

Velotracker

Projektunterricht 2021, G3b

Aaron Kuhn, Francois Kieninger, Piotr Dzianach, Tom
Ritter



Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung.....	3
2 Recherche.....	3
2.1 Profilierung von Fahrraddiebe in den Niederlanden.....	4
2.2 GPS Tracker für das Fahrrad.....	5
2.2.1 Funktionsweise kurz und knapp.....	5
2.2.2 Vergleich von verschiedenen GPS-Tracker.....	6
2.2.2.1 Wichtige Kriterien.....	7
3 Das gesamt System.....	8
3.1 Tracker.....	8
3.1.1 Mikrocontroller - ESP32.....	8
3.1.2 Position - NEO-6M.....	9
3.1.3 Datenübertragung - SIM800l.....	10
3.1.4 Stromversorgung.....	10
3.1.5 Einbauen des Trackers.....	11
3.1.5.1 Hülle.....	11
3.1.5.2 Verstecken des Trackers.....	12
3.1.6 Fahrräder.....	12
3.2 Server.....	12
3.3 Website.....	13
3.4 Verbesserungen und Erweiterungen.....	13
3.5 Versuche.....	14
3.5.1 Spaziergang.....	14
3.5.2 Schulweg.....	14
3.6 Fazit.....	14
3.6.1 Resultat.....	14
3.6.2 Schwierigkeiten.....	14
3.6.3 Danksagung.....	14
3.7 Literaturverzeichnis.....	15
3.8 Abbildungsverzeichniss.....	15
3.9 Anhang.....	16
3.9.1 Schaltbild Tracker.....	16

1 Einleitung

Das Ziel des Projektes war das Bauen und Entwickeln eines Velo-Trackingsystems. Ein Velo-Trackingsystems erlaubt das Wiederauffinden eines verlorenen oder gestohlenen Fahrrads. Das Produkt richtet sich an alle Velofahrer, die ihr Fahrrad schützen möchten. Da es heutzutage viele teure Velos und E-Bikes gibt, erhöht sich auch die Notwendigkeit einer grösseren Sicherheit.

Das Trackingsystem wurde mit elektronischen Komponenten wie ein GPS- und GSM-Modul zusammengebaut. So kann das System den Standort ermitteln, und diesen dann auch dem Computer zusenden. Um dies zu ermöglichen haben wir einen Mikrocontroller programmiert, der die Daten der Sensoren ausliest und diese per 2G an einen Server sendet. Der fertiggestellte Tracker wurde dann möglichst unauffällig am Fahrrad montiert.

Zu dem Trackingsystem haben wir auch eine Recherche mit verschiedenen Hintergrundinformationen erstellt. Die Erkenntnisse, die in der Recherche enthalten sind, beeinflussten das Design des Trackingsystems selbst sowie auch der Datenerfassung.

Es wurde ein funktionsfähiger Prototyp gebaut, der es erlaubte die verschiedensten Hard- und Softwareherausforderungen zu lösen oder zumindest registrieren. Die erhaltenen Positionsdaten können auf einer Webseite visualisiert werden.

2 Recherche

Der Fahrraddiebstahl ist sehr ärgerlich. Fast die Hälfte der Teilnehmenden der Velostände-Umfrage von Pro Velo war in den letzten Jahren von Velodiebstahl oder Vandalismus betroffen. In der Schweiz allein werden jährlich rund 35'000 Velodiebstähle bei der Polizei gemeldet. Aber Experten vermuten, dass es effektiv doppelt so viele sind. Und die Rückverfolgquote liegt nur bei circa 5 %. Zusätzlich, ein Grossteil der «wiedergefundenen» Velos lässt sich nicht mehr seinem Besitzer zuordnen. Zur Vorbeugung von Diebstahl und zur Erleichterung der Rückführung gestohlener Velos empfiehlt Pro Velo:

- Velos wann immer möglich in einem abschliessbaren oder überwachten Raum einstellen (Keller, Garage, Abstellraum, Velostation usw.).
- Velos nicht nur abschliessen, sondern auch anschliessen.
- Rahmennummer, Marke und Farbe des Velos notieren.
- Velos können (z.T. gegen Gebühr) bei privaten Registern eingetragen werden (vgl. Links).

- Einen eventuellen Diebstahl bei der Polizei anzeigen und der persönlichen Diebstahlversicherung melden.

Normalerweise sind aber Fahrräder in der Hausratversicherung versichert. Aber unter gewissen Umständen kann es dazu kommen, dass die Versicherung bei einem Fahrraddiebstahl nicht zahlen will. Vorsichtig sollten daher Leute mit (schnellen) E-Bikes sein, weil sie unter Motorfahrzeuge eingestuft werden können und dann nicht von der Versicherung übernommen werden.¹

Mit der Corona Pandemie hat der Fahrradverkauf deutlich zugenommen. Auch stieg der Nettowert des Fahrzeuges. In den Niederlanden stieg der Nettopreis aller verkauften Fahrräder auf 1,25 Milliarden Euro (im Vergleich: 2007 waren es 845 Millionen). Dadurch steigt auch das Problem der Fahrraddiebstähle. Nach der Recherche von Matthias Van Wijnendaele gibt es durchschnittlich mehr als 3 Millionen Fahrraddiebstähle jedes Jahr in den Niederlanden.

