

Messwerte versenden

Vorbereitungsworkshop für das Messsystem LoRaMINT

Matthias Ruf

Messwerte versenden • Ablauf Workshoptag 4

SFZ Südwürttemberg • Standort Ochsenhausen

Workshoptag 4

1

Funk statt Kabel

Wo wir stehen

Gestern haben wir das hier gemessen und gespeichert:

```
messung = {"temperatur": 21.5,  
           "feuchte": 48.2,  
           "druck": 1013.0}
```

Echte Messwerte, mit Namen, alle zwei Sekunden neu.

Und dann?

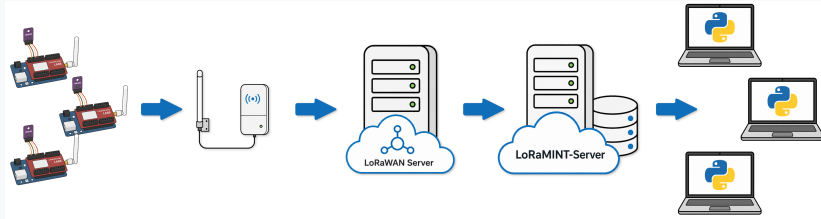
Diese Zahlen stehen auf *einem* Bildschirm, in *einem* Raum, solange *ein* Kabel steckt.

Heute: Versenden der Messwerte über LoRaWAN zum LoRaMINT-Server

1.1

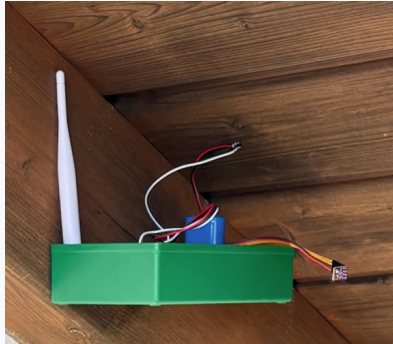
LoRaWAN – Wissenswertes über das Netzwerkprotokoll

Der Weg, den ein Messwert nimmt



Von der Node über das Gateway ins The Things Network, von dort in das LoRaMINT-Backend.
Dieselbe Grafik wie an Tag 1, diesmal programmieren wir die Nodes

Station 1 – Sensor-Node



Die erste Station eines Messwerts – Sensor-Node unter einem Hausdach in einer noch nicht ausgereiften Halterung

Station 2 – Gateway



Die Antenne des Gateways, montiert über
Dach

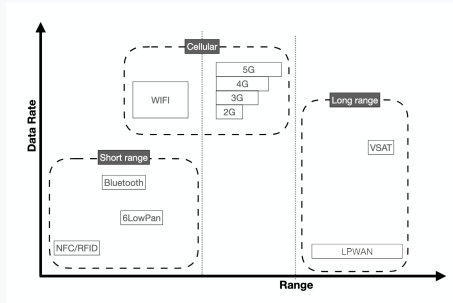


Das Gateway selbst, im Inneren des Gebäudes

Auf dem Schuldach findet sich ein Gateway

Funktechnologie

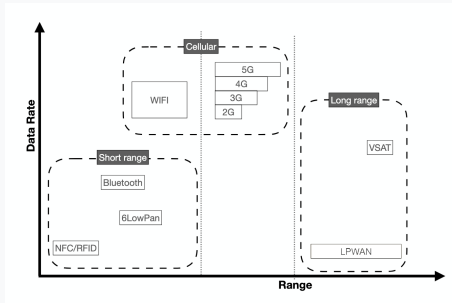
Zwischen Gateway und Sensor-Node benötigen wir eine Funktechnologie.
Aber welche?



**Welche
Voraussetzungen
brauchen wir?**

Waagrecht die Reichweite, senkrecht die Datenrate

Funktechnologie – LPWAN



Welche Datenrate brauchen wir?

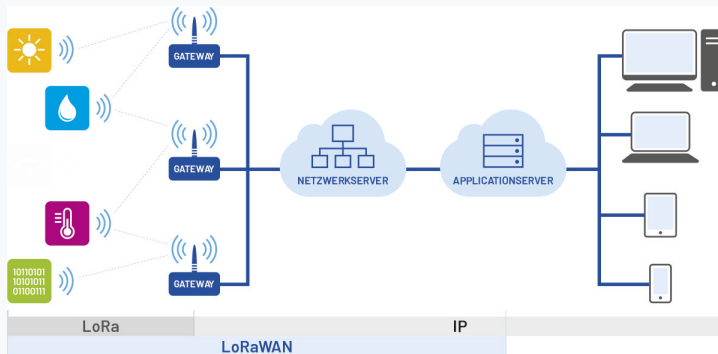
- kleine Datenraten
- geringer Stromverbrauch
- low cost

Waagrecht die Reichweite, senkrecht die Datenrate

Low Power Wide Area Network: wenig Strom, große Fläche.

