Hochschule Luzern – Technik & Architektur
Elektrotechnik und Informationstechnologie
Bachelorarbeit

GPS-Diebstahlschutz System für E-Bike

Michael Thalmann
10. Juni 2022

Bachelor-Thesis an der Hochschule Luzern - Technik & Architektur

Titel	**GPS Diebstahlschutz System für E-Bike**
Diplomandin/Diplomand	**Thalmann, Michael**
Bachelor-Studiengang	**Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnologie**
Semester	**FS22**
Dozentin/Dozent	**Thalmann, Markus**
Expertin/Experte	**Jäggli, Reto**

Abstract Deutsch
Im Rahmen dieser Bachelorarbeit soll ein GPS Diebstahlschutz System für E-Bikes der HSLU T+A entwickelt werden. Die HSLU T+A stellt diese den Mitarbeitern und Studierenden zum Ausleih zur Verfügung. Dazu wurde zuerst eine Marktanalyse gemacht um zu schauen, welche Technologien es schon gibt. Anhand von einem Mikrokontroller, GPS Modul, LoRa Modul und Beschleunigungssensor wurde dann ein Versuchsaufbau erstellt, welcher beim Rücklicht vom E-Bike montiert wird. Die GPS Daten werden über das LoRa-Netz von «The Things Network» gesendet und auf deren Server gespeichert, von wo aus sie weiterverarbeitet werden können.

Abstract Englisch
As part of this bachelor thesis, a GPS anti-theft system for e-bikes of the HSLU T+A is to be developed. The HSLU T+A makes these available to employees and students to borrow. For this purpose, a market analysis was first made to see which technologies already exist. Using a microcontroller, GPS module, LoRa module and acceleration sensor, an experimental setup was then created, which is mounted on the rear light of the e-bike. The GPS data is sent via the LoRa network from "The Things Network" and stored on their server, from where it can be further processed

Ort, Datum Luzern, 09.06.2022

© Michael Thalmann, Hochschule Luzern – Technik & Architektur

---

Alle Rechte vorbehalten. Die Arbeit oder Teile davon dürfen ohne schriftliche Genehmigung der Rechteinhaber weder in irgendeiner Form reproduziert noch elektronisch gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Sofern die Arbeit auf der Website der Hochschule Luzern online veröffentlicht wird, können abweichende Nutzungsbedingungen unter Creative-Commons-Lizenzen gelten. Massgebend ist in diesem Fall die auf der Website angezeigte Creative-Commons-Lizenz.

Inhalt

1 Einführung 1
1.1 Projektübersicht 1
2 Vorbereitungen 2
2.1 Anforderungen 2
2.2 Marktanalyse 3
2.3 Platzierung am E-Bike definieren 4
3 Versuchsaufbau 7
3.1 Hardware 7
3.1.1 Mikrokontroller 7
3.1.2 GPS Modul 9
3.1.3 GSM oder LoRa Modul 10
3.1.4 Batteriemanagementsystem 11
3.1.5 Beschleunigungssensor 11
3.1.6 Batterie 12
3.2 PCB Design 14
3.3 The Things Network 16
4 Finales Design 18
6 Schlusswort und Ausblick 19
7 Literaturverzeichnis 20
8 Anhang I
8.1 Aufgabenstellung I
8.2 Risikoanalyse II
8.3 Quectel L80 GPS Module III
8.4 RFM95W LoRA Module V
8.5 MCP73831 VI
8.6 NCV8165 VII

8.7 MC3419 VIII
8.8 Batterie IX
8.9 BOM Version 1 X
8.10 BOM Version 2 XI

Abbildungen

Abbildung 1: Invoxia GPS Tracker [1] 3
Abbildung 2: Invoxia GPS Tracker Bike [1] 3
Abbildung 3: Zeerkeer GPS Tracker [1] 3
Abbildung 4: Spot Trace [1] 3
Abbildung 5: Apple AirTag [1] 4
Abbildung 6: Pedal Gehäuse E-Bike 4
Abbildung 7: Sattelrohr E-Bike 5
Abbildung 8: Rücklicht E-Bike 5
Abbildung 9: Geöffnetes Rücklicht 6
Abbildung 10: Bemassung Rücklicht 6
Abbildung 11: ESP32-S3-DevKitC-1 Pinout [6] 8
Abbildung 12: Low-Power-Mode ESP32-S3-DevKitC-1 8
Abbildung 13: L80-M39 GPS Modul 9
Abbildung 14: Beschaltung L80-M39 9
Abbildung 15: RFM95W 10
Abbildung 16: Beschaltung RFM 95W 10
Abbildung 17: Beschaltung BMS und LDO 11
Abbildung 18: Beschaltung MC3419 12
Abbildung 19: Hubsan Modellbau-Akku [13] 13
Abbildung 20: PCB Schematisch 14
Abbildung 21: PCB Design 14
Abbildung 22: PCB gelötet 15
Abbildung 23: The Things Network 16
Abbildung 24: LoRaWan airtime Rechner [16] 17
Abbildung 25: Daten empfangen im The Things Stack [17] 17
Abbildung 26: PCB Schematisch Version 2 18
Abbildung 27: PCB Design Version 2 18

Tabellen

Tabelle 1: Anforderungen 2
Tabelle 2: Marktanalyse 4
Tabelle 3: Mikrokontroller Vergleich 7
Tabelle 4: Stromverbrauch 12

1 Einführung

Die HSLU T&A stellt den Mitarbeitenden und Studierenden eine E-Bike Flotte zum Ausleih zur Verfügung. In der Vergangenheit ist es zu Diebstählen von E-Bikes gekommen. Um die E-Bikes im Falle eines Diebstahls überwachen zu können, geht es in diesem Projekt darum, ein Diebstahlschutz System zu entwickeln. Anhand von einem Mikro-Controller und GPS Modul soll die Position des E-Bikes an ein Tool schicken, von welchem aus man die Position des E-Bikes visualisieren kann.

1.1 Projektübersicht

Student	Michael Thalmann	michael.thalmann@stud.hslu.ch
Betreuer	Markus Thalmann	markus.thalmann@hslu.ch
Experte	Reto Jäggi	reto.jaeggi@ch.mullermartini.com
Interner Partner	Severin Nowak	severin.nowak@hslu.ch

2 Vorbereitungen

2.1 Anforderungen

Die Anforderungen wurden zu Beginn des Semesters folgendermassen festgelegt:

Anforderung	Muss / Soll
Datenübertragung	Muss GPS Daten mit einer Wireless Technologie wie GSM oder LoRaWAN übertragen können. Neue Daten sollen etwa alle 30 Sekunden gesendet werden. Der genaue Sendeintervall muss während der Arbeit noch bestimmt werden.
Stromversorgung	Muss die Hauptspeisung vom Akku des E-Bikes nehmen und muss so wenig Energie wie möglich verbrauchen (Low-power).
Unterbruchsfreie Stromversorgung	Muss eine eigene Batterie haben, falls der Akku des E-Bikes entfernt wird. Die Batterie soll für mindestens 24 Stunden den Betrieb des Gerätes übernehmen können.
Montage am E-Bike	Muss unauffällig sein, um es vor Diebstahl und Vandalismus zu schützen. Soll im Rahmen des E-Bikes eingebaut werden. Beim Montageort muss darauf geachtet werden, dass die Reichweite der Antenne genügend hoch bleibt.
Kompatibilität	Soll mit verschiedenen E-Bikes kompatibel sein mit geringem Anpassungsaufwand wenn nötig.
Speicherung und Auswertung	Die übermittelten GPS Daten müssen bei einem Empfänger (Computer, Server) gespeichert werden. Zur Auswertung soll, wenn genügend Zeit vorhanden, eine Applikation entwickelt werden um die Daten grafisch anzuzeigen.

Tabelle 1: Anforderungen

2.2 Marktanalyse

Um einen Überblick zu verschaffen, wurde geschaut, welche Produkte mit welchen Technologien es auf dem Markt schon gibt. Dazu wurden fünf verschiedene Tracker genauer angeschaut.

 Abbildung 1: Invoxia GPS Tracker [1]	Invoxia GPS Tracker (CHF 136) - LoRa - Akku bis zu 6 Monaten - LxBxH 105 x 27 x 9.5 mm
 Abbildung 2: Invoxia GPS Tracker Bike [1]	Invoxia GPS Tracker Bike (CHF 229) - LoRa - Akku bis zu 3 Monaten - Mit Beschleunigungssensor - Sattelstütze 23-35mm Montage - Reflektor (keine Lampe)
 Abbildung 3: Zeerkeer GPS Tracker [1]	Zeerkeer GPS Tracker (CHF 126) - GSM - Akku bis zu einer Woche - LED Lampe integriert
 Abbildung 4: Spot Trace [1]	Spot Trace (137.95) - Ausschliesslich Satelliten Kommunikation. Benötigt freie Sicht zum Himmel. - Akku bis zu 18 Monaten - Mit Beschleunigungssensor

 Abbildung 5: Apple AirTag [1]	Apple AirTag (CHF 35) - Ein iPhone muss innerhalb von 10 Meter sein und wird über Bluetooth verbunden. Apple eigenes Netz - Funktioniert nur mit iPhones - Akku bis zu einem Jahr - Tweeter integriert

Tabelle 2: Marktanalyse

Für dieses Projekt kommen die ersten drei GPS-Tracker aus Tabelle 2 in Frage, da sie weniger Einschränkungen haben als die letzten zwei. Der Spot Trace (Abbildung 4) kommuniziert ausschliesslich über Satelliten und muss daher immer Sichtkontakt zum Himmel haben. Dies ist bei einem E-Bike nicht immer möglich. Der Apple AirTag (Abbildung 5) wäre eine Kostengünstige Variante. Jedoch ist die Netzabdeckung abhängig davon, ob iPhones in der Nähe sind. Daher wird eine Lösung gesucht, die auf denen der ersten drei beruht.

2.3 Platzierung am E-Bike definieren

In einem nächsten Schritt wurde geschaut, wo der zu entwerfende GPS-Tracker montiert werden kann vom E-Bike. Dazu kamen drei Positionen in Frage:



Abbildung 6: Pedal Gehäuse E-Bike

Elektronik Gehäuse bei Pedalen

Als erstes wurde das Gehäuse angeschaut, wo schon die restliche Elektronik des E-Bikes platziert ist. Der Vorteil wäre, dass der Strom für den Tracker am gleichen Ort wäre und abgenommen werden könnte. Nachteil ist das Gehäuse aus Metall, welches die Sende- und Empfangsleistung massiv einschränken würde.



