon LED color #9E9E9E

☐ Enable notification

☒ Payload is JSON Data

JsonPath for subscribe \*  
\$.value

### Text Input

o2-de 45% 11:11

← Edit panel

Panel name \*  
Temperature 1

Topic \*  
LC2030/Par1

☐ Show sent timestamp

☐ Confirm before publish

☒ Payload is JSON Data

JSON pattern for publish \*  
{"value": <text-payload>}

☐ Clear text on publish

☐ Retain QoS 1

CANCEL SAVE

### Button

o2-de 45% 11:11

← Edit panel

Panel name \*  
Prod.

Topic \*  
LC2030/BM1

Payload \*  
true

☐ No payload

☒ Use icons for button

Choose icon Icon color #004bff

☐ Hide label

☒ Payload is JSON Data

JSON pattern for publish \*  
{"value": <button-payload>}

Haben Sie Fragen und Anmerkungen oder wünschen Sie Informationen über unsere weiteren Praktika oder über das Prozessleit- und Simulationssystem WinErs wenden Sie sich bitte an:

Ingenieurbüro Dr.-Ing. Schoop GmbH  
Riechelmannweg 4  
D-21109 Hamburg  
Tel.: 040 / 754 922 30  
[www.schoop.de](http://www.schoop.de)  
Email: [info@schoop.de](mailto:info@schoop.de)