Funktechnologie – LoRaWAN

LoRaMINT verwendet LoRaWAN! LoRaWAN ist ein Funknetzwerk aus der Gruppe der LPWANs
Normaler LoRaWAN-Netzaufbau



Zwei Namen, zwei Dinge

LoRa

Das **Modulationsverfahren**. Es legt fest, wie aus Bits eine Funkwelle wird. Wie genau, kommt auf der nächsten Folie.

LoRaWAN

Das **Netzwerkprotokoll** darüber. Es regelt Anmeldung, Adressen, Verschlüsselung und wer welche Nachricht bekommt.

Warum das hier auftaucht

Ihr benutzt heute beides. Das **LA66-Shield** macht LoRa, und der **Join** in Schritt 4.4 gehört zu LoRaWAN.

Funkstandard – Frequenzband

In Europa nutzt LoRaWAN das Band von **867 bis 869 MHz**. Es ist **lizenzfrei**: Jeder darf senden, niemand muss zahlen, niemand bekommt es für sich allein.

Darin liegen **zehn Kanäle**. Eure Node sucht sich für jede Nachricht einen davon aus.

In den USA ist es das Band um 915 MHz. Ein Gerät für Europa darf dort nicht verwendet werden.

Lizenzfrei heißt geteilt

Im selben Band arbeiten Funkthermometer, Garagentoröffner und Wetterstationen.

Deshalb die Regel: **Niemand darf dauernd senden.**

Funkstandard – LoRaWAN in Zahlen

Was in Europa gilt

Europa

Frequenzband	867 bis 869 MHz
Kanäle	10
Sendeleistung	+14 dBm, also 25 mW
Spreadfaktor	SF7 bis SF12
Datenrate	250 bis 11000 bit/s

Die Sendezeit ist begrenzt

Vorschrift: Höchstens **864 Sekunden am Tag**, also 1% der Zeit.

25 mW sind wenig
Und reichen trotzdem
kilometerweit.

Quelle: The Things Network, Regional Parameters

Funkstandard – Vergleich LoRaWAN – WLAN

Frequenz

Wie oft die Welle pro Sekunde schwingt, gemessen in **Hertz**. 868 MHz sind 868 Millionen Schwingungen je Sekunde.

Wellenlänge

Wie lang eine einzelne Schwingung ist. Bei 868 MHz sind das **34,5 cm**, bei WLAN mit 2,4 GHz nur **12,5 cm**.

Der Zusammenhang

Kurze Wellen werden von Wänden **stärker gedämpft** und **beugen sich weniger** um Hindernisse. Beides kostet Reichweite und trifft WLAN stärker als LoRaWAN.

Warum nicht einfach WLAN?

	WLAN	Mobilfunk	LoRaWAN
Frequenz	2,4 und 5 GHz	mehrere Bänder	868 MHz
Reichweite	Zimmer bis Haus	Kilometer	Kilometer
Datenrate	bis 1 Gbit/s	bis 1 Gbit/s	250 bis 11 000 bit/s
Strom	viel	viel	sehr wenig
Kosten	Router nötig	Vertrag nötig	keine

Der Grund ist immer derselbe

LoRaWAN ist rund **hunderttausendmal langsamer** als WLAN. Dafür verschickt es seine wenigen Daten sehr weit und sehr sparsam.

Station 3 – The Things Network

Das Gateway leitet jede Nachricht an einen Server weiter, den **Netzserver**. Bei uns ist das **The Things Network**, kurz TTN.

Dort passiert dreierlei: Die Nachricht wird **entschlüsselt**, sie wird der richtigen Node **zugeordnet**, und **Dubletten** werden aussortiert.

Danach reicht das TTN sie an LoRaMINT weiter.

Dubletten?

Hören zwei Gateways dieselbe Nachricht, kommt sie zweimal an. Für euch ist das unsichtbar: Das TTN behält eine und wirft die andere weg.

Wem das gehört

Niemandem allein. Das TTN ist ein offenes Netz, die Gateways stellen Freiwillige auf.

Station 4 – LoRaMINT

Das TTN speichert eure Messwerte nicht dauerhaft. Es schickt jede Nachricht sofort weiter an das **LoRaMINT-Backend**.

Dort werden die Werte **geprüft** und in einer **Datenbank** abgelegt. Erst damit sind sie haltbar und lassen sich später abrufen.

Genau darauf greift ihr an Tag 5 zu.

