

Digitalisierung einer Gartenhochbahn

STUDIENARBEIT

für die Prüfung zum

Bachelor of Science

der Studiengänge Informationstechnik und Mechatronik

an der

Dualen Hochschule Baden Württemberg

von

Moritz Knapp und Jan Bantle

Abgabedatum 02.05.2022

Bearbeitungszeitraum	6 Monate
Matrikelnummer Moritz Knapp	3591447
Matrikelnummer Jan Bantle	6644333
Kurse	TINF19B3/TMT19B2
Ausbildungsfirma	Sick AG Waldkirch
Gutachter der Studienakademie	Dominik Weickgenannt

Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich meine Studienarbeit mit dem Thema: »Digitalisierung einer Gartenhochbahn« selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Ich versichere zudem, dass die eingereichte elektronische Fassung mit der gedruckten Fassung übereinstimmt.

Ort Datum

Unterschrift

Sperrvermerk

Der Inhalt dieser Arbeit darf weder als Ganzes noch in Auszügen Personen außerhalb des Prüfungsprozesses und des Evaluationsverfahrens zugänglich gemacht werden, sofern keine anderslautende Genehmigung vom Dualen Partner vorliegt.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	i
Tabellenverzeichnis	ii
Codelistingverzeichnis	iii
1 Einleitung	1
1.1 Vorwort	1
1.2 Problemstellung/Zielsetzung	1
2 Grundlagen	2
2.1 Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)	2
3 Anforderungsanalyse	3
3.1 Ausgangslage	3
3.2 Anforderungen	4
3.2.1 Antrieb	4
3.2.2 Bestellsystem	4
3.2.3 Sensorik	4
4 Vorgehensweise	5
4.1 Projektorganisation	5
4.1.1 Projektstrukturplan	6
4.1.2 Projektablaufplan	7
4.1.3 Kanban	7
5 Konzept	8
5.1 Mechanik	8
5.2 Hardware	8
5.2.1 Platine	8
5.2.2 Stromversorgung	8
5.2.3 Positionserkennung	8
5.3 Software	8
5.3.1 Web-Applikation	9
5.3.2 Server	9

INHALTSVERZEICHNIS

5.3.3	Client	9
5.3.4	Steuerung und Positionserkennung	9
6	Umsetzung	10
7	Diskussion und Ausblick	12
7.1	Anfang vom Ende	12
7.2	Lorem ipsum	12
	Literaturverzeichnis	iv

Abbildungsverzeichnis

2.1	MQTT-Datenübertragung über den Broker	2
4.1	Projektstrukturplan mechatronischer Komponenten	6
4.2	Projaktablaufplan mechatronischer Komponenten	7

Tabellenverzeichnis

CodeListingverzeichnis

Kapitel 1

Einleitung

1.1 Vorwort

1.2 Problemstellung/Zielsetzung

2018 entwickelten Moritz Knapp und sein Vater Johannes Knapp eine Gartenhochbahn, welche vom Küchenfenster bis zur Terrasse fährt. Sinn und Zweck dieser Bahn ist der Transport von Essen und Getränken wie Frühstück oder Cafe. Bedient wird sie mit drei Knöpfen, über welche die drei verschiedenen Stationen anfahrbar sind. Allerdings ist die Bahn durch die analoge Ansteuerung über Taster in ihrer Funktionsweise eingeschränkt. Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines digitalen Bestellprozesses, bei dem der Liefervorgang automatisch abläuft. Im Zuge dessen soll die Bahn mit einer neuen Antriebstechnik ausgestattet sowie einer intelligenten, digitalen Ansteuerung erweitert werden.

Kapitel 2

Grundlagen

2.1 Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)

MQTT ist ein Protokoll, welches zur digitalen Datenübertragung in ethernet-basierten Systemen dient. Es benötigt nur wenig Bandbreite und Ressourcen und verwendet eine Publish/Subscribe - Architektur. Das bedeutet, dass Nachrichten sogenannter Topics von Publishern bereitgestellt und von Subscribern empfangen werden. Der Datenverkehr wird über einen zentralen Broker verwaltet. Um die Publish Subscribe Architektur zu verstehen ist es hilfreich die Analogie zum Fernsehen zu bilden. Dabei sendet ein TV-Sender sein Programm an einen bestimmten Kanal. Auf diesen Kanal können nun beliebig viele Fernseher (Subscriber) zugreifen. Auch wenn keine aktive Verbindung zwischen Sender und Empfänger aufgebaut wird, erhalten beliebig viele Empfänger die benötigten Daten. In Abbildung 2.1 ist zu erkennen, wie die Daten nicht zwischen Publisher und Subscriber direkt, sondern über den zentralen Broker versendet werden. (Vgl. [Cope 2021])