In Europa gibt es keine direkte Regelung für die Registration von Fahrrädern. Und wenn es keine Regelung dafür gibt, ist es unmöglich ein gefundenes Fahrrad wieder an den Besitzer zu bringen. Matthias Van Wijnendaele ist der Meinung, dass wir Trackers nicht brauchen, weil sie öfters nicht funktionieren. Der einzige Weg in seinen Augen ist das wir ein resistentes System bauen, damit die Straftäter zur Verantwortung gezogen werden können.²

Fahrraddiebstähle sind eines der weitverbreitetsten Delikte in den Niederlanden. Es passiert so oft, sowohl auf Privatgrundstücken als auch in der Öffentlichkeit, das man meinen könnte, es wäre in der Gesellschaft akzeptiert worden. Das folgende Zitat ist ein gutes Beispiel wie es einen Menschen im Alltag betrifft. «*Ich nehme automatisch an, dass mein Fahrrad nach ein paar Monaten gestohlen wird*», sagt Rosanna B. niedergeschlagen. Sie ist gerade daran ihr Psychologiestudium zu beginnen. Sie hat ihr Fahrrad von einem Lehrer in der Oberstufe bekommen. Freunde von ihr, die schon eine längere Zeit in Utrecht leben, haben sie schon davor gewarnt, dass der Besitz eines Fahrrades hier nur ein temporärer Spass sei, und wenn man es verliert, kann man immer ein anderes klauen oder von einem Junkie für praktisch Nichts kaufen.

Alle wissen, dass sie gestohlene Fahrräder kaufen, machen es aber trotzdem.

2.1 Profilierung von Fahrraddiebe in den Niederlanden

1. Zufälliger Dieb = klaut in seinem Leben nur ein paar mal.
2. Opportunistischer Dieb = klaut Fahrräder für den eigenen Gebrauch, die wenig gesichert sind.

1 Diebstahl, in: ProVelo Schweiz, 16.11.2021.

2 Van Wijnendaele: 3 million bikes stolen, 16.11.2021.

3. Professioneller Dieb = klaut hauptsächlich teure und im Trend liegende Fahrräder, werden dann an Orte weitergegeben wo sie aufgenommen und weiterverkauft werden, ist Mitglied in einem System, eventuell auch mit anderen Dieben, scheut vor keinem Schloss.
4. Süchtige = Dies ist eine grosse Gruppe der Diebe, der Fahrraddiebstahl ist meist ihre grösste Einkommensquelle, sind oft auf gewisse Schlosser spezialisiert

Wie kann man mit dem Problem umgehen? Es gibt nicht nur eine einzige Massnahme, die das Problem lösen könnte. Viele Schritte müssen hinter uns gebracht werden, um grössere Unterschiede zu sehen. Man kann die Sicherheitsmassnahmen verstärken. Man muss das Verhalten der Gesellschaft verändern, sodass der Diebstahl von Fahrrädern und der Kauf gestohلener Fahrräder wieder als negativ und schlecht angesehen wird. Eine sichtbare Polizei die Routinechecks macht. Verbesserte Sicherheit auf der Strasse (bemannter Fahrradraum, mehr Belichtung, etc.). Verbesserte Registration und Identifikation um den Check und um die Entdeckung und die Rückgabe von gestohlenen Fahrräder zu vereinfachen.³

2.2 GPS Tracker für das Fahrrad

Ein festes und sicheres Schloss ist das wichtigste Mittel gegen den Fahrraddiebstahl. Wer aber noch einen Schritt weiterwill, für den ist der Fahrrad GPS Tracker interessant. Heutzutage werden die meisten Tracker nur für E-bikes hergestellt, aber es gibt auch ein paar wenige die ein Ortungsgerät für «normale» Fahrräder herstellen. Es gibt Tracker, welche am Fahrradrahmen oder an der Sattelstütze befestigt werden. GPS (Global Positioning System) ist ideal für den Tracker, denn es erlaubt die Ermittlung der aktuellen Positionen in Echtzeit. Man kann sogar die Route verfolgen auf der Karte.

2.2.1 Funktionsweise kurz und knapp

Der Tracker besteht aus 3 Teilen: GPS-Modul, GSM-Modul und Mikrocontroller: Das GPS-Modul empfängt die Satellitensignale und berechnet die Postion des Trackers. Das GSM-Modul kümmert sich um die Kommunikation und überträgt die Daten auf den Server. Der Mikrocontroller koordiniert den Datenaustausch zwischen den Modulen.