Warum geprüft wird

Eine Funknachricht kann verstümmelt ankommen. Was offensichtlich unsinnig ist, etwa 400 Grad im Klassenzimmer, soll nicht in der Messreihe landen.

Wo ihr das seht

Auf `loramint.de`, im Status-Fenster eurer Node.

Die ganze Kette

1 Node

misst und sendet.

Damit beschäftigen wir uns heute.

2 Gateway

hört zu und leitet weiter.

Steht auf dem Schuldach.

3 TTN

entschlüsselt und ordnet zu.

Speichert nichts.

4 LoRaMINT

prüft und speichert.

Von hier holt ihr die Werte an Tag 5.

Euer Anteil

Von den vier Stationen programmiert ihr eine. Die anderen drei stehen schon und warten auf eure erste Nachricht.

2

Kurz nachgefragt

Kahoot 5

Direkt im Anschluss

So läuft es

kahoot.it und die PIN von der Wand, wie gewohnt. Zehn Fragen zu dem, was gerade dran war.

Warum jetzt und nicht am Ende

Was hier nicht sitzt, erkläre ich in zwei Minuten noch einmal. Am Ende des Tages wäre es dafür zu spät.

3

LoRaMINT – Shield registrieren

Warum euer Account nicht genügt

Euer LoRaMINT-Zugang steht. Er sagt aber nur, *wer ihr seid*, nicht, *welches Gerät euch gehört*.

Die Geräte selbst stehen nicht bei LoRaMINT, sondern im **The Things Network**. Solange euer Shield dort nicht eingetragen ist, lässt das Netz es gar nicht erst hinein.

Deshalb melden wir jetzt jedes Shield einzeln an, bevor wir etwas aufbauen.

Ohne Eintrag passiert nichts

Ein nicht registriertes Shield kommt beim Join nicht durch. Es sendet dann nicht falsch, sondern gar nicht.

Drei Zahlen vom Modul

DevEUI, JoinEUI und AppKey stehen auf eurem Shield. Sie sind ab Werk vergeben.

Jetzt: einer nach dem anderen Registrieren am Lehrerrechner

So läuft es

Ihr kommt einzeln nach vorn
und tragt die Zahlen **eures**
Shields selbst ein.

Warum an meinem Rechner
Geräte anlegen darf nur ein
Verwaltungszugang, und den gibt
es im Moment nur einmal.

Was ins Formular kommt

Name eurer Node, bisher einfach "Device
<Nr>"

Geräte-ID steht schon da

DevEUI, **JoinEUI** und **AppKey** vom Modul

Grund für den Eintrag (z.B. LoRaWAN -
Workshop)

Leerzeichen dürfen bleiben

So eintragen, wie es dasteht. Umschreiben
schafft nur Tippfehler.

Vier Häkchen, dann ist es fertig

Ein Gerät anzulegen sind **vier Schritte** bei vier verschiedenen Servern. Die Seite meldet jeden einzeln.

Server	Was dort passiert
Identity Server	Gerät angelegt
Join Server	Schlüssel hinterlegt
Network Server	Funk eingestellt
Application Server	Anwendung bereit

Warum das einzeln dasteht

Drei Schritte können klappen und der vierte nicht. Dann ist das Gerät halb angemeldet und würde nie joinen.

Steht überall ein Haken, ist euer Shield bekannt.

Was die Zahlen bedeuten

Angabe	Woher	Wofür
DevEUI	vom Modul	Die Gerätenummer, weltweit eindeutig.
JoinEUI	vom Modul	Zu welcher Anwendung die Node gehört.
AppKey	vom Modul	Der geheime Schlüssel zum Anmelden und Verschlüsseln.
Geräte-ID	vorbelegt	Der Name innerhalb der Anwendung.
Name	wählt ihr	Was in der Geräteübersicht steht.

Nur der AppKey ist geheim

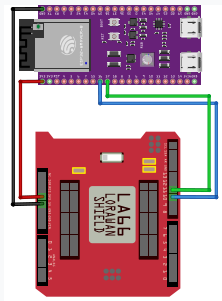
Wer ihn hat, kann in eurem Namen senden.

4

Die Node bekommt einen Sender

Ein zweites Board

Angeleiteter Aufbau



Vier Drähte zwischen Board und
Shield

Der Sensor von gestern bleibt. Dazu kommt das **LA66-Shield**, das Funkmodul.

Es wird **verdrahtet**, nicht aufgesteckt.
Welcher Draht wohin gehört, steht auf
Arbeitsblatt 4, Aufgabe 1 b.

Zuletzt kommt die **Antenne**.

