

PU Recherche über Fahrraddiebstahl

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 nochmals deutlich weiter unten, bei circa 5 %. Meistens ist es so, dass Fahrräder wieder gefunden werden, aber man sie nicht mehr zum Besitzer zurückverfolgen kann. Oder das Fahrrad wird einfach nicht mehr gefunden. Zur Vorbeugung von Diebstahl und zur Erleichterung der Rückführung gestohlener Velos empfiehlt Pro Velo:

- Velo wann immer möglich in einem abschliessbaren oder überwachten Raum einstellen (Keller, Garage, Abstellraum, Velostation usw.).
- Velo 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, heisst das der Wert von Fahrräder gestiegen ist. 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.

¹ Diebstahl, in: ProVelo Schweiz, 16.11.2021

² Van Wijnendaele: 3 million bikes stolen, 16.11.2021

« 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. Es gibt bei diesem Thema in den Niederlanden wirklich gar keine Priorität. Das wollen die Behörden aber nicht und wollen die Situation unter Kontrolle behalten, um die Morallücke zu beseitigen.

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, klaut nicht so stark gesicherte Fahrräder.
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 Schlösser 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 gestohlener 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

GPS Tracker für den 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. Deshalb ist es sinnvoll für die Diebstahlprävention.

Funktionsweise kurz und knapp:

Der Tracker ist mit einem Modul ausgestattet (GPS Empfänger). Zusätzlich ist auch ein GSM Modul verbaut (Global System for Mobile Communication). Über das Mobilfunknetz erfolgt dadurch ein Austausch der Daten. Es gibt eine automatisiertes Verhalten (Jede Stunde sendet es den aktuellen

³ Wessenlink: Bicycle Theft, The Dutch Experience

Standort) und ein Manuelles (Anfrage per sms senden). In der Regel erhält man dann die Koordinaten oder einen Google map link.

Reichweite: Die Genauigkeit variiert, liegt aber normalerweise zwischen 1 und 10 Meter. Durch Stahlbetonwände können aber die Signale noch ungenauer werden.

Der Grund für den Sicherheitstracker ist natürlich, den Diebstahl zu verhindern. 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-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

Vergleich von verschiedenen GPS-Tracker:

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

Tracker	Preis	Eigenschaft
Swisstrack © Fahrrad GPS Tracker	160 Franken	Positionsabfragen und Routenverfolgung via App, Tracking Portal und SMS. Sämtliche Alarmer 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 Alarmer 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

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 Fahrrad bewegt werden darf.

Einleitung

Das Ziel des Projektes war die Einrichtung eines Velo-Trackingsystems. Die Entwicklung eines funktionsfähigen Velo-Trackingsystems kann somit einem Diebstahlschutz dienen, da man eine Chance hat das Fahrrad wiederzufinden.

Das Trackingsystem wurde mit elektronischen Komponenten zusammengebaut. So kann das System den Standort ermitteln, und diesen dann auch dem Computer zusenden. Um dies möglich zu stellen, haben wir einen Microcontroller programmiert, der die Daten der Sensoren ausliest. Der fertiggestellte Microcontroller 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.

Als eine mögliche Erweiterung des Projektes standen zwei Möglichkeiten zur Verfügung. Die zum Klau, mit Microcontroller ausgestattete Fahrräder, konnten entweder in der Öffentlichkeit aufgestellt werden oder es konnte eine Applikation/Website erstellt werden, die die Position des Fahrrades dem Benutzer freigibt. Zu der Aufstellung der Fahrräder würde selbstverständlich auch eine statistische Datenerfassung gehören.

Das Produkt richtet sich an alle Velofahrer, die ihr Fahrrad schützen möchten. Da es heutzutage viele teure Velos sowie auch E-Bikes gibt, welche den Verlust bei einem Diebstahl erhöhen, erhöht sich auch die Notwendigkeit einer grösseren Sicherheit.

