Flurfunk – ein LoRa-basierter   
Hausflohmarkt

Ein Bild, das Text, Grafiken, Schrift, Logo enthält.

KI-generierte Inhalte können fehlerhaft sein.

Bericht zum Projekt für «Distributed Programming   
and Internet Architecture»

Universität Basel, Sommersemester 2025

vorgelegt von Andrea Seehuber, 07.07.2025

Inhaltsverzeichnis

[1 Einleitung 1](#_Toc202570546)

[2 Umsetzung des Projekts 1](#_Toc202570547)

[2.1 Rahmenbedingungen 1](#_Toc202570548)

[2.2 Implementierung 2](#_Toc202570549)

[2.2.1 Hardwarenahe Kommunikation 2](#_Toc202570550)

[2.2.2 Netzwerkprotokoll und Nachrichtenfluss 2](#_Toc202570551)

[3 Literaturverzeichnis 3](#_Toc202570552)

# Einleitung

## Motivation

Digitale Kommunikation ist heutzutage fast immer auf zentrale Infrastrukturen angewiesen: Server, Mobilfunkmasten, Internetprovider. In Krisensituationen, abgelegenen Regionen oder autoritär regierten Staaten kann diese Abhängigkeit jedoch problematisch werden. Zentrale Server lassen sich zensieren, kontrollieren oder schlicht abschalten. Die permanente Internetverbindung ist zudem energieintensiv und schliesst Menschen ohne Zugang aktiv aus. Dezentrale Netzwerke bieten hier eine alternative Kommunikationsform: Sie funktionieren ohne zentrale Steuerung, sind robuster gegen Ausfälle und ermöglichen einen direkten, selbstbestimmten Austausch von Informationen. Projekte wie «Meshtastic» zeigen, wie durch den Einsatz von LoRa-Funkmodulen einfache Peer-to-Peer-Netzwerke aufgebaut werden können, die Nachrichten energieeffizient über mehrere hundert Meter oder sogar Kilometer übertragen – ganz ohne Mobilfunk oder WLAN (Meshtastic LLC, unbekannt).

LoRa (Long Rang) ist ein proprietäres Modulationsverfahren auf Basis von Chirp Spread (CSS), das auf lizenzfreien ISM-Bändern (z. B. 868 MHz in Europa) arbeitet. Es ermöglicht extrem stromsparende Kommunikation bei sehr geringer Bandbreite, typischerweise im Bereich von wenigen hundert Bit pro Sekunde. Dadurch eignet es sich ideal für batteriebetriebene Geräte und einfache Datenübertragung über grosse Entfernungen bei gleichzeitig hoher Störfestigkeit (Union schweizerischer Kurzwellen-Amateure, 2024).

## Zielsetzung

Das Projekt «Flurfunk» setzt genau auf diese Idee: Eine App, die Bewohner eines Hauses über ein LoRa-basiertes Mesh-Netzwerk miteinander verbindet, um gebrauchte Gegenstände auszutauschen. Dabei erfolgt sämtliche Datenübertragung ohne Anbindung an das Internet und lokal. Beim ersten Start der App gibt der Benutzer seine Adressdaten ein, die zur eindeutigen Identifizierung im Netzwerk dienen. Dann erlaubt die Benutzeroberfläche die Erstellung neuer Angebote in verschiedenen Kategorien. Die eigenen Angebote können deaktiviert werden, falls sich eine andere Person dafür interessiert und auch wieder reaktiviert werden. Im deaktivierten Zustand werden sie auf dem GUI der Netz-Peers nicht mehr angezeigt. Angebote können vom eigenen GUI auch komplett ausgeblendet werden, wenn sie physisch nicht mehr vorhanden sind. Alle Daten werden periodisch und verschlüsselt innerhalb des eigenen Netzwerks per Broadcast übertragen.

# Umsetzung des Projekts

## Rahmenbedingungen

Für die Kommunikation über das LoRa-Mesh kamen zwei Waveshare SX1261 LoRa USB-Adapter (850 – 920 MHz) zum Einsatz (Digitec Galaxus AG, 2025). Diese Geräte bieten eine einfache Möglichkeit, LoRa-Kommunikation per USB-UART-Schnittstelle mit einem beliebigen Host-System aufzubauen. Sie unterstützen einen Stream- und einen Packet-Modus und lassen sich über   
AT-Befehle steuern. Um eine zuverlässige Kommunikation im europäischen ISM-Band zu gewährleisten, wurde auf den Geräten vor Inbetriebnahme nach Anleitung auf der Website des Herstellers ein Firmware-Update durchgeführt (Waveshare, unbekannt). Die Konfiguration erfolgte zunächst über die Android-App «Serial USB Terminal» und ein Austausch von Nachrichten konnte erfolgreich getestet werden.

Die beiden USB-Dongles wurden jeweils über einen USB-OTG-Adapter direkt mit zwei Android-Smartphones verbunden:

* Sony Xperia 5 II (Android 12)
* Samsung Galaxy A16 (Android 15)

Beide Geräte unterstützen USB-OTG und ermöglichen so eine direkte serielle Kommunikation zwischen App und LoRa-Dongle. Der Zugriff auf die USB-Schnittstelle erfolgt über das Android-USB-Host-API in Verbindung mit einer eigenen USB-Abstraktionsschicht innerhalb der App.