Die Genauigkeit variiert, liegt aber normalerweise zwischen 1 und 10 Meter. Durch Stahlbetonwände können aber die Signale noch ungenauer werden. Aber für die effektive Anwendung des Trackers muss man es gut verstecken, sonst bringt es nichts, wenn der Dieb es sieht und entfernt. Aber mit GPS-

³ Wessenlink: Bicycle Theft, The Dutch Experience.

Tracker kann man nicht nur Fahrräder sichern, sondern auch Koffer, Kinder oder andere Fahrzeuge.

Ein Tracker kostet in der Regel ungefähr 120 Euro. Aber dazu kommen noch die monatlichen Kosten der Sim-Karte.⁴

Trackertyp	Eigenschaften	Vorteile	Nachteile
GPS-Tracker (ohne Sim-Karte)	<ul style="list-style-type: none"> -Die Position wird intern gespeichert -Routenverlauf muss mithilfe einer Software nachträglich am PC/Laptop ausgewertet werden -Während der Fahrt ist die Navigation nicht möglich -Ortung des Fahrrades nicht möglich 	<ul style="list-style-type: none"> -Billiger als mit SIM-Karte -Keine Sim-Karten Gebühren -Einfaches Handling 	<ul style="list-style-type: none"> -Keine Ortung möglich -Gar keine Sicherheit
GPS-Tracker (mit Sim Karte)	<ul style="list-style-type: none"> -Für die Standortbestimmung ihres Velos -Durch Anfrage ist genaue Position ersichtlich -Einrichtung eines Geo-Zaun möglich. Wenn das Velo einen Radius verlässt, wird man über SMS benachrichtigt 	<ul style="list-style-type: none"> -Erhöhte Sicherheit -Dient nicht nur der Ortung, sondern auch für Geofencing -Ist mit Smartphone verbindbar 	<ul style="list-style-type: none"> -Teurer als Geräte ohne SIM-Karte -Teilweise komplizierte Handling

2.2.2 Vergleich von verschiedenen GPS-Tracker

Tracker	Preis	Eigenschaft
Swisstrack © Fahrrad	160 Franken	Positionsabfragen und Routenverfolgung via

⁴ GPS Tracker Fahrrad: Diebstahlschutz für Ihr Rad, in ILOCKIT, 16.11.2021.

GPS Tracker		App, Tracking Portal und SMS. Sämtliche Alarme können aktiviert und ein Geofence kann gesetzt werden. Unbemerkt im Fahrradrahmen verstauen.
TkStar Fahrrad Tracker	120 Franken	Positionsabfragen und Routenverfolgung via App, Tracking Portal und SMS. Sämtliche Alarme können aktiviert und ein Geofence kann gesetzt werden.
Tile Sticker	42 Franken	Kleiner Tracker, der an allem haftet: Das neue Sticker ist die einfachste Tracking-Lösung von allen. Hat eine 45 m Reichweite und ist Wasserdicht: Auslaufsicher, spritzwassergeschützt und Schutz vor Überschütten, so dass Sie es überall bedenkenlos aufstellen können
PowUnity BikeTrax GPS Tracker für E-Bikes	200 Franken	Hat ein Diebstahlalarm, Live-Tracker, Route Tracker, SIM Karte frei für das erste Jahr und danach Monatsgebühren

2.2.2.1 Wichtige Kriterien

Akkulaufzeit: Wollen sie den Tracker für die Ortung benutzen ist eine lange Akkulaufzeit unverzichtbar. Variiert nach Modell sehr stark.

Wasserdicht: Die meisten Modelle sind Spritzwasserdicht und viele Modelle sind auch gegen Regen geschützt.

Funktionsart (mit SIM/ ohne SIM): Ohne SIM-Karte ist für das Nachverfolgen von Routen im Nachhinein und mit der SIM-Karte kann man eine Live Ortung haben und oft gibt es noch Zusatzfunktionen.

Geo-Zaun: Hiermit wird festgelegt in welchem Bereich das Fahrad bewegt werden darf.

3 Das gesamt System

Ein Trackersystem besteht aus 3 Komponenten: Dem Tracker selber der am Fahrrad befestigt wird, dem Server, der die Daten speichert, bearbeitet und ausliefert sowie dem Client, mit dem die Daten visualisiert werden. Die Dateien für die Programme und Website sind alle auf [GitHub](#).