Fahrräder

Um die Trackingsysteme überhaupt installieren zu können, musste man zuerst wertlose Fahrräder finden, die meistens auch noch Reparatur benötigten. Solche untauglichen Fahrräder sind meistens sehr leicht zu finden. Oft findet man sie auf Werkhöfen, Schrottplätzen oder sogar im eigenen Keller. Abhängig von dem wie viel Glück man hat, befinden sich diese Fahrräder in einem ein bisschen besseren oder ein bisschen schlechterem Zustand. Das Erste der beiden Fahrräder hatte ein plattes Rad, eine verrostete Kette und einen nicht gebrauchsbaren Sattel. So wurde das Rad losgeschraubt, dann der Schlauch herausgenommen und das Loch ist mit einem Flicker abgedichtet worden. Anschliessend wurde der Sattel mit einer entsprechend grossen Schraube befestigt und

schlussendlich die Kette gereinigt und geölt. Das Zweite Fahrrad hatte eine nicht gut angezogene Bremse und wieder eine verrostete Kette. Die Bremse wurde dementsprechend gut angezogen und die Kette gereinigt und geölt. Somit waren die beiden Fahrräder fahrfähig und konnten nun der Befestigung der Microcontroller bereitgestellt werden.

1 Produkt

1.1 Tracker

1.1.1 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 diesem Modus sind die meisten Teile 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 weitergeben. Das GSM-Modul verschickt die Nachricht via GPRS (2G Mobilfunk). Danach geht der ESP32 wieder in den Schlaf und wird von seiner internen Schaltuhr wieder aufgeweckt. (siehe Abbildung X)

Die Nachricht wird mit dem MQTT-Protokoll versendet. Das MQTT-Protokoll ist ein leichtes Protokoll für IoT Geräte. 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 gemacht. Das Endprodukt sollte aber einen ESP32-WROOM-32E (siehe Abbildung X) beinhalten, da dieser kleiner und stromsparender ist. Leider ist die Prozedur um ein Programm hochladen komplizierter und deshalb nicht gelungen. Deshalb beinhaltet das Endprodukt ein Entwicklerkit.

1.1.2 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 billig 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 richtigen Information herauszulesen.

Die Antenne ist eine sogenannte Patch-Antenne. Diese sind recht robust und billig. Die Antenne ist mit einem IPX-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 (siehe Abbildung X). Auch waren 3 von den 4 gelieferten Patch-Antennen defekt. Leider konnte der Grund hierzu nicht ermittelt werden.

1.1.3 Datenübertragung – SIM800l

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 hat und es relativ günstige Empfänger hat. Da es so weit verbreitet ist, hat es auch genügend Ressourcen auf dem Internet um zu verstehen wie es funktioniert.

Der SIM800l ist ein GSM (2G) fähiger Empfänger. Mit dem SIM800l 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 um mit dem GSM-Modul zu kommunizieren.

Damit sich der SIM800l mit dem GPRS verbindet, braucht er eine SIM-Karte. Dazu muss man ein Abonnement bei einem Mobilfunkdienstleister lösen. Desweiteren braucht man die APN, wenn man sich mit dem GPRS verbinden will. Wenn der SIM800l 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. 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 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.

1.1.4 Stromversorgung

Die Stromversorgung muss zwei verschiedene Spannungen gleichzeitig liefern. Der ESP32 und der NEO-6M brauchen jeweils 3.3 Volt. Der SIM800l hingegen verträgt aber nach

Datenblatt 3.4 bis 4.4 V. Empfohlen sind aber 4.0 V. Auch sollen die Batterien über eine längere Zeit heben ohne sich selber zu entladen.

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 muss mindestens 4.0 V betragen. Die meisten ähnliche 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:

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

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.

1.1.5 Verpackung

Die Elektronik sollte vor dem Wetter und vor dem Dieb versteckt werden. Die Elektronik soll aber noch immer mit der Aussenwelt kommunizieren können. Deshalb ist Plastik als Verpackungsmaterial benutzt worden. Die Elektronik passt in eine kleine Tupperware von 90x70x60 mm (siehe Abbildung X). 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 längerem Kabel befindet ist an die Wand geführt worden. Damit hat es eine bessere Verbindung. Auf dem GSM-Modul und den Batterien 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 das 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 ist und dass das Verkabeln nicht allzu mühsam ist.