Niemals ohne Antenne senden

Ein Funkmodul ohne Antenne nimmt Schaden. Erst Antenne, dann Strom, dann Programm.

5

Die erste Nachricht

Ein Satz geht auf Reisen

Einzelarbeit am Arbeitsblatt

Arbeitsblatt 4 • Aufgabe 1

Schickt eine kurze Textnachricht los und schaut nach, ob sie angekommen ist.
Noch keine Messwerte, erst der Weg.

Wo ihr nachseht
Im **LoRaMINT-Status-Fenster**, nicht in
Thonny.

Wenn nichts kommt
Erst warten, dann das
Kärtchen, dann Hand
heben. In dieser
Reihenfolge.

Wenn ihr fertig seid
Ändert den Text. Oder
sendet erst auf
Knopfdruck.

6

Der eigene Messwert

Vom Dictionary in die Nachricht

Gestern lag alles beieinander:

```
messung["temperatur"]
```

Verschickt wird aber **ein Wert**, nicht der ganze Stapel. Also muss zu jedem Wert dabeistehen, welcher er ist.

Genau dafür war das Dictionary da

Es hält **Name** und **Wert** zusammen. Beim Senden werden genau diese beiden gebraucht.

Eine Liste hätte hier nur drei nackte Zahlen, und niemand wüsste, welche welche ist.

Was in eine Nachricht passt

Der Name

Welche Größe es ist,
etwa Temperatur.

Der Wert

Die Zahl selbst.
Gerundet, so wie
gestern.

Mehr nicht

Kein Satz drumherum,
keine Einheit als Text.
Beides kostet Platz und
steht ohnehin fest.

Rechnen vor dem Senden, nicht danach

Was einmal unterwegs ist, lässt sich nicht mehr korrigieren. Runden, umrechnen und prüfen gehört **vor** den Versand.

Die immer gleichen Zeilen

```
1 # Ein Messwert geht auf die Reise. Die Zeilen, die immer gleich sind.  
2  
3 from loramint import LoRaMINT, MintValue  
4  
5 lora = LoRaMINT()  
6 lora.join()  
7  
8 messwert = MintValue(21.5, "*C", "Raum 101", "Temperatur", "BME280")  
9  
10 lora.sendValue(messwert)
```

Was daran fest ist

Anmelden

LoRaMINT() und join(). Einmal, ganz oben.

Verpacken

MintValue mit fünf Angaben, in fester Reihenfolge.

Senden

sendValue. Danach mindestens zehn Sekunden Pause.

Was ihr ändert

Nur die fünf Angaben in den Klammern. Alles andere bleibt.

Jetzt ihr

Schritt für Schritt am Arbeitsblatt

Arbeitsblatt 4 • Aufgabe 2

Sucht euch einen Messwert aus und schickt ihn los. Danach steht eure eigene Temperatur im LoRaMINT-System.

Die Anleitung führt euch

Schritt für Schritt, mit allen Zeilen.

Wenn ihr fertig seid

Es gibt dieselbe Anleitung noch einmal, mit Lücken. Traut euch.

7

Eine eigene Frage

Was wollt ihr wissen?

Gruppengespräch

Der Auftrag

Sucht euch eine Frage, die sich mit euren Nodes beantworten lässt, und haltet sie auf Papier fest: **Wer misst was, wo, und warum?**

Eine gute Frage braucht zwei Orte oder zwei Zeiten. Sonst gibt es nichts zu vergleichen.

Beispiel

Treppenhaus kälter als
Klassenzimmer?

Beispiel

Wie lange wirkt Lüften
nach?

Beispiel

Nachts im Keller
feuchter?

8

Die Messung läuft weiter

Ab jetzt ohne euch Partnerarbeit

Messintervall

Wie oft gesendet wird.
Minuten, nicht
Sekunden.

Standort

Trocken, mit Strom, und
dort, wo eure Frage
gestellt ist.

Protokollbogen

Wer, wo, seit wann, mit
welchem Intervall.

Vor dem Weggehen

Einmal nachsehen, ob wirklich etwas ankommt. Eine Node, die nicht sendet, merkt bis morgen niemand.

9

Was hängengeblieben ist

Kahoot 6

Lernstandskontrolle

So läuft es

Noch einmal **kahoot.it** und die PIN von der Wand. Es geht um heute: Funk, Anmeldung, Senden und die Langzeitmessung.

Was ihr heute geschafft habt

Eure Messwerte haben den Raum verlassen. Sie liegen jetzt in einem System, das ihr nicht selbst betreibt, und sammeln sich dort weiter, während ihr zu Hause seid.

Morgen holt ihr sie zurück und schaut, was dabei herausgekommen ist.