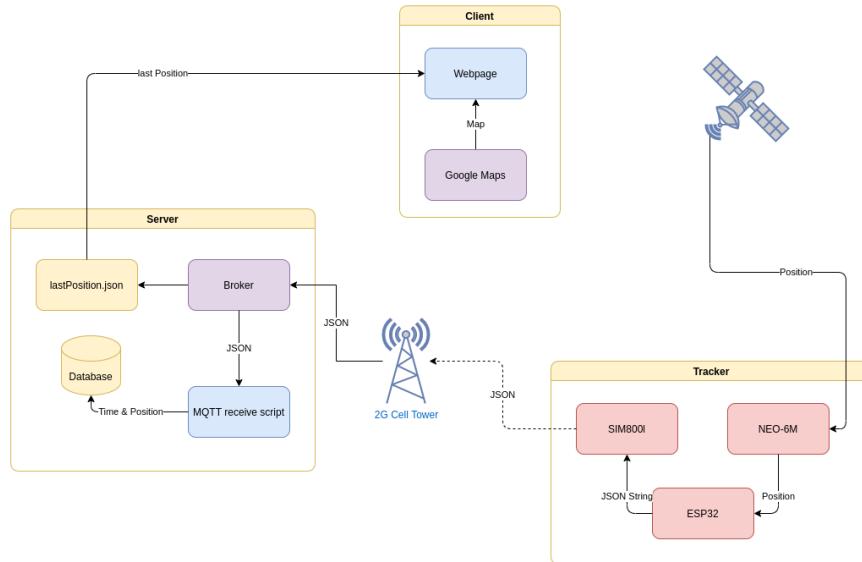


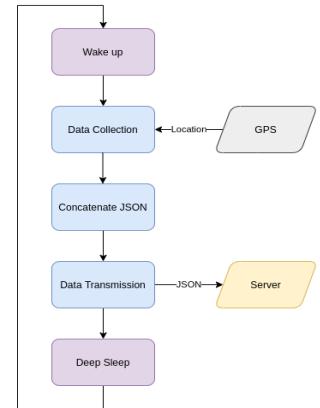
Abb. 1: Funktionsweise des Velotrackers

3.1 Tracker

3.1.1 Mikrocontroller - ESP32

Der Mikrocontroller soll die angeschlossenen Module handhaben. Das heisst, er muss das Modul für die Position auslesen und diese Informationen zusammenstellen und diese an das Modul zum Übertragen weitergeben. Die meisten Module kommunizieren mit dem UART-Protokoll, darum sollte der Mikrocontroller auch UART fähig sein.

Die Wahl ist auf den von Espressif entwickelten ESP32 gefallen. Dieser Mikrocontroller wurde für IoT Geräte entwickelt und erfüllt somit alle Anforderungen und hat einen sparsamen Energieverbrauch. Um Strom zu sparen kann dieser in einen Schlaf (deep sleep) versetzt werden. In Abb. 2: Programmablauf auf dem ESP32 sind die Teile des ESP32 ausgeschaltet, was zu einem sehr geringen Stromverbrauch



von unter 1 mA führt. Der ESP32 kann dank einer internen Schaltuhr wieder aufgeweckt werden.

Der ESP32 holt die Daten beim GPS-Modul ab. Hierzu wird die TinyGPSPlus Bibliothek benutzt, um die NMEA-Nachricht zu entschlüsseln. Im zweiten Schritt werden die Koordinaten und der Name des Trackers in eine JSON-Nachricht umgewandelt. Diese Nachricht wird mit der TinyGSM Bibliothek an das GSM-Modul weitergegeben. Das GSM-Modul verschiickt die Nachricht via GPRS (2G Mobilfunk). Danach geht der ESP32 wieder in den Schlaf und wird von seiner internen Schaltuhr wieder aufgeweckt. (Abb. 2)

Die Nachricht wird mit dem MQTT-Protokoll versendet. Das MQTT-Protokoll ist ein Protokoll für IoT Geräte. Im Vergleich zu HTTP hat es einen kleineren Overhead. Deswegen müssen weniger Daten per Mobilfunk übertragen werden. MQTT Nachrichten werden zuerst an einen sogenannten Broker gegeben. Dieser verteilt diese sogleich an die Abonnenten. Der Vorteil dieses Protokolls ist, dass nur der Broker eine feste IP-Adresse haben muss. Das Protokoll ist von der PubSubClient Bibliothek implementiert.

Der Tracker wurde mit einem Entwicklerkit des ESP32 entwickelt. Das Endprodukt sollte aber einen ESP32-WROOM-32E (Abb. 3) beinhalten, da dieser kleiner und stromsparender ist. Leider ist die Prozedur um ein Programm hochladen komplizierter und deshalb nicht gelungen. Deswegen beinhaltet das Endprodukt ein Entwicklerkit.



Abb. 3: ESP32-DevKitC und ESP32-WROOM-32E

3.1.2 Position - NEO-6M

Für das Ortungssystem ist die Wahl auf die GPS-Technologie gefallen. Im Freien hat man praktisch überall Empfang und die Empfänger sind für recht wenig Geld zu bekommen. Der Empfänger ist der von U-blox entwickelte NEO-6M. Dies ist ein robustes Modul welches häufig in Tutorials verwendet wird. Der NEO-6M kommuniziert die Position im NMEA-Format. Dazu gibt es Bibliotheken, um die richtige Information herauszulesen.