1.2 Server

Der Server dient drei Funktionen. Er dient als MQTT-Broker, das Programm welches die Daten vom Broker in empfängt nimmt und die Datenbank befinden sich auf dem Server.

Der MQTT-Broker empfängt die MQTT-Nachrichten auf sogenannten topics. Diese topics kann man sich wie ein Thema vorstellen. Der Versender der Nachricht muss also ein topic angeben. Wenn man die Nachrichten empfangen will, muss man bei den richtigen topics abonniert sein. Wenn jetzt eine Nachricht kommt, verteilt der Broker die Nachricht an alle Abonnenten. Die Nachricht wird in der Regel nicht vom Broker gespeichert.

Dieses Programm ist beim Broker abonniert und nimmt die Nachrichten der Tracker in Empfang. Es nimmt mit Hilfe einer Bibliothek die JSON Nachricht auseinander und fügt diese in die Datenbank ein. Das Programm muss konstant mit dem Broker verbunden sein, da sonst Nachrichten verloren werden.

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

1.3 Verbesserungen und Erweiterungen

Aus zeitlichen Gründen ist es nicht möglich alle Features des Trackers zu entwickeln und implementieren. Auch hat der Tracker noch viel Potential für Optimierungen.

Man könnte den Tracker kleiner gestalten indem man nicht den Entwicklerkit sondern die kleine Version nimmt. Hierzu müsste man eine ein bisschen komplexere Schaltung haben und noch zwei zusätzliche Pins (RX, TX) herausführen. Der Vorteil vom ESP32-WROOM-32E ist auch, dass er effizienter ist und somit weniger Strom verbraucht.

Der ESP32 hat sogenannte Kapazitive-Pins. Diese bemerken Änderungen im elektrischen Feld. Zum Beispiel wir Menschen sind leicht geladen und wenn mit einem Körperteil in die Nähe dieses Pins geht, bemerkt dieser das. Diese ist die gleiche Technologie wie in bestimmten Bildschirmen mit Berührungseingabe. Dieser Pin kann mithilfe eines Kabels verlängert werden und im oder unter dem Sattel montiert werden. Wenn sich nun jemand auf das Fahrrad sitzt, wird das vom Pin bemerkt und der ESP32 wird aufgeweckt. Der während der Sensor aktiv ist kann die Schlafzeit des ESP32 verkürzt werden. Somit kann man den Weg des Diebes besser Zurückverfolgen.

Das GPS-Modul NEO-6M verbraucht recht viel Strom. Um den Stromverbrauch zu reduzieren, müsste man ihn in den Stromsparmodus setzen. Um dies zu machen muss man

den NEO-6M Nachrichten mit dem UBX-Protokoll dem ESP32 schicken. Man müsste aber dafür eine Biobibliothek implementieren da es zurzeit keine geeignete Bibliothek für den Arduino oder den ESP32 gibt. Dazu könnte [diese Bibliothek](#) für den RaspberryPI portiert werden.

Der SIM800l stoppt nur die Mobilfunkverbindung um Strom zu sparen. Dabei besitzt der SIM800l auch einen Schlaf-Modus. Nur muss während dieser ganzen Zeit ein Pin des SIM800l auf Hoch sein. Das heisst der ESP32 muss während dem Deep-Sleep einen seiner Pins ansteuern. Dies ist vielleicht mit dem `gpio_hold_en()` Befehl möglich. Man muss dies aber noch testen.

Die Stromversorgung kann auch verbessert werden. Bisher werden zwei Batterien benutzt, was recht viel Platz braucht. Man könnte vier Alkali-Mangan Batterien seriell schalten. Von dort könnte man mit zwei Spannungsreglern die Spannung auf 4.0 V für den SIM800l und auf 3.3 V für den ESP32 und den NEO-6M regeln.

Anstatt lineare Spannungsregler zu benutzen, könnte man auf Schaltspannungsregler zurückgreifen. Lineare Spannungsregler haben eine tiefe Effizienz da sie den Überschüssigen Strom in Wärme umwandeln. Schaltspannungsregler hingegen reduzieren die Frequenz um den Strom zu reduzieren. Damit könnte man die Batterielaufzeit verlängern.