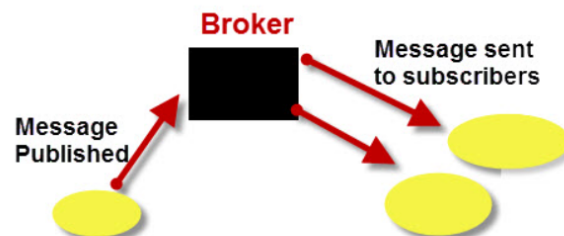


Abbildung 2.1: MQTT-Datenübertragung über den Broker

Kapitel 3

Anforderungsanalyse

Der bisherige Aufbau der Gartenhochbahn soll verbessert und in einigen Bereichen erneuert werden. In diesem Kapitel wird mit Abschnitt 3.1 zunächst das bisherige System beschrieben. Mit Abschnitt 3.2 folgen die resultierenden Anforderungen unterteilt in die jeweiligen Bereiche.

3.1 Ausgangslage

Die Gartenhochbahn stellt ein Transportsystem dar. Hauptbestandteil des Systems ist eine Gondel, die sich über Laufräder auf einer Schiene fortbewegt.

Der Antrieb der Gondel erfolgt durch einem Gleichstrommotor, der über Pulsweitenmodulation (PWM) angesteuert wird. Für die Bereitstellung der Energie ist eine Batterie in der Gondel installiert. Diese wird in der Parkstellung am Ende der Schiene aufgeladen. Als Abschaltung des Motors an den hinteren Endlagen sind Tastsensoren verbaut. Ein Reed-Kontakt in der Gondel erkennt außerdem Magnete entlang der Strecke. Dadurch kann bereits vor Erreichen der Endlage die Geschwindigkeit reduziert werden. Für die Signalverarbeitung und Steuerung des Motors ist ein Arduino Nano im Einsatz.

Die Kraftübertragung des Motors auf das treibende Laufrad erfolgt bislang über Reibung. Der Aufbau weist einen hohen Verschleiß auf und ist nicht ausreichend zuverlässig.

Durch die Sensorik ist eine Abschaltung bei Erreichen der Endlage möglich. Somit können einzelne Fahrzyklen der Hochbahn automatisiert durchgeführt werden.

3.2 Anforderungen

3.2.1 Antrieb

Insgesamt soll der Antrieb eine hohe Verfügbarkeit aufweisen und verschleißarm sein. Die Kraftübertragung soll mit einer passenden Übersetzung erfolgen. Durch den elektrischen Motor soll eine Regelung der Geschwindigkeit und Drehrichtung möglich sein. Wünschenswert wäre außerdem eine Rückmeldung der Umdrehungen. Das Prinzip der Energieversorgung über eine Batterie soll beibehalten werden. Dafür soll der Akkumulator bei möglichst geringem Platzbedarf und Masse eine ausreichende Kapazität besitzen.

3.2.2 Bestellsystem

Das Bestellsystem soll es Nutzern ermöglichen, die Hochbahn von der Terrasse aus mit einem Bestellauftrag zur Küche zu schicken. Dort soll ein Tablet die aktuelle Bestellung anzeigen. Ist alles für den Transport vorbereitet, kann ein Nutzer aus der Küche den Auftrag bestätigen und die Bahn fährt zur gewünschten Position zurück. Ein Webserver soll diese Funktionen über ein benutzerfreundliches Graphical User Interface (GUI) bereitstellen, welches über beliebige Endgeräte (z.B. Smartphone oder Tablet) erreichbar ist. Zudem soll die Möglichkeit bestehen, den Bestand zu erfassen. Das System soll selbstorganisierend sein, sodass sich auch das Kontingent durch Bestellungen aktualisiert. Dadurch soll verhindert werden, dass mehr bestellt werden kann als vorhanden ist. Ebenfalls sollen Nutzer, die etwas bestellt haben, den aktuellen Lieferzustand einsehen können. D. h. es soll angezeigt werden, wo sich die Bahn befindet und welche Bestellung gerade bearbeitet wird.

3.2.3 Sensorik

Die erforderliche Sensorik kann in zwei Bereiche gegliedert werden:

- a) Positionserkennung
- b) Sicherheitsabschaltung

Die Positionserkennung soll entlang der Strecke erfolgen. Die Information soll der Steuerung zur Verfügung gestellt werden. Dabei sollen die Positionswerte so exakt wie nötig ermittelt werden.