Die Antenne ist eine sogenannte Patch-Antenne. Diese sind recht robust und billig. Die Antenne ist mit einem IPX-

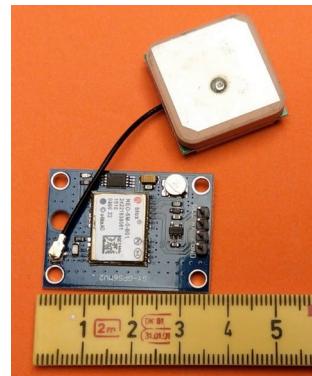


Abb. 4: NEO-6M GPS-Modul

Anschluss verbunden. Es ist eine 25x25 mm Antenne welche auch von U-blox als guter Kompromiss zwischen Grösse und Signalqualität beschrieben wird.

Um Einstellungen am NEO-6M vorzunehmen, muss man dies mit dem UBX-Protokoll machen. Leider sind hierzu keine Bibliotheken für den ESP32 verfügbar. Darum ist es nicht gelungen stromsparende Einstellungen vorzunehmen, was dazu geführt hat, dass der NEO-6M einen recht hohen Stromverbrauch hat (ca. 40 mA).

3 von den 4 auf Aliexpress bestellten NEO-6M hatten einen Baufehler. Hier war der IPX-Konnektor falsch herum angelötet. Auch waren 3 von den 4 gelieferten Patch-Antennen defekt. Leider konnte der Grund hierzu nicht ermittelt werden.

3.1.3 Datenübertragung - SIM8001

Um das Fahrrad orten zu können muss die Position des Fahrrades übertragen werden. Die Wahl fiel auf den Mobilfunk, da es schon eine grosse schon bestehende Infrastruktur und es relativ günstige Empfänger hat. Da es so weit verbreitet ist, hat es auch genügend Ressourcen im Internet, um zu verstehen wie es funktioniert.

Der SIM8001 ist ein GSM (2G) fähiger Empfänger. Mit dem SIM8001 kann man SMS verschicken, Anrufe tätigen und sich mit dem Internet verbinden (GPRS). Dabei kommuniziert man mit sogenannten AT-Befehlen mit dem Modul. Um dies zu vereinfachen, ist die TinyGSM Bibliothek benutzt worden.

Damit sich der SIM8001 mit dem GPRS verbindet, braucht er eine SIM-Karte. Dazu muss man ein Abonnement bei einem Mobilfunkdienstleister lösen. Des weiteren, braucht man die APN, wenn man sich mit dem GPRS verbinden will. Wenn der SIM8001 startet und eine valide SIM-Karte eingeschoben ist, versucht sich das Modul mit dem Netz zu verbinden. Während dem Verbinden, steigt Stromverbrauch schlagartig. Das kann dazu führen, dass sich das Modul dann dauernd neu startet, da die Spannungsversorgung nicht genügend ist. Um dies zu lösen kann man entweder eine Stromversorgung nehmen welche mehr liefert oder man kann einen Kondensator beim Eingang des Moduls löten.

Sunrise ist der letzte Anbieter von 2G in der Schweiz. Darum muss man bei der Wahl des Abonnements aufpassen, dass der Anbieter das Sunrise-Netz benutzt. Der Tracker benutzt ein IoT Abonnement von Digitec. Für 4.- CHF im Monat

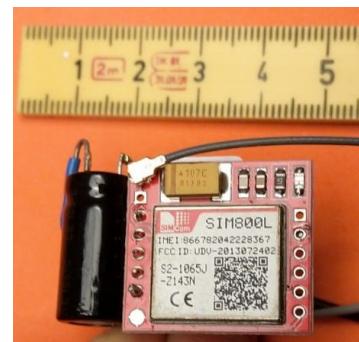


Abb. 5: SIM8001 mit Kondensator

bekommt man unlimitiert Mobile Daten mit einer Geschwindigkeit von bis zu 0.4 Mbit/s. Da die zu übertragene Nachricht 60 Zeichen lang ist, ist dies genug.

3.1.4 Stromversorgung

Die Stromversorgung muss zwei verschiedene Spannungen gleichzeitig liefern. Der ESP32 und der NEO-6M brauchen jeweils 3.3 V. Der SIM800l hingegen verträgt aber nach Datenblatt 3.4 bis 4.4 V. Empfohlen sind aber 4.0 V.