Abbildung 7: Sattelrohr E-Bike

Sattelrohr vom E-Bike

Der Tracker wäre gut versteckt unter dem Sattel eingebaut. Strom könnte direkt vom Elektronik Gehäuse unten abgenommen werden. Jedoch ist auch hier das Problem, dass der Tracker voll mit Metall umschlossen wäre und die Sende- und Empfangsleistung eingeschränkt würde.



Abbildung 8: Rücklicht E-Bike

Rücklicht vom E-Bike

Das Rücklicht hat schon einen 5V Anschluss und man könnte einfach ein Kabel mit mehr Drähten darauf ziehen für die Stromversorgung des GPS-Trackers, ohne dass es auffallen würde. Zudem muss man sich weniger Sorgen um die Sende- und Empfangsleistung machen, da nicht von Metall umschlossen.

Es wurde entschieden, den Tracker für die Platzierung in das Rücklicht zu entwerfen. Es wurde ein Ersatzlicht bestellt und auseinandergenommen, damit die Dimensionen gemessen werden können. Das Rücklicht konnte nicht einfach geöffnet werden, sondern musste mit einem Dremel aufgesägt werden, da es fest zusammengeklebt ist.

In Abbildung 9 ist zusehen, wie das offene Rücklicht aussieht. Die Bemassungen wurden in Abbildung 10 dargestellt und beziehen sich auf die Längen der inneren Kanten. Der GPS-Tracker darf diese Massen nicht übersteigen damit er darin platziert werden kann.

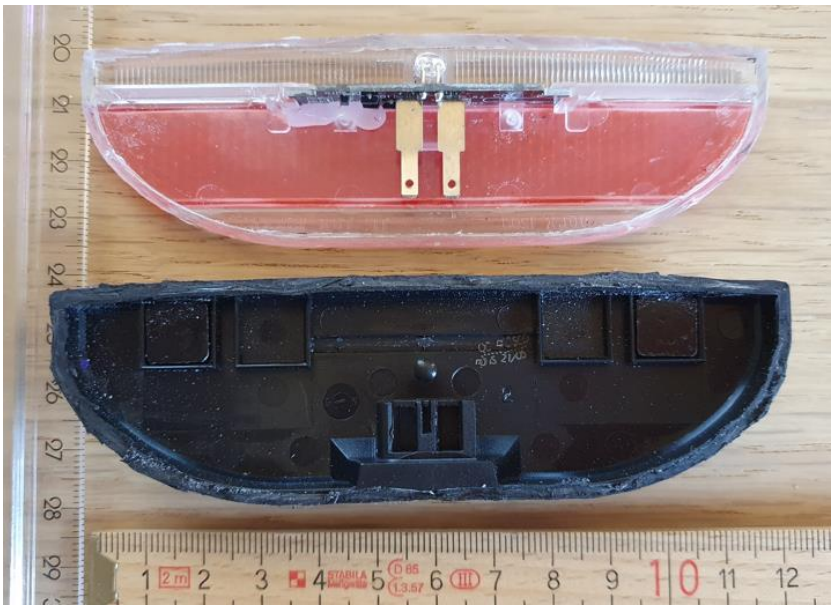


Abbildung 9: Geöffnetes Rücklicht

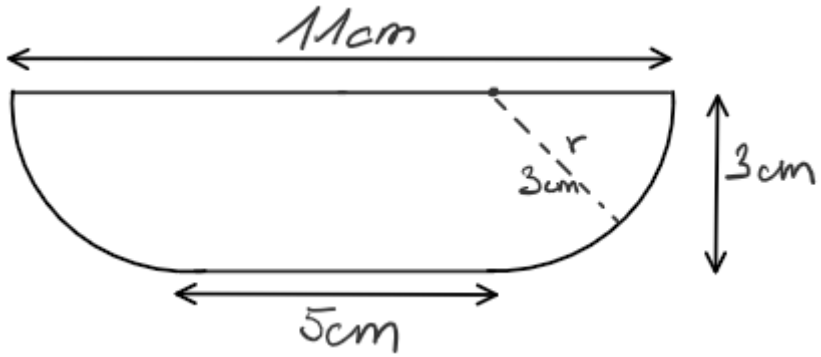


Abbildung 10: Bemassung Rücklicht

3 Versuchsaufbau

3.1 Hardware

3.1.1 Mikrokontroller

Als erstes wird ein geeigneter Mikrokontroller gewählt. Aus Verfügbarkeitsgründen wurden die folgende 3 Produkte verglichen in Tabelle 3.

	ATmega328p [2]	ATSAMD21G18A [3]	ESP32S3WROOM [4]
Cores	1	1	2
Taktfrequenz	Bis zu 20 MHz	Bis zu 48 MHz	Bis zu 240 MHz
GPIO's	27	20	45
Peripherie	2x SPI 2x UART 2x I2C	Bis zu 6 Verbindungen SPI, UART, I2C	4x SPI 3x UART 2x I2C
Sonstiges	Ist auf dem Arduino Nano verbaut. Weit verbreitet da programmierbar in Arduino IDE.	Ist auf dem Adafruit Feather M0 verbaut. Weit verbreitet da programmierbar in Arduino IDE.	Bluetooth und Wi-Fi integriert für Erweiterungen von smarten Funktionen.
Preis	~ CHF 2	~ CHF 4	~ CHF 3

Tabelle 3: Mikrokontroller Vergleich

Die ersten beiden Mikrokontroller sind aus dem Hause Microchip Technology (Atmel) und sind weit verbreitet im Hobby Bereich, da sie einfach zu Programmieren sind in der Arduino IDE. Der ESP32 kommt von Espressif Systems aus China. ESP32 werden oft für IOT-Anwendungen verwendet da sie schon mit Bluetooth und Wi-Fi ausgestattet kommen. Alle drei Mikrokontroller können in einen Low-Power-Modus versetzt werden.

Wenn man die Preise und Features aller drei Mikrokontrollern vergleicht fällt auf, dass der ESP32 mehr bietet für einen ähnlichen Preis. Daher wurde entschieden, dass mit diesem das Projekt gemacht werden soll.

Für den Versuchsaufbau wurde nicht der Mikrokontroller selbst, sondern ein Entwicklungsboard ausgewählt – das ESP32-S3-DevkitC-1 [5] Abbildung 11.

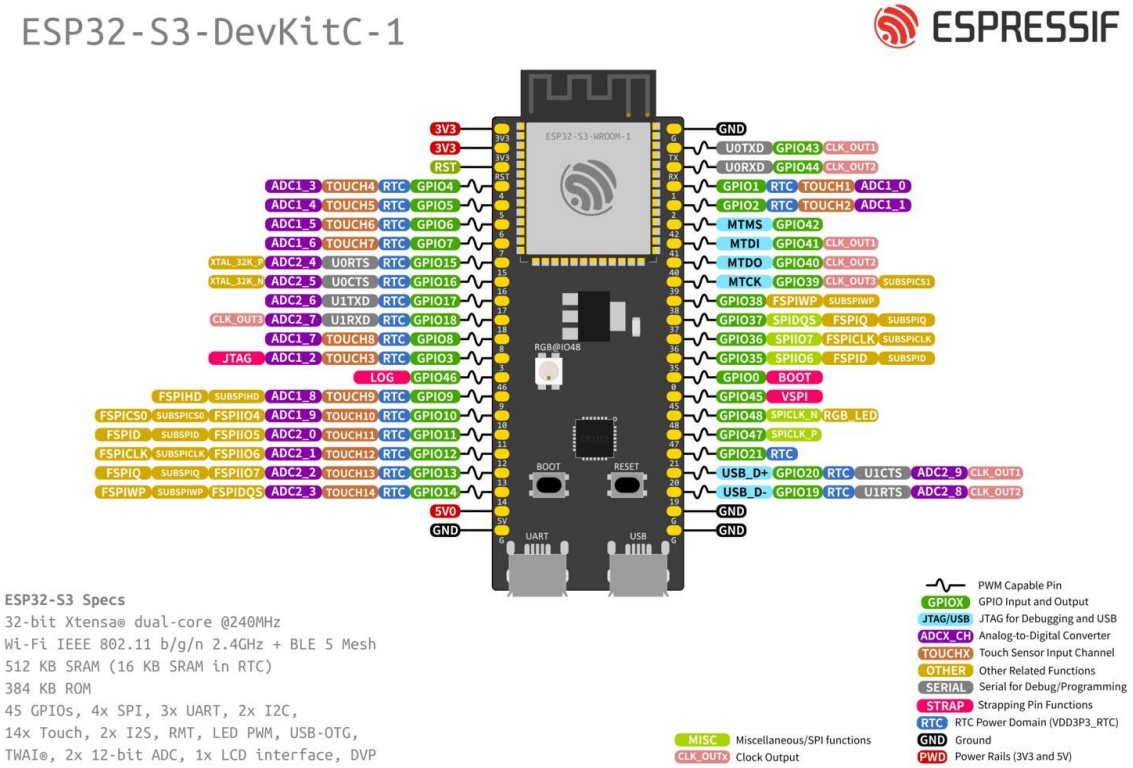


Abbildung 11: ESP32-S3-DevKitC-1 Pinout [6]

Der Mikrokontroller wird die meiste Zeit im Deep-Sleep Modus (Abbildung 12) sein, da Daten nur in einem Intervall gesendet werden und nicht kontinuierlich. Mit nur 8uA Stromverbrauch schont er somit die Batterie.

Work mode	Description	Typ	Unit
Light-sleep	—	240	μA
Deep-sleep	RTC memory and RTC peripherals are powered on.	8	μA
Hibernation	RTC memory is powered on. RTC peripherals are powered off.	7	μA
Power off	CHIP_PU is set to low level. The chip is powered off.	1	μA

Abbildung 12: Low-Power-Mode ESP32-S3-DevKitC-1

3.1.2 GPS Modul

Für den Empfang der GPS-Daten wurde das L80-M39 Modul [7] von Quectel ausgewählt. Dies, weil es Verfügbar war und schon eine Patchantenne integriert hat. Somit bleibt der Designaufwand gering. Das Datenblatt dazu liegt im Anhang.