Die Sicherheitsabschaltung soll Hindernisse im Fahrweg der Gondel erkennen und dadurch einen rechtzeitigen Stillstand gewährleisten. Dafür muss die Sensorik den kritischen Bereich ausreichend prüfen.

Kapitel 4

Vorgehensweise

In diesem Kapitel wird die Vorgehensweise zur Bewerkstelligung des Projektzieles beschrieben. Um das Ziel zu erreichen, stand die Projektorganisation im Vordergrund. Diese soll nachfolgend erläutert werden.

4.1 Projektorganisation

Die Projektorganisation erfolgte anhand der folgenden Stufen:

1. Projektstrukturplan
2. Projektablaufplan
3. Kanban

In einem ersten Schritt wurden mithilfe einer Projektstrukturplan die Teilbereiche definiert. Dadurch stellten sich die Wirkzusammenhänge der Bereiche heraus. Nachfolgend wurden die zugehörigen Aufgaben erstellt. Durch die Übersicht in einer Roadmap wurden die Aufgaben in einen zeitlichen Zusammenhang gebracht. In einem letzten Schritt folgte das Definieren der Aufgaben in einem Kanban-Board.

4.1.1 Projektstrukturplan

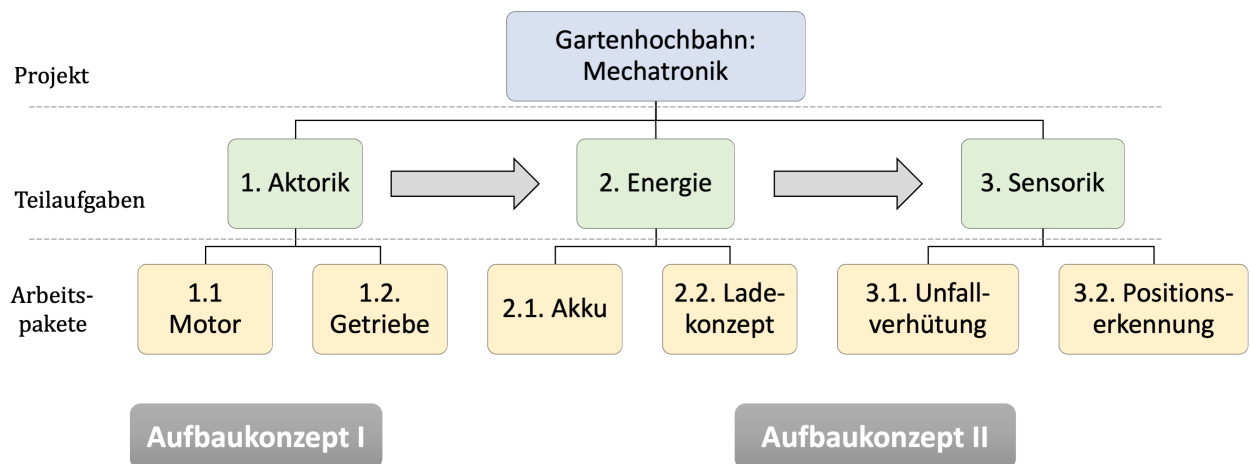


Abbildung 4.1: Projektstrukturplan mechatronischer Komponenten

In Abbildung 4.1 ist der Projektstrukturplan mit den mechatronischen Komponenten dargestellt. Das Projekt ist untergliedert in drei Teilaufgaben. Diese werden in der nächsten Ebene in Arbeitspakete untergliedert. Da die Bereiche aufeinander aufbauend sind, können Zusammenhänge analysiert werden. In dem Schaubild sind die Bereiche entsprechend der zeitlichen Abfolge aufgetragen. Dementsprechend soll in einem ersten Schritt die Aktorik konzeptioniert werden. Dazu zählt die elektrische und mechanische Komponente des Antriebs. Dieser erste Entwurf des Antriebs wird im Aufbaukonzept I festgehalten. Mit den elektrischen Leistungsdaten der Aktorik wird im nächsten Schritt das Energiekonzept ausgearbeitet. Auf diesen Bereich baut final die Konzeptionierungsphase der Sensorik auf. Durch weitere Anforderungen aus den Bereichen Energie und Sensorik folgt das Aufbaukonzept II.