Ursprünglich sollte das ganze System nur mit 4 Alkali-Mangan Batterien versorgt werden. Im Laufe des Projektes ist aber aufgefallen, dass dies nicht möglich ist. Deshalb sind zwei Batterien eingebaut. Eine LiPo-Batterie welche eine Spannung von 3.7 V bis 4.2 V hat. Diese ist direkt mit dem SIM800l verbunden. Ein Pack an normalen AA-Batterien liefert mindestens 4.0 V für den Spannungswandler. Diese verwandelt diese in 3.3V für den ESP32 und den NEO-6M.

Als Spannungswandler wird der LM2937 verwendet. Dies ist ein linearer Spannungsregler. Er kann Spannungen von bis zu 26 V in 3.3 V umwandeln. Dieser Spannungsregler hat eine Dropout-Voltage von 0.7 V. Das heisst die Eingangsspannung muss mindestens 0.7 V höher sein als die Ausgangsspannung. Folgendermassen muss die Eingangsspannung also mindestens 4.0 V betragen. Die meisten ähnlichen Spannungswandler haben eine Dropout-Voltage von 1.2 V. Folgende Berechnung illustriert den Vorteil des LM2937:

Angenommen man hat als Spannungsversorgung 4 Alkali-Mangan Batterien. Diese haben je 1.5 V, also insgesamt 6 V. Diese Batterien verlieren an Spannung je mehr sie sich entladen ([Wikipedia](#)).

Bei einem Spannungswandler mit einer Dropout-Voltage von 1.2 V müssen die Batterien mindestens 4.5 V liefern:

$$4 * 1.12 = 4.48 \approx 4.5 \text{ V}$$

Dies heisst die Batterien können nur auf ca. 50% entladen werden

Bei einem Spannungswandler mit einer Dropout-Voltage von 0.7 V müssen die Batterien mindestens 4.0 V liefern:

$$4 * 1.04 = 4.16$$

Das heisst die Batterien können bis auf unter 20% entladen werden.

3.1.5 Einbauen des Trackers

3.1.5.1 Hülle

Die Elektronik sollte vor dem Wetter und vor dem Dieb versteckt werden. Sie soll aber noch immer mit der Aussenwelt kommunizieren können. Deshalb ist Plastik



Abb. 6: Tracker in Box

als Verpackungsmaterial benutzt worden. Die Elektronik passt in eine kleine Tupperware von 90x70x60 mm (Abb. 6). Diese Box wird dann von einem blickdichten Plastiksack umwickelt. Dies kann dann unauffällig am Fahrrad befestigt werden.

Zuunterst in der Box befindet sich das GPS-Modul. Die Antenne zeigt nach unten. Wenn die Box später umgedreht wird, zeigt die Antenne nach oben und wird nicht von anderen Sachen blockiert. Neben dem GPS-Modul befindet sich das Pack an Batterien. Auf dem GPS-Modul befindet sich das GSM-Modul. Die Antenne, welche sich an einem längeren Kabel befindet, ist an die Wand geführt worden. Damit hat es eine bessere Verbindung. Auf dem GSM-Modul und dem Batteriepack wird die LiPo-Batterie gelegt. Diese ist flach und ungefähr so gross wie die Box. Die Kabel der Module habe noch genug Platz, um an der Seite hoch geführt zu werden. Auf die LiPo-Batterie wird ein Breadboard mit dem Mikrocontroller und dem Spannungsregler gelegt. Erst dort werden die Kabel verbunden. Die Box wird dann umgedreht damit der Deckel nach unten zeigt und die GPS-Antenne nach oben. Der Vorteil dieses Designs ist, dass die Antennen alle eine recht gute Verbindung haben, der Tracker recht kompakt bleibt und dass das Verkabeln nicht allzu mühsam ist.

3.1.5.2 **Verstecken des Trackers**



Abb. 8: Tracker im Flaschenhalter



Abb. 9: Tracker beim Gepäckträger



Abb. 7: Tracker zwischen Rahmen und Schutzblech

Abbildungen 7 bis 9 zeigen mögliche Arten wie man den Tracker verstecken kann. Bei Abbildung 8 wäre es auch möglich den Tracker zuerst in eine Flasche zu verbauen, um ihn besser zu tarnen.

3.1.6 **Fahrräder**

Im Technischen Zentrum Nussbaumen konnte gratis 3 ausrangierte Fahrräder organisiert werden, die an 2 Samstagnachmittagen wieder Instand gesetzt wurden. Dazu gehörte die Platten zu reparieren, Schrauben für die Schutzbleche nachzuziehen, Kette reinigen und ölen. Zur Sicherheit der Fahrraddiebe wurden auch die Bremsen kontrolliert und nachgestellt.

3.2 Server

Der Server dient drei Funktionen: a) Empfangen (Broker)
b) Daten verarbeiten c) Speichern der Daten.

Der MQTT-Broker empfängt die MQTT-Nachrichten auf verschiedenen Kanälen (topics). Wenn man eine Nachricht empfangen will, muss man beim Broker bei einem Kanal abonniert sein. Wenn jetzt eine Nachricht beim Broker kommt, verteilt der Broker die Nachricht an alle Abonnenten. Die Nachricht wird in der Regel nicht vom Broker gespeichert.