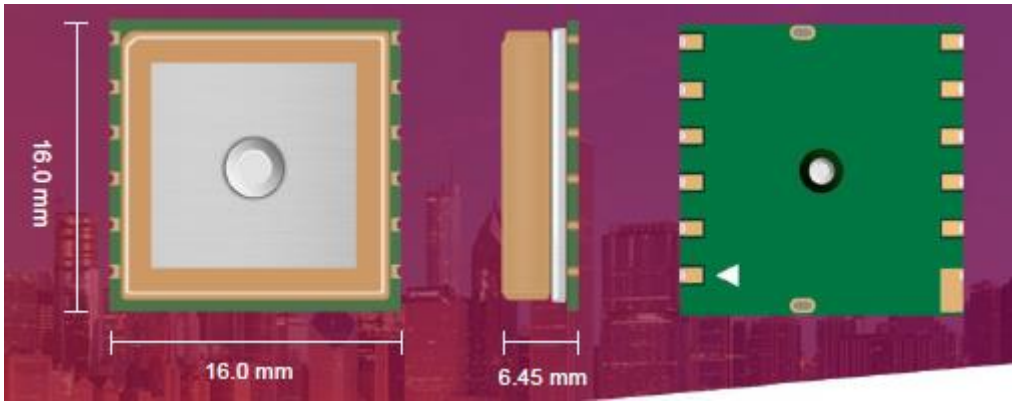


Abbildung 13: L80-M39 GPS Modul

Das Modul wird über die UART-Schnittstelle mit dem Mikrokontroller verbunden. Die zu verwendende Beschaltung ist in Abbildung 14 zu sehen.

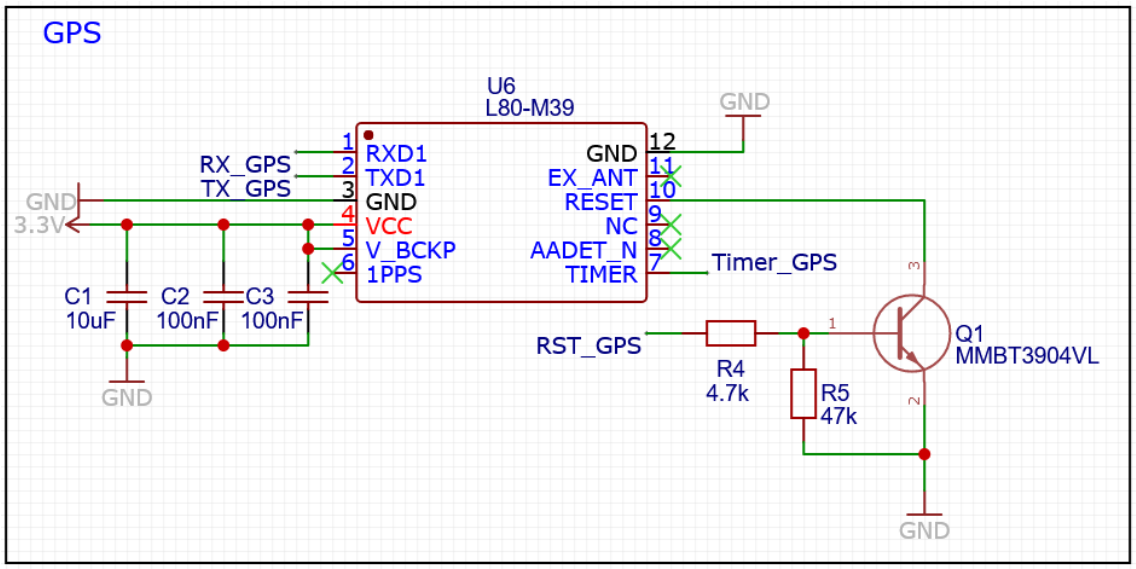


Abbildung 14: Beschaltung L80-M39

3.1.3 GSM oder LoRa Modul

Es stellte sich zuerst die Frage, ob ein GSM oder ein LoRa Modul verwendet werden soll. GSM Module gibt es günstig zu haben und die Netzabdeckung wäre hervorragend. Jedoch ist GSM weitgehend abgeschaltet in der Schweiz und wird nur noch von Sunrise bis Ende 2022 betrieben. Eine Alternative wäre ein 4G Modul. Jedoch sind diese sehr teuer und es wurde beschlossen, das Projekt mit LoRa zu machen.



Abbildung 15: RFM95W

Ausgewählt wurde das RFM95W Modul [8] von RF Solutions. Dies weil es verfügbar und am günstigsten war. Das Datenblatt dazu liegt im Anhang.

Das Modul wird über die SPI-Schnittstelle mit dem Mikrokontroller verbunden. Die zu verwendende Beschaltung ist in Abbildung 16 zu sehen.

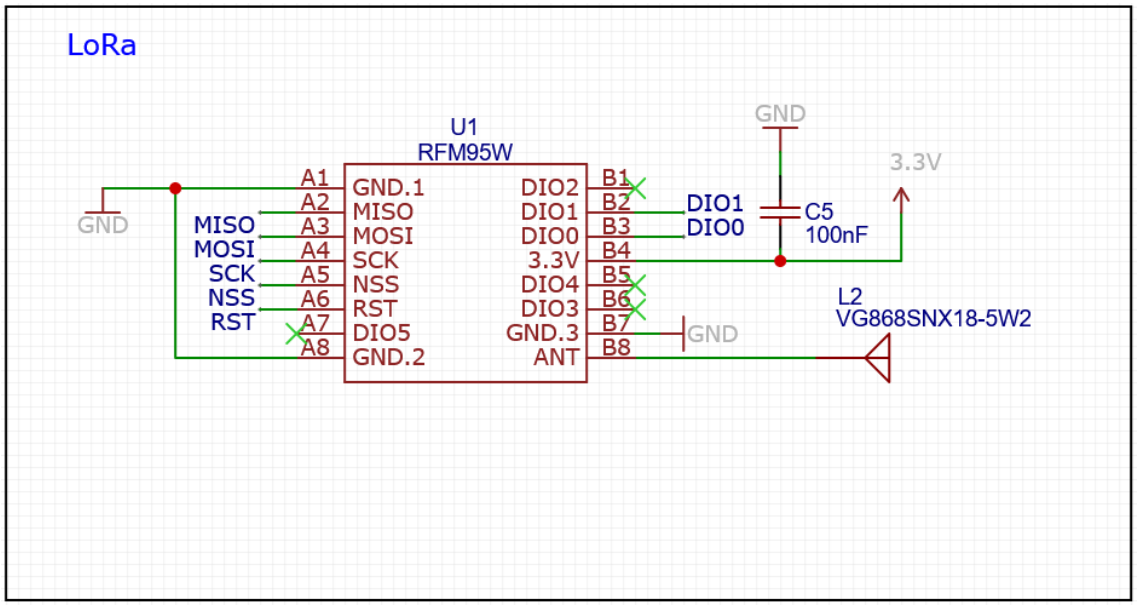


Abbildung 16: Beschaltung RFM 95W

3.1.4 Batteriemanagementsystem

Als Batteriemanagementsystem (BMS) wurde das MCP73831-2ACI/MC [9] von Microchip Technology verwendet. Dies, weil es auch beim Adafruit Feather M0 [10] verwendet wird und verfügbar war. Zusätzlich wurde noch ein 3.3V Spannungsregulator für die Versorgung aller Bauteile verwendet. Dieser ist der NCV8165ML330TCG [11] von onsemi. Die Datenblätter der beiden Bauteile befinden sich im Anhang.

Die zu verwendende Beschaltung ist in Abbildung 17 zu sehen.

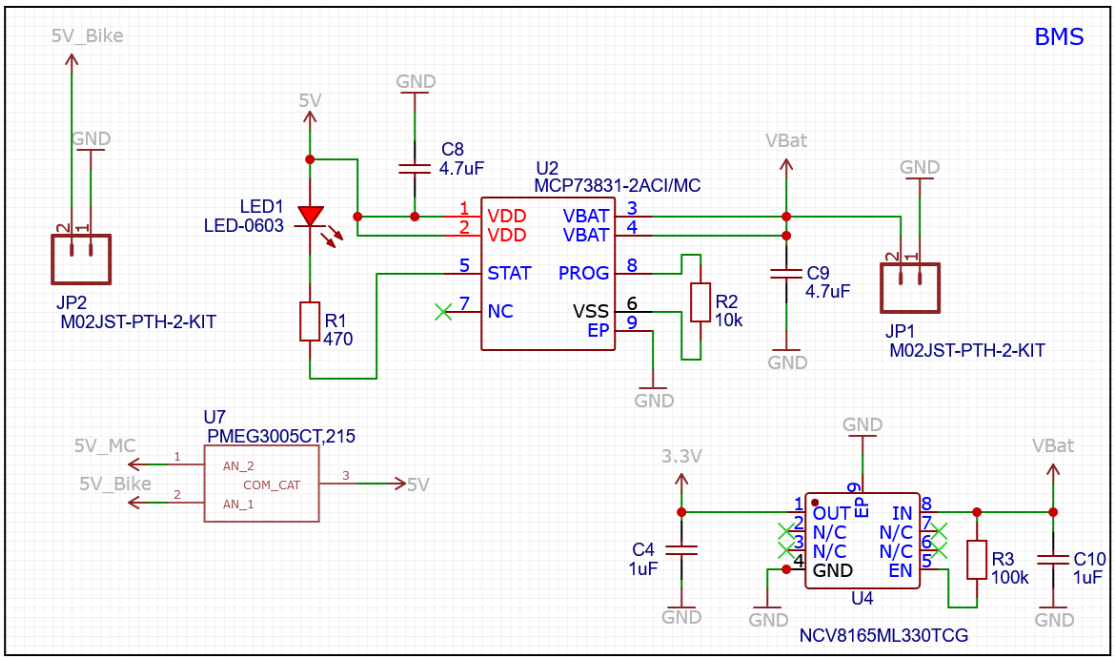


Abbildung 17: Beschaltung BMS und LDO

3.1.5 Beschleunigungssensor

Damit der Mikrokontroller nur aktiv sein muss, wenn das E-Bike in Bewegung ist, wurde noch ein Beschleunigungssensor verwendet. Es wurde der MC3419 [12] von MEMSIC gewählt, da er gerade verfügbar und günstig war. Das Datenblatt dazu befindet sich im Anhang.