Die App wurde in Java mit Android Studio entwickelt. Dabei kamen die offiziellen Android-Entwicklungswerkzeuge sowie das USB-Host-API und AndroidX-Bibliotheken zum Einsatz. Für die serielle Kommunikation mit dem LoRa-Dongle wurde die Open-Source-Bibliothek «usb-serial-for-android» verwendet (Kai Morich, 2025). Die App ist modular aufgebaut und unterscheidet klar zwischen der hardwarenahen Steuerung des LoRa-Dongles, dem Netzwerkprotokoll und der verteilten Datenhaltung.

## Implementierung

### Hardwarenahe Kommunikation

Die App kommuniziert direkt mit dem angeschlossenen LoRa-Dongle über die serielle USB-Schnittstelle. Die Umsetzung orientiert sich dabei an der Funktionsweise der Android-App «USB Serial Terminal» und ist zweistufig aufgebaut (Kai Morich, 2024):

* Die Klasse LoRaService ist ein persistenter Android-Service, der von der Netzwerkkomponente ATLoRaManager gebunden werden kann. Er kapselt die gesamte Lebensdauer der Verbindung zum Dongle und delegiert die eigentliche I/O-Kommunikation an ein internes LoRaSocket-Objekt. Die Methoden connect(), write() und disconnect() dienen als API für die Anwendung.
* Die Klasse LoRaSocket verwaltet die konkrete serielle Verbindung. Sie öffnet den USB-Port, konfiguriert ihn mit Standardparametern und startet dann einen Hintergrundthread über die Klasse SerialInputOutputManager, der kontinuierlich auf eingehende Daten wartet. Diese werden bei Empfang an eine LoRaListener-Instanz weitergegeben, die als Callback-Schnittstelle dient. Falls der Lese-Thread unerwartet abbricht, versucht LoRaSocket bis zu drei Wiederverbindungen, bevor die Verbindung endgültig aufgegeben wird. Dadurch bleibt die App auch bei instabiler Verbindung funktionsfähig.

Der verwendete LoRa-Dongle übernimmt intern die Fragmentierung und Pufferung von Datenpaketen. Nutzdaten bis 960 Byte werden automatisch in Pakete à 240 Byte aufgeteilt und eine zuverlässige Übertragung der Datenpakete wird durch eine integrierte CRC-Prüfung sichergestellt. Fehlerhafte Pakete werden vom Dongle automatisch verworfen (Waveshare, unbekannt).

### Netzwerkprotokoll und Nachrichtenfluss

Die Klasse ATLoRaManager bildet die zentrale Schnittstelle zwischen der LoRa-Hardware und dem Anwendungscode. Nach dem Start übernimmt sie die Initialisierung des Dongles per   
AT-Befehlen (z. B. AT+MODE=1 für den Stream-Modus) und setzt dabei alle relevanten Übertragungsparameter. Da serielle Daten über USB nicht paketorientiert, sondern in beliebig grossen Chunks eintreffen, ist ein robuster Parser erforderlich. Hierfür wird ein interner SerialFrameReader eingesetzt, der alle eingehenden Bytes puffert und nach einem definierten Nachrichtenrahmen durchsucht: Gemäss Netzwerkprotokoll beginnt eine Nachricht mit einem # und endet mit der Zeichenkette ;EOM. Nur vollständig empfangene und korrekt kodierte Frames werden weitergeleitet. Um sicherzustellen, dass der Empfangspuffer korrekt mit Chunks arbeitet und keine Überläufe oder Fehlinterpretationen auftreten, wird die Parserlogik thread-sicher umgesetzt. Für den ausgehenden Nachrichtenfluss wird eine Sende-Queue verwendet, die in einem dedizierten Thread verarbeitet wird. Um Kollisionen zu vermeiden, wird vor jedem Sendevorgang überprüft, ob aktuell ein Empfang stattfindet, und ein Mindestabstand zwischen zwei Übertragungen erzwungen.

# Literaturverzeichnis

**Digitec Galaxus AG. 2025.** Digitec - Development Boards and Kits. *Digitec.* [Online] 2025. [Zitat vom: 04. Juli 2025.] https://www.digitec.ch/en/s1/product/waveshare-sx1262-lora-tcxo-usb-adapter-850-930mhz-development-boards-kits-53127368.

**Meshtastic LLC. unbekannt.** Meshtastic. *Meshtastic.* [Online] unbekannt. [Zitat vom: 04. Juli 2025.] https://meshtastic.org/.

**Union schweizerischer Kurzwellen-Amateure. 2024.** Was ist LoRa? *USKA.* [Online] 2024. [Zitat vom: 04. Juli 2025.] https://uska.ch/lora/.

**Waveshare. unbekannt.** USB-TO-LoRa-xF. *Waveshare Wiki.* [Online] unbekannt. [Zitat vom: 04. Juli 2025.]