Mit einem Pythonscript werden die Nachrichten vom Broker in Empfang genommen, zerlegt, mit dem Datum ergänzt und in die Datenbank eingefügt. Das Pythonscript ist konstant mit dem Broker verbunden damit keine Nachrichten verloren gehen.

Es wird eine MYSQL-Datenbank verwendet. Diese läuft auch auf dem Server. Jeder Tracker hat eine eigene Tabelle. Diese Tabellen haben je drei Spalten: Einen Zeitstempel, den Breitengrad und den Längengrad. Somit weiss man wann und wo sich die Tracker befinden.

3.3 Website

Es wurde eine einfache Webseite mithilfe der Programmiersprachen HTML, CSS und JavaScript geschrieben. Diese enthält vor allem die grafische Darstellung der vom Tracker gelieferten Koordinaten, wurde allerdings auch mit einigen weiteren Details versehen, um das ganze etwas auszuschmücken. Unter anderem findet man die Mitglieder unseres Projektes sowie wichtige Dokumente zum Downloaden wie zum Beispiel der Projektvertrag oder unser Logbuch.

Die grafische Darstellung der Koordinaten erfolgt mithilfe von einer API, welche auf Google Maps basiert. Mithilfe von JavaScript werden manuell eingegebene Koordinaten mit einem Marker auf einer Karte dargestellt. Es war geplant, mithilfe einer einfachen Funktion im JavaScript die Daten aus der Json-Datei des Servers auszulesen und diese dann live auf der Webseite darzustellen., leider erlaubt der genutzte Server dies aber aufgrund von Sicherheitsgründen nicht.

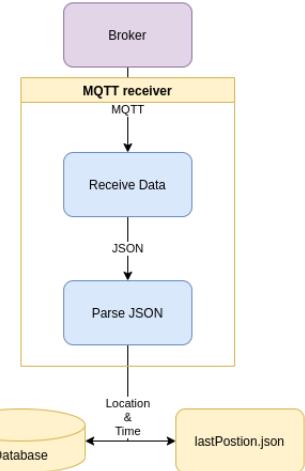


Abb. 10: Programmablauf des MQTT receivers

3.4 Verbesserungen und Erweiterungen

Aus zeitlichen Gründen war es nicht möglich alle Features des Trackers zu entwickeln und zu implementieren. Folgende Optimierungen können in einem weiteren Entwicklungsritt angegangen werden:

- Anstatt des Entwicklerkits könnte der ESP32-WROOM-32E auf einer Lochrasterplatine verwendet werden. Durch den reduzierten Stromverbrauch kann auch die Batteriekapazität verringert oder die Laufzeit verlängert werden.
- Der ESP32 hat sogenannte Kapazitive-Pins, mit denen Änderungen des elektr. Felds (menschliche Annäherung) erfasst werden können. Dieser Pin kann mithilfe eines Kabels verlängert werden und unter dem Sattel montiert werden. Wenn sich nun jemand auf das Fahrrad setzt, wird das registriert und der ESP32 wird aufgeweckt um die Position zu versenden.
- Mit dem UBX-Protokoll kann der ESP32 den NEO-6M in den Stromsparmodus schicken. Hierzu muss die [Bibliothek](#) des RaspberryPI auf den ESP32 portiert werden.
- In der aktuellen Ansteuerung des SIM800L wird zum Stromsparen die Mobilfunkverbindung unterbrochen. Mit dem Schlafmodus kann nochmals der Energieverbrauch reduziert werden.
- Durch die Verwendung eines zweiten Spannungsregler kann auf die LiPo verzichtet werden.
 - Anstatt lineare Spannungsregler zu benutzen, könnte man auf Schaltspannungsregler zurückgreifen um die Effizienz zu erhöhen.

3.5 Versuche

3.5.1 Spaziergang

In diesem Versuch ist der Tracker auf einen ca. 1.2 km langen Spaziergang genommen worden. Der Schlafintervall des Gerätes wurde auf 20 Sekunden gestellt. Die Abstände zwischen den Messungen waren aber zwischen 50 und 60 Sekunden. Dies war aber zu erwarten, da das GSM-Modul recht lange zum Übertragen braucht. Es muss jedes mal aufstarten, mit dem Mobilfunknetz verbinden, mit dem GPRS verbinden, die Daten übertragen und wieder herunterfahren. Der NEO-6M hingegen ist immer aktiv. Man kann also annehmen, dass eine Messung circa 20 bis 30 Sekunden braucht.

3.5.2 Schulweg

In diesem Versuch wurde der Tracker auf ein Fahrrad montiert. Das Fahrrad wurde für den 3.3 km langen Schulweg benutzt.