Der Sensor wird über die I2C-Schnittstelle mit dem Mikrokontroller verbunden. Die zu verwendende Beschaltung ist in Abbildung 18 zu sehen.

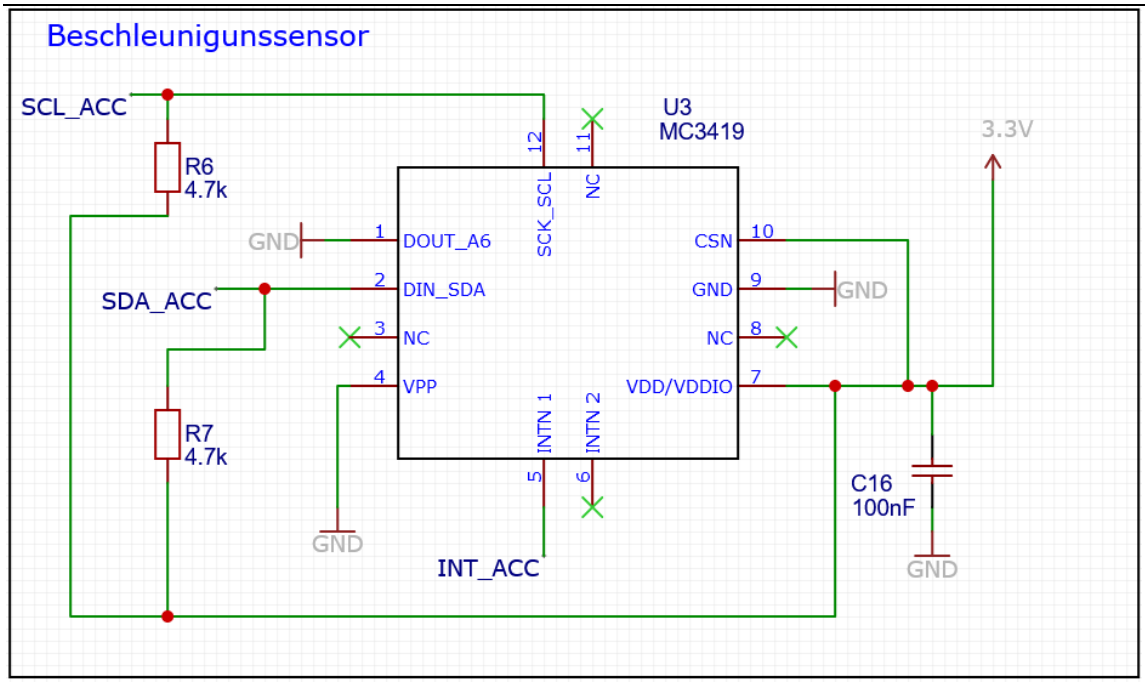


Abbildung 18: Beschaltung MC3419

3.1.6 Batterie

Die Spannungsversorgung kommt grundsätzlich vom E-Bike Akku. Jedoch sollte der GPS-Tracker auch mindestens 24 Stunden ohne diese Speisung auskommen und braucht deshalb eine eigene Batterie für eine Unterbruchsfreie Spannungsversorgung.

Aus den Datenblätter wurde der Stromverbrauch von Mikrokontroller, GPS Modul, LoRa Modul und Beschleunigungssensor in folgender Tabelle aufgelistet:

	Betrieb	Standby
Mikrokontroller	40mA	8uA
GPS Modul	3mA	7uA
LoRa Modul	10mA	0.2uA
Beschl. Sensor	0.1mA	4uA
Total	53.1mA	19.2uA

Tabelle 4: Stromverbrauch

Das Gerät wird die meiste Zeit im Standby Modus sein, da sich das E-Bike nicht den ganzen Tag bewegt. Im vollen Betrieb ist das Gerät nur einmal pro Minute für etwa 10 Sekunden aktiv. Es wird daher von einem Dauerstromverbrauch von etwa 10mA ausgegangen. In den Anforderungen (Tabelle 1) wurde festgehalten, dass das Gerät für 24 Stunden autonom laufen soll. Daher reicht ein Akku von >240mAh.

Es wurde ein Modellbau-Akku [13] von Hubsan ausgewählt. Die ist ein Lithium-Polymer Akku mit einer Spannung von 3.7V und einer Kapazität von 380mAh. Der Akku ist sehr klein und wir so unter das PCB passen.



Abbildung 19: Hubsan Modellbau-Akku [13]

3.2 PCB Design

Mit allen Bauteilen bestimmt, wurde das PCB Design gemacht. In Abbildung 20 ist das vollständige schematische Design. Die meisten Bauteile wurden in einer Onlinebibliothek gefunden. Der Pinheader für den ESP32 wurde selbst gezeichnet. Die komplette Materialliste dazu befindet sich im Anhang.

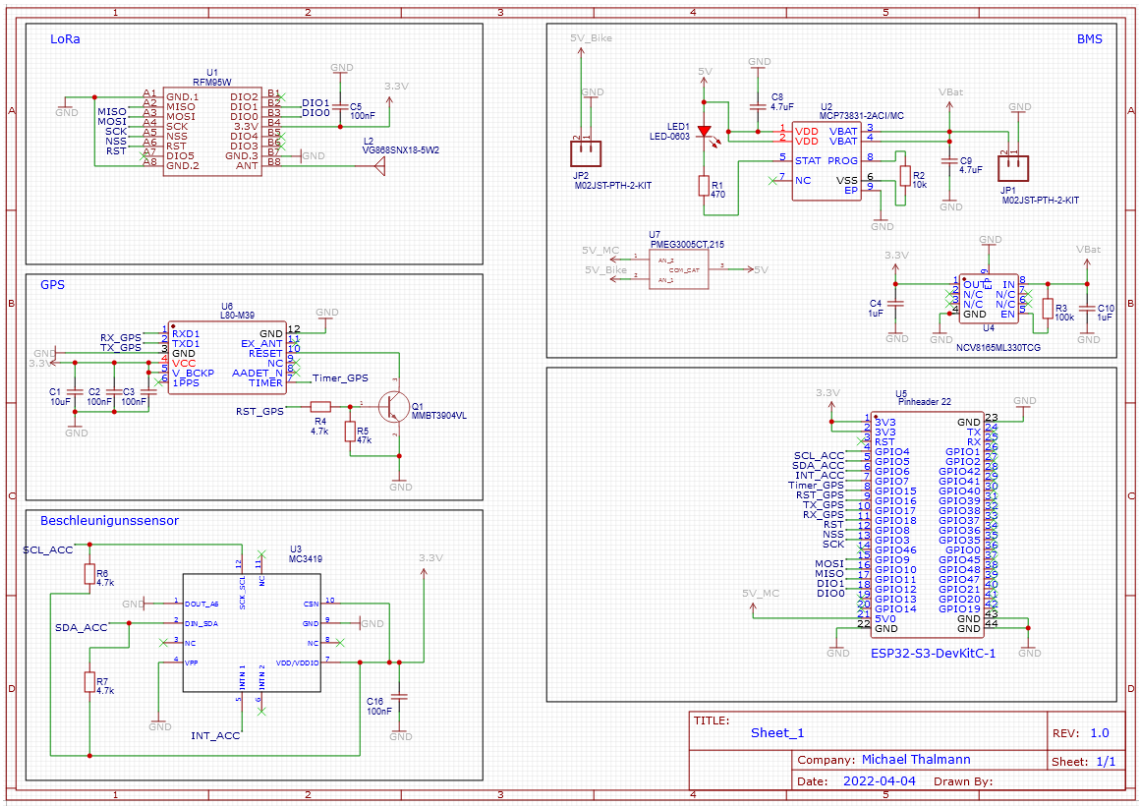


Abbildung 20: PCB Schematisch

In Abbildung 21 ist das PCB Design mit den Leiterbahnen sichtbar. Die Gerberfiles wurden durch die Schule an PCBWay [14] geschickt und hergestellt.

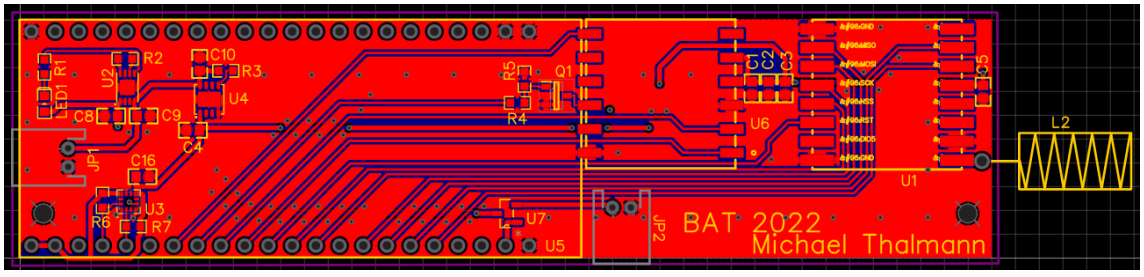


Abbildung 21: PCB Design

Das zusammengebaute PCB ist in Abbildung 22 zu sehen. Batteriemanagementsystem und Beschleunigungssensor sind unter dem Mikrokontroller.