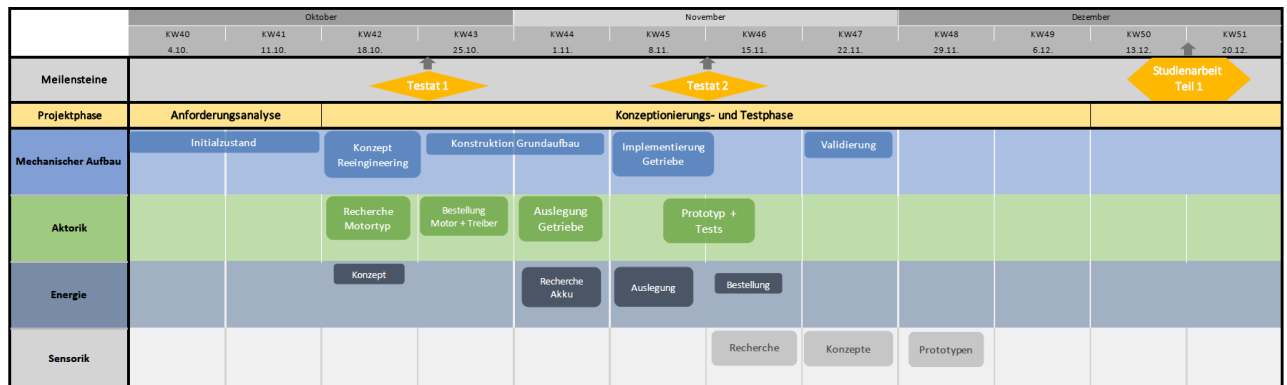


Abbildung 4.2: Projektablaufplan mechatronischer Komponenten

4.1.2 Projektablaufplan

Aus dem Projektstrukturplan geht der Projektablaufplan hervor. Darin werden die zuvor definierten Arbeitspakete aus den Teilaufgaben terminiert.

Für das Arbeitsmanagement wurde die Kanban-Methode verwendet. Diese wird nachfolgend beschrieben.

4.1.3 Arbeitsmanagement (Kanban-Methode)

Kapitel 5

Konzept

Kukuk, hier ist ein Test, ob das mit dem Kompilieren auch funktioniert ;)

5.1 Mechanik

5.2 Hardware

5.2.1 Platine

5.2.2 Stromversorgung

5.2.3 Positionserkennung

5.3 Software

Es gibt in diesem Projekt zwei Hauptsoftwarekomponenten, welche die Anlage steuern: Der Server, welcher Anfragen und Befehle an die Bahn verwaltet und die Bahn selbst, welche für die Steuerung der Hardware zuständig ist. Der Server soll im Heimnetzwerk über die Adresse des Hosting-System erreichbar sein. Befehle an die Hochbahn sollen drahtlos mit MQTT übertragen werden. Auf der Bahn kommuniziert ein Arduino über einen ESP8266 mit dem Server und steuert gleichzeitig die Bahn. In den folgenden Abschnitten wird die Konzeption dieser einzelnen Softwareteilen erläutert.

5.3.1 Web-Applikation

Die Web-Applikation bezeichnet die Benutzeroberfläche, welche sowohl in der Küche zum Einsehen von Bestellungen, als auch von Gästen zum Bestellen und Steuern der Bahn verwendet wird. Jeder Gast soll sich ein Konto erstellen und dabei seine Lieblingsfarbe auswählen können. Bestellt dieser etwas kann so die Hochbahn in der individuellen Farbe leuchten. Dies dient zum einen der Freude der Gäste und zum anderen zum Erkennen, für wen die Bestellung ist. Angemeldet soll ein Nutzer über ein Menü unter folgenden Optionen wählen können:

- Allgemeines
- Mein Konto
- Bestellen
- Steuern
- Live-Verfolgung

Unter *Allgemeines* werden generelle Infos zur Hochbahn angezeigt. Kontoeinstellungen wie Änderung der E-Mail Adresse oder Lieblingsfarbe werden unter *Mein Konto* getätigt. Unter *Bestellen* kann gewählt werden, was bestellt werden soll. Ebenfalls ist dabei anzugeben, wohin die Bahn das bestellte fahren soll. Unter *Steuern* kann die Bahn ohne eine Bestellung zu gewünschten Positionen gefahren werden. Die aktuelle Position und ggf. Bestellung kann unter *Live-Verfolgung* eingesehen werden.

5.3.2 Server

5.3.3 Client

5.3.4 Steuerung und Positionserkennung

Kapitel 6

Umsetzung

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus.

Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

Kapitel 7

Diskussion und Ausblick

7.1 Anfang vom Ende

Hier kommt der Anfang vom Ende der Arbeit. Fast haben wir es geschafft! Nur noch ein Lorem ipsum!

7.2 Lorem ipsum

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus

luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque,

erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

Literaturverzeichnis

Cope, Steve [2021]. *How MQTT Works -Beginners Guide* [siehe S. 2].