3.6 Fazit

3.6.1 Resultat

Leider war es nicht möglich, die Fahrräder aufzustellen. Auch ist der Tracker ein bisschen grösser als ursprünglich geplant. Es ist aber gelungen einen funktionsfähigen Tracker und eine Website zu bauen. Der Tracker ist immer noch klein genug, um auf einem Fahrrad versteckt zu werden. Man kann also sagen, dass die Ziele erfüllt sind.

3.6.2 Schwierigkeiten

Das Projekt hat grosse Verzögerungen erlitten. Sicher bei der Elektronik gab es Probleme. Am Anfang gab es Lieferschwierigkeiten. Deshalb musste man bestimmte Teile im Nachhinein kaufen. 3 von 4 gelieferten GPS-Module waren überhaupt nicht funktionsfähig. Auch gab es Probleme bei der Spannungsversorgung des GSM-Moduls. Die Batterielaufzeit war kürzer als erwartet. Deshalb konnten die Tracker nicht aufgestellt werden und es wurde eine Website erstellt.

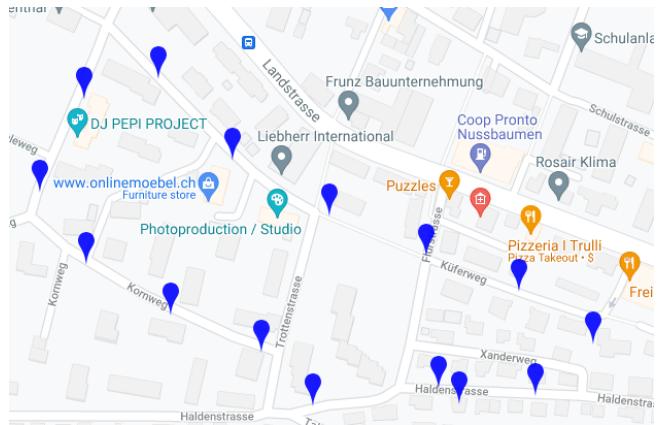


Abb. 11: Die Blauen Markierungen sind erfasste Positionen

3.6.3 Danksagung

Wir möchten unseren Eltern für die Ratschläge und die finanzielle Unterstützung danken.

3.7 Literaturverzeichnis

- Diebstahl, in: Pro Velo Schweiz, <https://www.pro-velo.ch/de/themen/das-velo/diebstahl>, heruntergeladen am: 16.11.2021.
- GPS Tracker Fahrrad: Diebstahlschutz für ihr Rad: I Lock It, <https://ilockit.bike/fahrrad-gps-tracker-diebstahlschutz-fahrrad/>, heruntergeladen am: 16.11.2021. Van Wijnendaele, Matthias:
- More than 3 Million bikes stolen in Europe last year. What can you do? <https://www.linkedin.com/pulse/more-than-3-million-bikes-stolen-europe-last-year-can-matthias>, heruntergeladen am: 16.11.2021.
- Wesselink, Guus: Bicycle Theft, The Dutch Experience. <http://www.velomondial.net/velomondial2000/PDF/WESSELIN.PDF>, heruntergeladen am: 21.11.2021.

3.8 Abbildungsverzeichniss

- Titelbild: Geklautes Fahrrad. Sandro Bolognesi. Nussbaumen, 22.12.2021.
- Abb. 1: Funktionsweise Velotracker. Datenquelle: Francois Kieninger.
- Abb 2: Programmablauf ESP32. Datenquelle: Francois Kieninger.
- Abb. 3: ESP32-DevKit und ESP32-WROOM-32E. Nussbaumen. Aufnahme von Francois Kieninger. Nussbaumen, 20.12.2021
- Abb. 4: NEO-6M. Nussbaumen. Aufnahme von Francois Kieninger. Nussbaumen, 20.12.2021
- Abb. 5: SIM800l mit Kondensator. Nussbaumen. Aufnahme von Francois Kieninger. Nussbaumen, 20.12.2021.
- Abb. 6: Tracker in Box. Nussbaumen. Aufnahme von Francois Kieninger. Nussbaumen, 20.12.2021.
- Abb. 7: Tracker auf Fahrrad. Nussbaumen. Aufnahme von Francois Kieninger. Nussbaumen, 20.12.2021.
- Abb. 8: Tracker auf Fahrrad. Nussbaumen. Aufnahme von Francois Kieninger. Nussbaumen, 20.12.2021.
- Abb. 9: Tracker auf Fahrrad. Nussbaumen. Aufnahme von Francois Kieninger. Nussbaumen, 20.12.2021.

- Abb. 10: Programmablauf des MQTT receivers. Datenquelle: Francois Kieninger.
- Abb. 11: Zurückverfolgter Spaziergang. Datenquelle: Francois Kieninger, 18.12.2021.

3.9 Anhang

3.9.1 Schaltbild Tracker