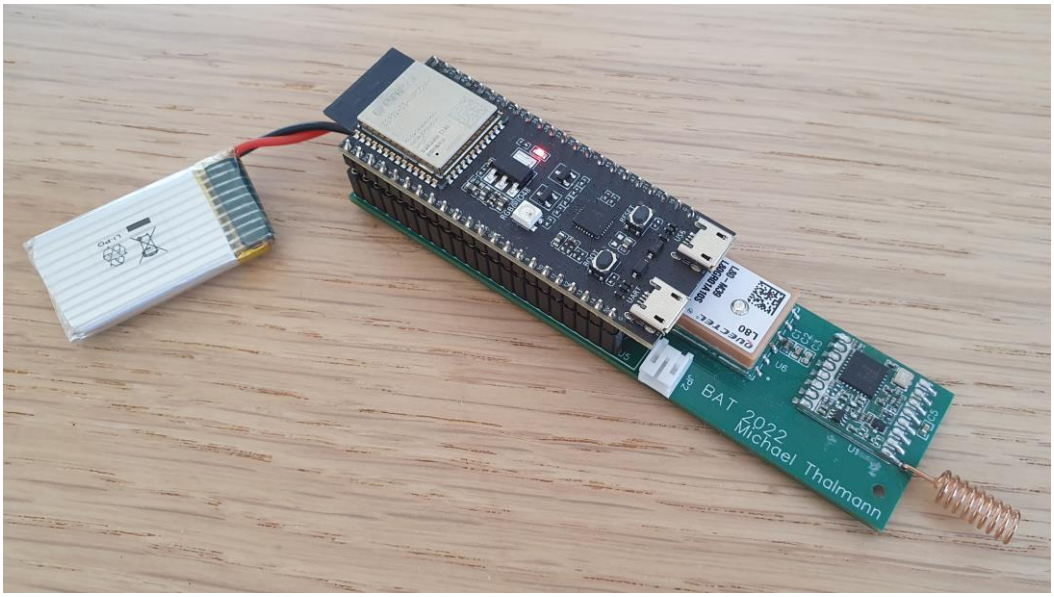


Abbildung 22: PCB gelötet

3.3 The Things Network

The Things Network [15] ist ein globales kollaboratives Internet-of-Things-Ökosystem, das Netzwerke, Geräte und Lösungen mit LoRaWAN erstellt. The Things Network betreibt The Things Stack Community Edition, ein Crowdsourcing-basiertes, offenes und dezentralisiertes LoRaWAN-Netzwerk.

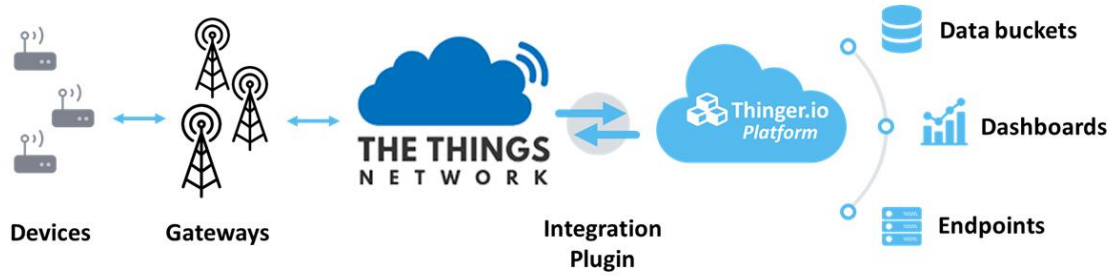


Abbildung 23: The Things Network

In der ganzen Schweiz gibt es 22 Communities die sich für die Netzabdeckung organisieren. In dem Luzern und Umgebung gibt es 15 Gateways welche Luzern, Horw, Emmenbrücke, Ebikon und teilweise Kriens abdecken.

The Things Network betreibt eine Fair-Use-Policy die besagt, dass man pro Gerät, mit dem man Daten sendet, maximal 30 Sekunden Sendezeit pro Tag beanspruchen soll. Bei Empfang sind es maximal 10 Sekunden [15].

Für dieses Projekt werden GPS-Daten gesendet. Mit einer 14-stelligen Zahl (7 Stellen für Längengrad, 7 für Breitengrad) hat man eine Genauigkeit von 0.3m was für dieses Projekt ausreichend ist. Die Koordinaten der HSLU T+A sind dann z.B. 47.01448, 08.30622.

Auf der Webseite von The Things Network gibt es einen Airtime-Rechner [16] welcher angibt, wie lange es dauert, um eine bestimmte Nachricht zu senden.

Wenn wir die Koordinaten der HSLU T+A in Hexadezimal umwandeln erhalten wir
2A C2 69 6D E0 9E was genau 6 Bytes an Daten entspricht.

Mit den 6 Bytes kann nun die Airtime berechnet werden (Abbildung 24).

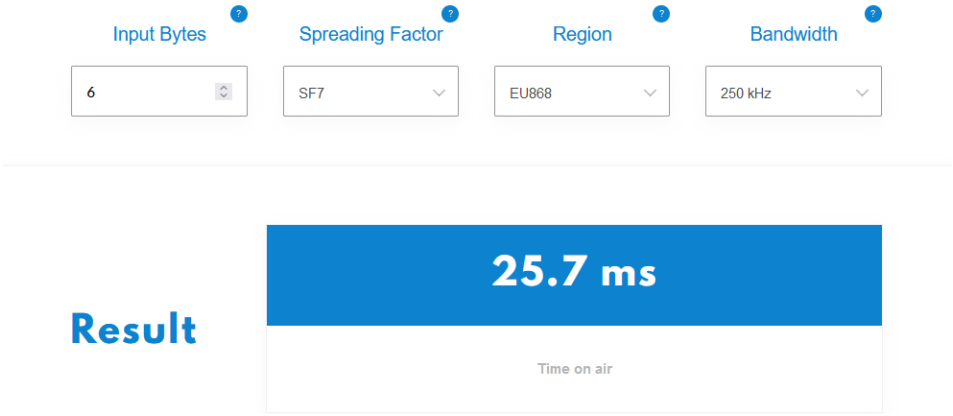


Abbildung 24: LoRaWan airtime Rechner [16]

Wenn eine Nachricht zu versenden 25.7ms dauert und man maximal 30 Sekunden Sendezeit hat, dann kann man 1167 Nachrichten pro Tag versenden oder etwa 48 Nachrichten pro Stunde.

Um Daten zu empfangen, muss man sich bei The Things Stack [17] registrieren. Dort erhält man die Daten in der Konsole als Hexadezimalzahlen (Abbildung 25) und kann dieses Entschlüsseln. Es werden auch verschiedene API's (Application Programming Interface) angeboten um den Datenverkehr zu automatisieren.

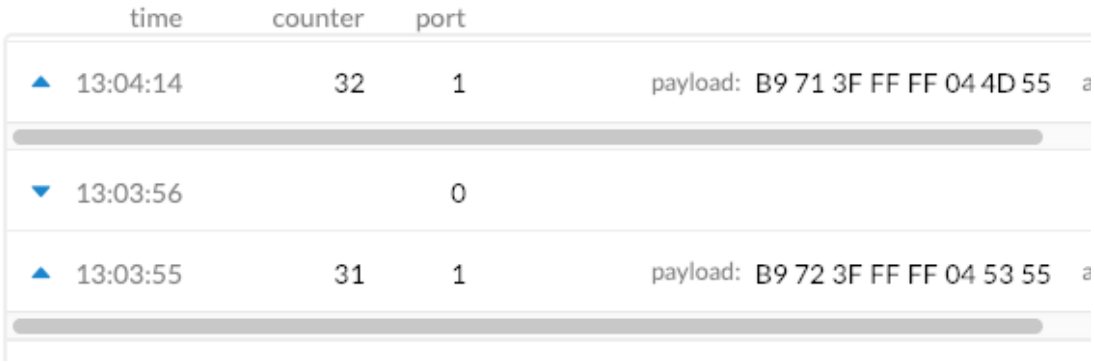


Abbildung 25: Daten empfangen im The Things Stack [17]

4 Finales Design

Es wurde noch ein Design ohne Entwicklungsboard gemacht, welches stattdessen nur den Mikrokontroller und eine Programmierschnittstelle hat. Dies damit es in das Gehäuse des Rücklichtes (Abbildung 8) passt. Die komplette Materialliste dazu befindet sich im Anhang.

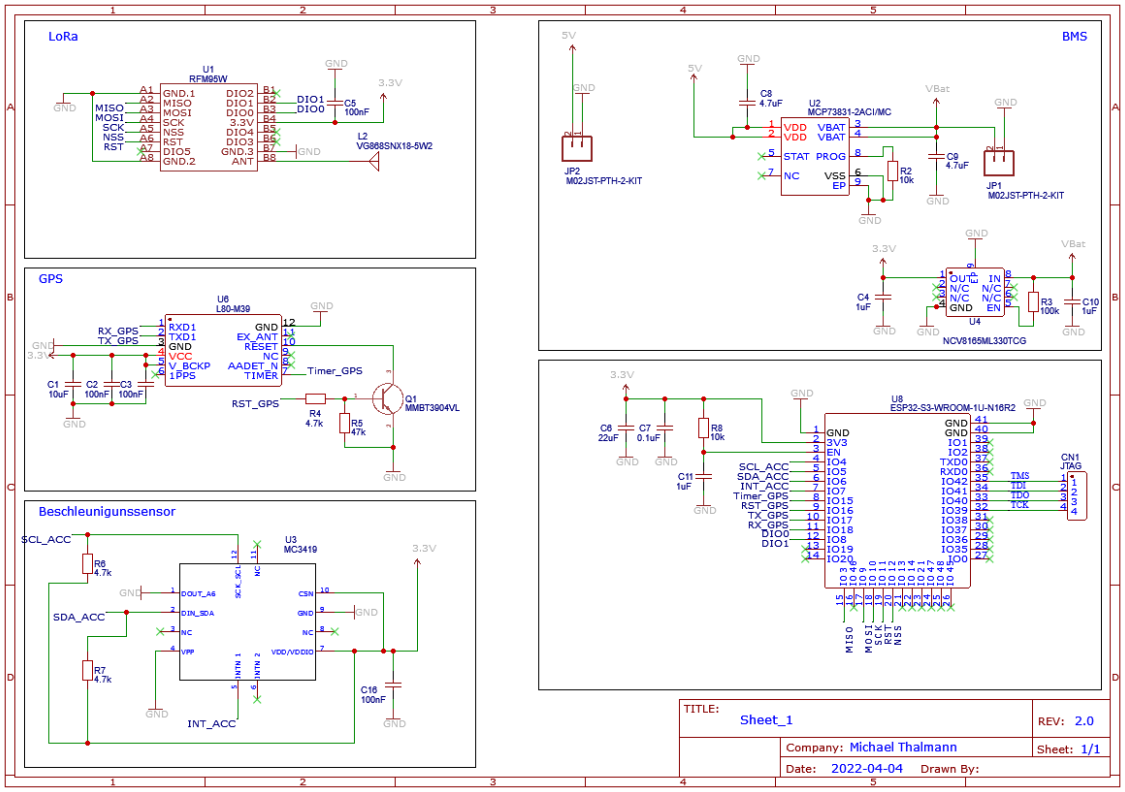


Abbildung 26: PCB Schematisch Version 2

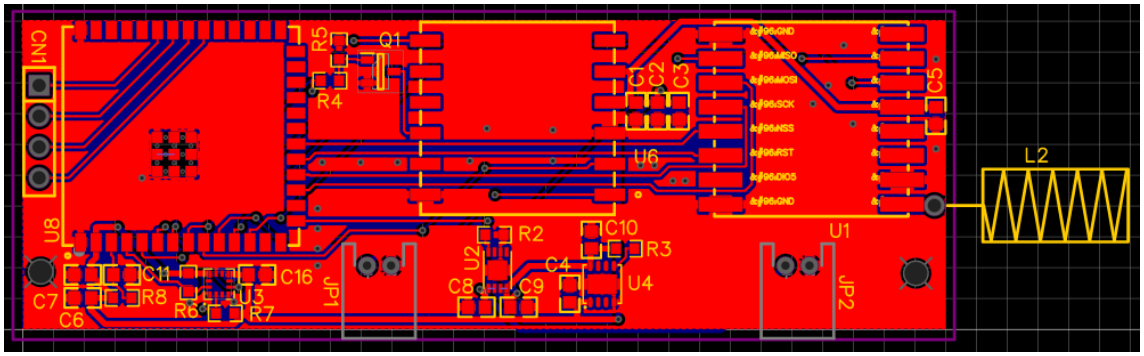


Abbildung 27: PCB Design Version 2

6 Schlusswort und Ausblick

Zum Zeitpunkt der Abgabe konnte der Versuchsaufbau noch nicht vollständig getestet werden, da die Verbindungen auf GPS- und LoRa-Modul nicht funktionierten. Ich hoffe jedoch, dass dieses Problem bis zur Abschlusspräsentation gelöst ist und eine Vorführung gemacht werden kann. Wenn dies nicht funktioniert, können diverse Anforderungen nicht erfüllt werden was sehr schade wäre.

Die Materialauswahl und PCB Design war ein aufwändig, da nach dem Bestellen von verfügbaren Teilen, diese dann doch nicht mehr verfügbar waren und es musste auf Alternativen gewechselt werden und das PCB Design wieder angepasst werden.

Das PCB zusammenzulöten und dann das erste Mal an einer Spannungsquelle anzuschliessen, ohne dass es gefunkt hat, war sehr spannend für mich.

In einem nächsten Schritt könnte das Gerät noch erweitert werden mit einem smarten Schloss. Der Mikrokontroller hat Bluetooth und Wi-Fi integriert und so könnte man über eine App sich verbinden und das Schloss öffnen.
Auch weitere Daten vom E-Bike selbst könnten ausgelesen und gesendet werden wie z.B. Batteriestand.

.

7 Literaturverzeichnis

[1] Digitec, «Tracker,» [Online]. Available: https://www.digitec.ch/de/s1/producttype/tracker-3505. [Zugriff am März 2022].

[2] Mouser, «ATMEGA329PB-AN,» Microchip Technology, [Online]. Available: https://www.mouser.ch/ProductDetail/Microchip-Technology-Atmel/ATMEGA328PB-AN?qs=jy4bLUHv09gDoS2J01KCIw%3D%3D. [Zugriff am März 2022].

[3] Mouser, «ATSAMD21G18A-MUT,» Microchip Technology, [Online]. Available: https://www.mouser.ch/ProductDetail/Microchip-Technology/ATSAMD21G18A-MUT?qs=KLFHFgXTQiDo7jS6LIAbqg%3D%3D. [Zugriff am März 2022].

[4] Mouser, «ESP32-S3-WROOM-1U-N4,» Espressif Systems, [Online]. Available: https://www.mouser.ch/ProductDetail/Espressif-Systems/ESP32-S3-WROOM-1U-N4?qs=Li%252BoUPsLEnuzjBt9s26Lmg%3D%3D. [Zugriff am März 2022].

[5] Mouser, «ESP32-S3-DevKitC-1-N8,» Espressif, [Online]. Available: https://www.mouser.com/ProductDetail/Espressif-Systems/ESP32-S3-DevKitC-1-N8?qs=sGAEpiMZZMuqBwn8WqcFUipNgoezRlc4bGSrPQu5tzyJnBQGtrSXSw%3D%3D. [Zugriff am April 2022].

[6] Espessif Systems, «ESP32-S3-DevKitC-1,» 2021. [Online]. Available: https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/latest/esp32s3/hw-reference/esp32s3/user-guide-devkitc-1.html. [Zugriff am März 2022].

[7] Mouser, «L80-M39,» Quectel, [Online]. Available: https://www.mouser.com/ProductDetail/Quectel/L80-M39?qs=GedFDFLaBXEPqYfo45AE6g%3D%3D. [Zugriff am April 2022].

[8] Mouser, «RFM95W-868S2,» RF Solutions, [Online]. Available: https://www.mouser.com/ProductDetail/RF-Solutions/RFM95W-868S2?qs=sGAEpiMZZMu3sxpa5v1qriuzrjO9DfPi5Wv3OoHC154%3D. [Zugriff am April 2022].

[9] Mouser, «MCP73831-2ACI/MC,» Microchip Technology, [Online]. Available: https://www.mouser.com/ProductDetail/Microchip-Technology/MCP73831-2ACI-MC?qs=hH%252BOa0VZEiBneYTVdpuVdg%3D%3D. [Zugriff am April 2022].

[10] Adafruit, [Online]. Available: https://learn.adafruit.com. [Zugriff am März 2022].

[11] Mouser, «NCV8165ML330TCG,» onsemi, [Online]. Available: https://www.mouser.com/ProductDetail/onsemi/NCV8165ML330TCG?qs=%252BEew9%252B0nqrDiCHTKhdgs5w%3D%3D. [Zugriff am April 2022].

[12] Mouser, «MC3419,» MEMSIC, [Online]. Available: https://www.mouser.com/ProductDetail/MEMSIC/MC3419?qs=OlC7AqGiEDn8kT%252B18r9wSA%3D%3D. [Zugriff am April 2022].

[13] conrad, «Hubsan Modellbau-Akkupack,» Husban, [Online]. Available: https://www.conrad.ch/de/p/hubsan-modellbau-akkupack-lipo-3-7-v-380-mah-zellen-zahl-1-softcase-flachstecker-1008370.html#productDownloads. [Zugriff am April 2022].

[14] PCBWay, «PCBWay,» [Online]. Available: https://www.pcbway.com/. [Zugriff am April 2022].

[15] The Things Network, [Online]. Available: https://www.thethingsnetwork.org/. [Zugriff am Mai 2022].

[16] The Things Network, «LoRaWan airtime calculator,» [Online]. Available: https://www.thethingsnetwork.org/airtime-calculator. [Zugriff am April 2022].

[17] The Things Network, «The Things Stack,» [Online]. Available: https://eu1.cloud.thethings.network/console/. [Zugriff am Mai 2022].

[18] Mouser, [Online]. Available: https://www.mouser.ch/. [Zugriff am April 2022].

[19] Espressif, [Online]. Available: https://www.espressif.com. [Zugriff am März 2022].

[20] Arduino, [Online]. Available: https://store.arduino.cc. [Zugriff am März 2022].

8 Anhang

8.1 Aufgabenstellung

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Projektskizze **Studiengang Elektrotechnik und Informationstechnologie**

Titel (aussagekräftig und kurz!)	**71. GPS Diebstahlschutz System für E-Bike**
Dozent (falls bekannt)	Markus Thalmann
Industriepartner (falls bekannt) Firma	Intern
Stichworte	Diebstahlschutz, GPS, Programmieren, Visualisierung,
Fachliche Themenbereiche (Alle Zutreffenden mit X ankreuzen)	X Nachrichtentechnik / Signal Processing X Technische Informatik (Embedded Systems) … Energie- und Antriebssysteme … Mechatronik / Automation / Robotik
Fachliche (Haupt-)Tätigkeiten (Alle Zutreffenden mit X ankreuzen)	… Hardware bauen analog X Hardware bauen digital X µController programmieren X PC Programmieren … Modellieren / Simulieren … Messen X Analyse, Recherche, Evaluation, Studie erstellen

Ausgangslage (nur 2-3 kurze Sätze! Idealerweise Kontext und Gesamtziel angeben)

Die HSLU T&A stellt den Mitarbeitenden und Studierenden eine E-Bike Flotte zum Ausleih zur Verfügung. In der Vergangenheit ist es zu Diebstählen von E-Bikes gekommen. Um die E-Bikes im Falle eines Diebstahls überwachen zu können, geht es in diesem Projekt darum, ein Diebstahlschutz System zu entwickeln. Anhand von einem µController und GPS Modul soll die Position des E-Bikes an ein Tool schickt, welches die Position des E-Bikes visualisiert.

Interdisziplinäre Arbeit mit Studiengang …… **und Betreuer** ……
(nur wenn für das selbe Projekt mit einer Studienarbeit von einem anderen Studiengang zusammengearbeitet wird)

Aufgabe (Beschreiben was zu tun ist und was abgeliefert werden soll! Bitte kurze und präzise Sätze verwenden)

1) Programmieren von GPS On-Board System welches die Position an ein Visualisierungstool schickt. Das On-Board System sollte einerseits vom Akku des E-Bikes gespiesen werden, jedoch auch über eine Batterie verfügen, welche bei Entfernung des Akkus eine Autonomie von Minimum 24h garantiert. Zusätzlich sollte die Kommunikation via ein GSM Modul die Daten versenden.
2) In einer zweiten Aufgabe sollte ein Auswertungs- und Visualisierungstool entwickelt werden, welches es erlaubt, die Position des E-Bikes live abzurufen. Dies könnte entweder ein Webportal oder ein Smart Phone App sein.

Besonderes

Die beiden Aufgaben können auch in zwei verschiedenen Projekten realisiert werden (evtl. Aufgabe 2 in Zusammenarbeit mit einem Informatik Student).

Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur

Michael Thalmann

8.2 Risikoanalyse

Auftretenswahrscheinlichkeit P:

3 Sehr wahrscheinlich, wird fast sicher passieren

2 Wahrscheinlich, kann passieren

1 Unwahrscheinlich, unvorstellbar

Auswirkung A:

3 Gravierend, Projekt wird lange verzögert oder muss abgesagt werden

2 Kritisch, Projekt wird mehrere Wochen verzögert

1 Unkritisch: Projekt wird nicht stark verzögert

	Risiko	P	A	Prävention	Mitigation
R1	Datenverluste	1	3	Alle Daten zu dieser Arbeit werden auf einem OneDrive Laufwerk gespeichert und auf mehreren Geräten synchronisiert.	
R2	Wenig Erfahrung mit Kabelloser Datenübertragung	2	2	Genug Zeit einplanen für Design und Programmierung.	Anfrage bei Kollegen und Experten an der HSLU.
R3	Spezielle Bauteile nicht mehr verfügbar	2	1	Material früh genug bestellen.	Alternativen suchen.
R4	Schwierigkeiten beim Programmieren	3	2	Vorgängig üben	Anfragen bei Kollegen und Experten bei der HSLU

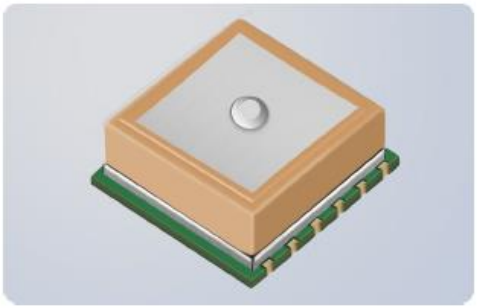
8.3 Quectel L80 GPS Module

QUECTEL®

Build a Smarter World

Quectel L80-R

Compact GPS Module Integrated with Patch Antenna



L80-R is an ultra compact GPS POT (Patch on Top) module with an embedded 15.0mm × 15.0mm × 4.0mm patch antenna. This space-saving design makes L80-R the perfect module for the miniature devices. Adopted by LCC package and integrated with patch antenna, L80-R has exceptional performance both in acquisition and tracking.

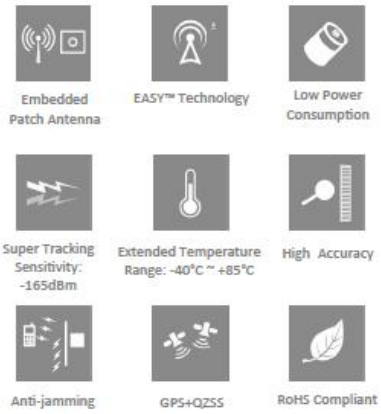
Combining advanced AGPS called EASY™ (Embedded Assist System) technology, L80-R achieves the highest performance and fully meets the industrial standard. EASY™ technology ensures L80-R can calculate and predict orbits automatically using the ephemeris data (up to 3 days) stored in internal RAM memory, so L80-R can fix position quickly even at indoor signal levels with low power consumption.

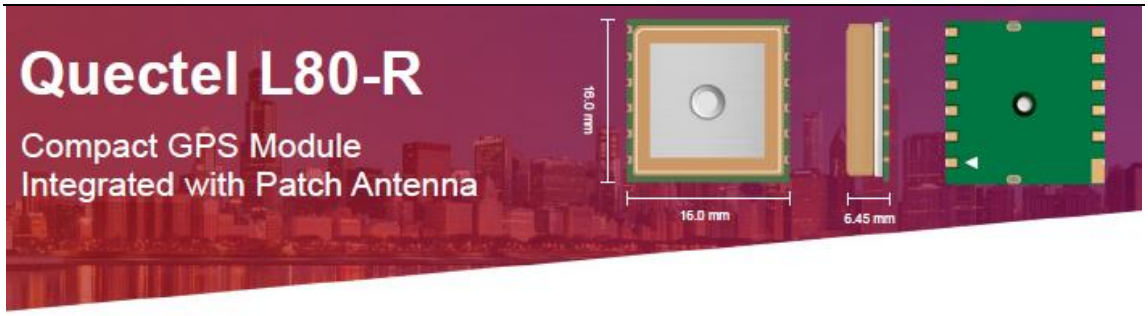
With its compact design, high precision and sensitivity, L80-R is perfectly suitable for a broad range of M2M applications such as portable device, automotive, personal tracking, security and industrial PDA, especially suitable for special applications, like GPS mouse and OBD.

Quectel Confidential

Key Benefits

- Embedded patch antenna: 15.0mm × 15.0mm × 4.0mm
- Extremely compact size: 16.0mm × 16.0mm × 6.45mm
- Cost efficient for ROM-based version
- Built-in LNA for better sensitivity
- EASY™, an advanced AGPS technology without external memory
- Ultra low power consumption in tracking mode, 20mA
- High sensitivity: -165dBm @Tracking, -148dBm @Acquisition
- 66 acquisition channels, 22 tracking channels
- Support QZSS
- Balloon mode, for high altitude up to 80km
- PPS VS. NMEA can be used for time service
- Anti-Jamming, Multi-tone Active Interference Canceller





GPS Features

L1 Band Receiver (1575.42MHz):

Channel: 22 (Tracking)/ 66 (Acquisition)

C/A Code

Horizontal Position Accuracy:

Autonomous: <2.5m CEP

Velocity Accuracy:

Without Aid: <0.1m/s

Acceleration Accuracy:

Without Aid: <0.1m/s²

Timing Accuracy:

1PPS Out: 10ns

Reacquisition Time: <1s

TTFF @-130dBm with EASY™:

Cold Start: <15s

Warm Start: <5s

Hot Start: <1s

TTFF @-130dBm without EASY™:

Cold Start: <35s

Warm Start: <30s

Hot Start: <1s

Sensitivity:

Acquisition: -148dBm

Tracking: -165dBm

Reacquisition: -160dBm

Dynamic Performance:

Maximum Altitude: Max. 18000m

Maximum Velocity: Max. 515m/s

Maximum Acceleration: 4G

Interfaces

Serial Interface:

UART: Adjustable 4800bps~115200bps

Default: 9600bps

Update Rate:

1Hz (Default), up to 5Hz

I/O Voltage:

2.7V~2.9V

Protocols:

NMEA 0183

PMTK

General Features

Temperature Range:

-40°C ~ +85°C

Dimensions:

16.0mm × 16.0mm × 6.45mm

Weight:

Approx. 6.0g

Power Management

Power Supply:

3.0V~4.3V

Power Acquisition:

25mA

Power Tracking:

20mA

Power Saving:

7uA @Backup Mode

1mA @Standby Mode

Quectel Confidential

Copyright © 2017 Quectel Wireless Solutions Co., Ltd. All Rights Reserved http://www.quectel.com
HQ address: 7th Floor, Hongye Building, No.1801 Hongmei Road, Xuhui District, Shanghai 200233, China
Tel: +86 21 51086236 Fax: +86 21 54453668 Email: info@quectel.com

8.4 RFM95W LoRA Module

HOPERF ELECTRONIC

RFM95/96/97/98（W）

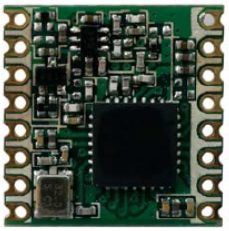
RFM95/96/97/98(W) - Low Power Long Range Transceiver Module V1.0

GENERAL DESCRIPTION

The RFM95/96/97/98(W) transceivers feature the LoRa™ long range modem that provides ultra-long range spread spectrum communication and high interference immunity whilst minimising current consumption.

Using Hope RF's patented LoRa™ modulation technique RFM95/96/97/98(W) can achieve a sensitivity of over -148dBm using a low cost crystal and bill of materials. The high sensitivity combined with the integrated +20 dBm power amplifier yields industry leading link budget making it optimal for any application requiring range or robustness. LoRa™ also provides significant advantages in both blocking and selectivity over conventional modulation techniques, solving the traditional design compromise between range, interference immunity and energy consumption.

These devices also support high performance (G)FSK modes for systems including WMBus, IEEE802.15.4g. The RFM95/96/97/98(W) deliver exceptional phase noise, selectivity, receiver linearity and IIP3 for significantly lower current consumption than competing devices.



RFM95/96/97/98(W)

KEY PRODUCT FEATURES

- LoRa™ Modem.
- 168 dB maximum link budget.
- +20 dBm - 100 mW constant RF output vs. V supply.
- +14 dBm high efficiency PA.
- Programmable bit rate up to 300 kbps.
- High sensitivity: down to -148 dBm.
- Bullet-proof front end: IIP3 = -12.5 dBm.
- Excellent blocking immunity.
- Low RX current of 10.3 mA, 200 nA register retention.
- Fully integrated synthesizer with a resolution of 61 Hz.
- FSK, GFSK, MSK, GMSK, LoRa™ and OOK modulation.
- Built-in bit synchronizer for clock recovery.
- Preamble detection.
- 127 dB Dynamic Range RSSI.
- Automatic RF Sense and CAD with ultra-fast AFC.
- Packet engine up to 256 bytes with CRC.
- Built-in temperature sensor and low battery indicator.
- Modue Size：16*16mm

APPLICATIONS

- Automated Meter Reading.
- Home and Building Automation.
- Wireless Alarm and Security Systems.
- Industrial Monitoring and Control
- Long range Irrigation Systems

Tel: +86-755-82973805 Fax: +86-755-82973550 E-mail: sales@hoperf.com http://www.hoperf.com

8.5 MCP73831

MCP73831/2

Miniature Single-Cell, Fully Integrated Li-Ion, Li-Polymer Charge Management Controllers

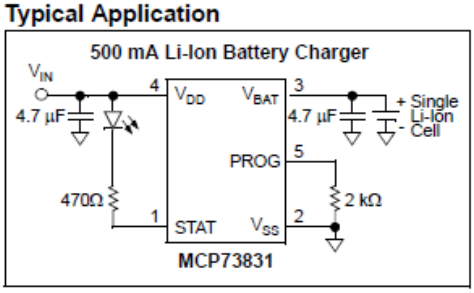
Features:

- Linear Charge Management Controller:
  - Integrated Pass Transistor
  - Integrated Current Sense
  - Reverse Discharge Protection
- High Accuracy Preset Voltage Regulation: ± 0.75%
- Four Voltage Regulation Options:
  - 4.20V, 4.35V, 4.40V, 4.50V
- Programmable Charge Current: 15 mA to 500 mA
- Selectable Preconditioning:
  - 10%, 20%, 40%, or Disable
- Selectable End-of-Charge Control:
  - 5%, 7.5%, 10%, or 20%
- Charge Status Output
  - Tri-State Output - MCP73831
  - Open-Drain Output - MCP73832
- Automatic Power-Down
- Thermal Regulation
- Temperature Range: -40°C to +85°C
- Packaging:
  - 8-Lead, 2 mm x 3 mm DFN
  - 5-Lead, SOT-23

Applications:

- Lithium-Ion/Lithium-Polymer Battery Chargers
- Personal Data Assistants
- Cellular Telephones
- Digital Cameras
- MP3 Players
- Bluetooth Headsets
- USB Chargers

Typical Application



Description:

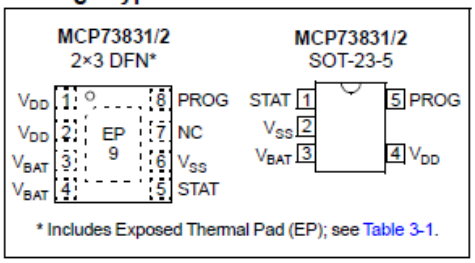
The MCP73831/2 devices are highly advanced linear charge management controllers for use in space-limited, cost-sensitive applications. The MCP73831/2 are available in an 8-Lead, 2 mm x 3 mm DFN package or a 5-Lead, SOT-23 package. Along with their small physical size, the low number of external components required make the MCP73831/2 ideally suited for portable applications. For applications charging from a USB port, the MCP73831/2 adhere to all the specifications governing the USB power bus.

The MCP73831/2 employ a constant-current/constant-voltage charge algorithm with selectable preconditioning and charge termination. The constant voltage regulation is fixed with four available options: 4.20V, 4.35V, 4.40V or 4.50V, to accommodate new, emerging battery charging requirements. The constant current value is set with one external resistor. The MCP73831/2 devices limit the charge current based on die temperature during high power or high ambient conditions. This thermal regulation optimizes the charge cycle time while maintaining device reliability.

Several options are available for the preconditioning threshold, preconditioning current value, charge termination value and automatic recharge threshold. The preconditioning value and charge termination value are set as a ratio or percentage of the programmed constant current value. Preconditioning can be disabled. Refer to Section 1.0 "Electrical Characteristics" for available options and the Product Identification System for standard options.

The MCP73831/2 devices are fully specified over the ambient temperature range of -40°C to +85°C.

Package Types



* Includes Exposed Thermal Pad (EP); see Table 3-1.

© 2005-2014 Microchip Technology Inc.

8.6 NCV8165

NCV8165

LDO Regulator for RF and Analog Circuits - Ultra-Low Noise and High PSRR

500 mA

The NCV8165 is a linear regulator capable of supplying 500 mA output current. Designed to meet the requirements of RF and analog circuits, the NCV8165 device provides low noise, high PSRR, low quiescent current, and very good load/line transients. The device is designed to work with a 1 µF input and a 1 µF output ceramic capacitor. It is available in DFNW8 3 mm x 3 mm package with wettable flanks.

Features

- Operating Input Voltage Range: 1.9 V to 5.5 V
- Available in Fixed Voltage Option: 1.8 V to 5.2 V
- ±2% Accuracy Over Load/Temperature
- Ultra Low Quiescent Current Typ. 12 µA
- Standby Current: Typ. 0.1 µA
- Very Low Dropout: 190 mV at 500 mA
- Ultra High PSRR: Typ. 85 dB at 20 mA, f = 1 kHz
- Ultra Low Noise: 8.5 μV_{RMS}
- Stable with a 1 µF Small Case Size Ceramic Capacitors
- Available in –DFNW8 0.65P, 3 mm x 3 mm x 0.9 mm Package
- NCV Prefix for Automotive and Other Applications Requiring Unique Site and Control Change Requirements; AEC–Q100 Qualified and PPAP Capable
- These Devices are Pb–Free, Halogen Free/BFR Free and are RoHS Compliant

Typical Applications

- Battery–powered Equipment
- Wireless LAN Devices
- Smartphones, Tablets
- Cameras, DVRs, STB and Camcorders

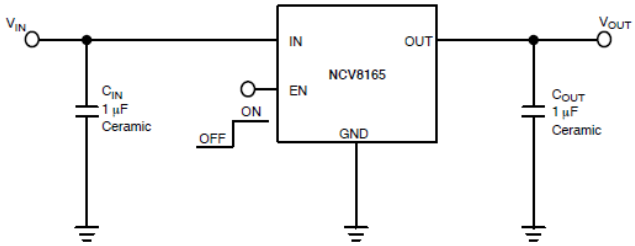


Figure 1. Typical Application Schematics

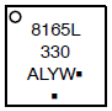
ON Semiconductor®

www.onsemi.com

MARKING DIAGRAM



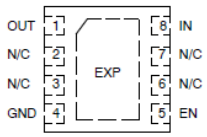
DFNW8, 3x3
CASE 507AD



A	= Assembly Location
L	= Wafer Lot
Y	= Year
W	= Work Week
▪	= Pb–Free Package

(Note: Microdot may be in either location)

PIN CONNECTIONS



DFNW8 3x3 mm
(Top View)

ORDERING INFORMATION

See detailed ordering and shipping information on page 9 of this data sheet.

8.7 MC3419

MC3419 3-Axis Accelerometer

GENERAL DESCRIPTION

The MC3419 is a small form factor, integrated digital output 3-axis accelerometer with a feature set optimized for cell phones and consumer product motion sensing. Applications include user interface control, gaming motion input, electronic compass tilt compensation for cell phones, game controllers, remote controls and portable media products.

The MC3419 features a dedicated motion block which implements algorithms to support “any motion” and shake detection, tilt/flip and tilt 35 position detection.

Low power consumption and small size are inherent in the monolithic fabrication approach, where the MEMS accelerometer is integrated in a single-chip with the electronics integrated circuit.

In the MC3419 the internal sample rate can be set from 0.5 to 1000 samples / second. The device supports the reading of sample and event status via polling or interrupts.

FEATURES

Range, Sampling & Power

- ±2, ±4, ±8, ±12, ±16g range
- 16-bit single sample resolution
- 16-bit resolution with FIFO
- 0.5 to 1000 Hz Output Data Rate
- 4 µA typical Standby current
- Low typical active current

Simple System Integration

- SPI up to 10 MHz
- I2C interface, up to 1 MHz
- 2×2×0.92 mm 12-pin LGA package
- High reliability thru single-chip 3D silicon MEMS technology
- RoHS compliant

Applications

- Smartphone
- Wearable
- IoT & IoMT
- Remote controls, gaming
- Vibration in Cell phone
- VR & game controllers

MEMSIC

Information furnished by MEMSIC is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by MEMSIC for its use, or for any infringements of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of MEMSIC.

© MEMSIC Semiconductor (Tianjin) Co., Ltd.

Room 4-501, Financial Center, No. 158, West Third Road, Tianjin Airport Economic Zone, Tianjin, China, 300308

Tel: +86 022-59896226

www.memsic.com

8.8 Batterie

Hubsan Modellbau-Akkupack (LiPo) 3.7 V 380 mAh Zellen-Zahl: 1 Softcase Flachstecker

★★★★☆ (9) Bestell-Nr.: 1008370 - 62 Hst.-Teile-Nr.: H107-a24 EAN: 4016138860122





HUBSAN

Datenblatt Downloads

Merken Vergleichen

Technische Daten | Dokumente & Downloads | Beschreibung | Ausführung | Lieferumfang | Wird oft zusammen gekauft | Bewertung

Flugakku X4 FPV

Technische Daten

Artikel mit gleichen Werten anzeigen

Technologie	LiPo
Zellen-Zahl	1
Spannung	3.7 V
Kapazität	380 mAh
Abm.	(L x B x H) 38 x 21 x 7 mm
Stecksystem	Flachstecker
Balancer-Stecksystem	- (nicht relevant)
Bauform	Softcase
Inhalt	1 St.
Höhe	7 mm
Länge	38 mm
Breite	21 mm
Passend für	Hubsan X4 FPV
Herst.-Teilenr.	H107-a24
Produkt-Art	Modellbau-Akkupack (LiPo)

8.9 BOM Version 1

ID	Name	Footprint	Quantity
1	10uF	603	1
2	100nF	603	4
3	1uF	603	2
4	4.7uF	603	2
5	M02JST-PTH-2-KIT	JST-2-PTH-KIT	2
6	VG868SNX18-5W2	ANT-TH_VG868SNX18-5W2	1
7	LED-0603	LED0603_RED	1
8	MMBT3904VL	SOT95P230X110-3N	1
9	470	R0603	1
10	10k	R0603	1
11	100k	R0603	1
12	4.7k	R0603	3
13	47k	R0603	1
14	RFM95W	WIRELESS-LORA-RFM95WSMD	1
15	MCP73831-2ACI/MC	TDFN-8_L3.0-W2.0-P0.50-BL-EP1.6	1
16	MC3419	VFLGA-12	1
17	NCV8165ML330TCG	TDFN-8_L3.0-W3.0-P0.65-BL-EP	1
18	Pinheader 22	44_PIN_HEADER	1
19	L80-M39	GSM-SMD_L80-M39	1
20	PMEG3005CT,215	SOT95P230X110-3N	1

8.10 BOM Version 2

ID	Name	Footprint	Quantity
1	10uF	603	1
2	100nF	603	4
3	1uF	603	3
4	22uF	603	1
5	0.1uF	603	1
6	4.7uF	603	2
7	JTAG	HDR-TH_4P-P2.54-V-F	1
8	M02JST-PTH-2-KIT	JST-2-PTH-KIT	2
9	VG868SNX18-5W2	ANT-TH_VG868SNX18-5W2	1
10	MMBT3904VL	SOT95P230X110-3N	1
11	10k	R0603	2
12	100k	R0603	1
13	4.7k	R0603	3
14	47k	R0603	1
15	RFM95W	WIRELESS-LORA-RFM95WSMD	1
16	MCP73831-2ACI/MC	TDFN-8_L3.0-W2.0-P0.50-BL-EP1.6	1
17	MC3419	VFLGA-12	1
18	NCV8165ML330TCG	TDFN-8_L3.0-W3.0-P0.65-BL-EP	1
19	L80-M39	GSM-SMD_L80-M39	1
20	ESP32-S3-WROOM-1U-N16R2	WIRELM-SMD_ESP32-S3-WROOM-1U	1