HTWK

IM Fakultät Informatik und Medien

Dezibot Schwarm Logging & Monitoring

Vom Einzelbot-Debugging zur Schwarmplattform

Projektpräsentation, Februar 2026
Projektteam Dezibot: Niclas Jost, Marius Busalt

Fakultät Informatik und Medien
HTWK Leipzig

Gliederung

1. Motivation
2. Architektur
3. Funktionen
4. Ausblick

Projektteam Dezibot: Niclas Jost, Marius Busalt, Fakultät Informatik und Medien
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

Ausgangslage vor diesem Projekt

- Debug-Server zeigte nur die Sensordaten des Webserver-Host Dezibots
- Es gab nur Diagnose eines einzelnen Dezibots
- Keine Kommunikation zu anderen Dezibots implementiert
- Großes Webbundle

Projektteam Dezibot: Niclas Jost, Marius Busalt, Fakultät Informatik und Medien
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

Ursprüngliche Verbesserungsideen

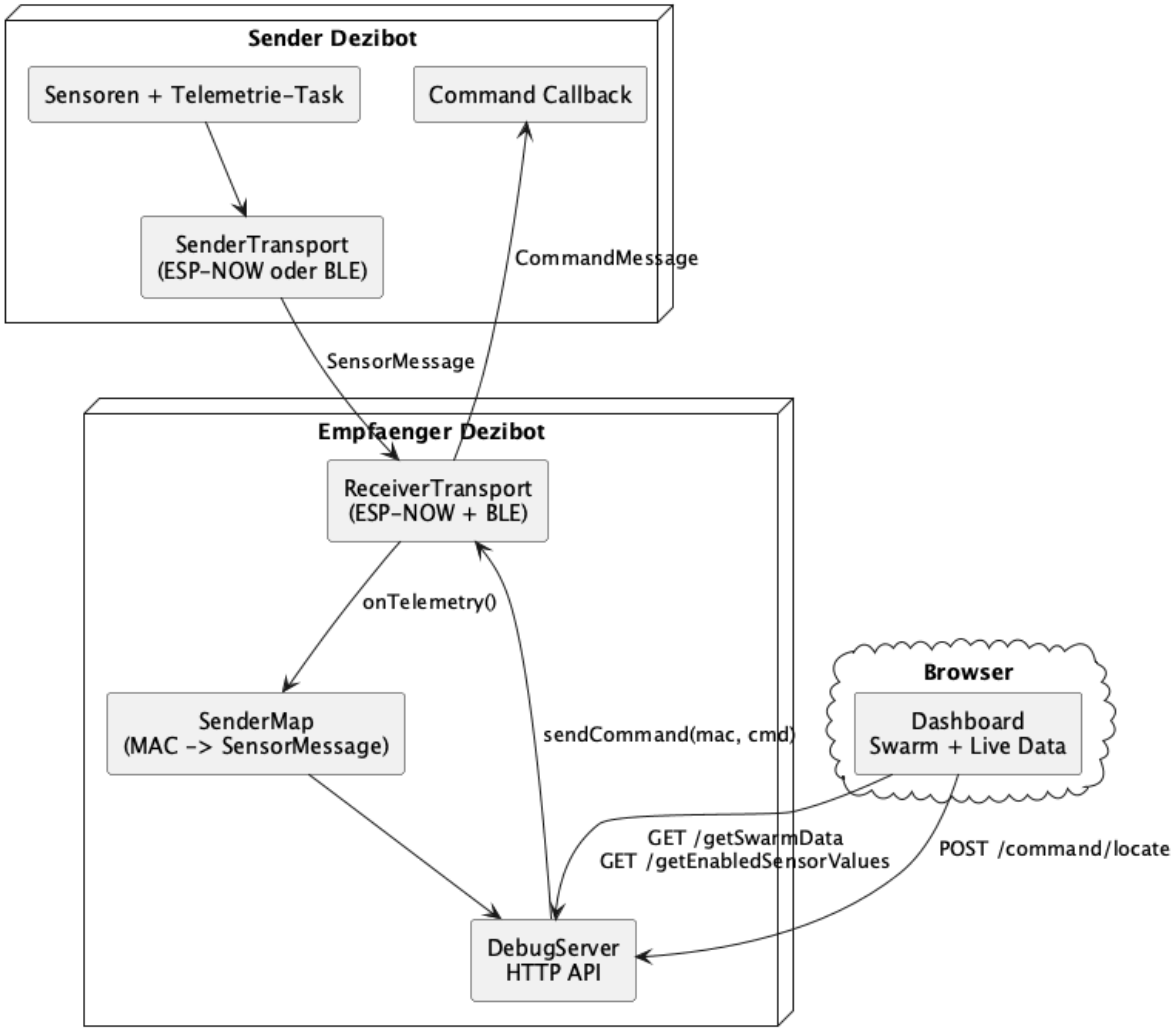
- Überwachung einer Dezibotgruppe bzw. Schwarm
- Schnelle Übersicht über Schwarm: Wer ist online, wer sendet, Logs einsehen
- Fokus auf Diagnostik, ausgelesene Sensordaten einsehbar und spezifische Logs verfügbar machen
- Identifizierung von Dezibots ermöglichen, um Daten leichter zuordnen zu können

Projektziele

- Zentrale Schwarm-Übersicht aller verbundenen Dezibots über Masterdezibot
- Telemetrie und Logs einzelner Dezibots verfügbar machen
- Bidirektionale Kommunikation: Masterdezibot soll Telemetrie empfangen und Kommandos zurücksenden
- Kommunikationsprotokoll-Agnostisch
- Echtzeitverfügbarkeit durch entkoppeltes Telemetriemanagment
- Verbesserte UI passend zu neuen Funktionen, Speicherverbrauch reduzieren
- Logging für größere Schwärme ermöglichen

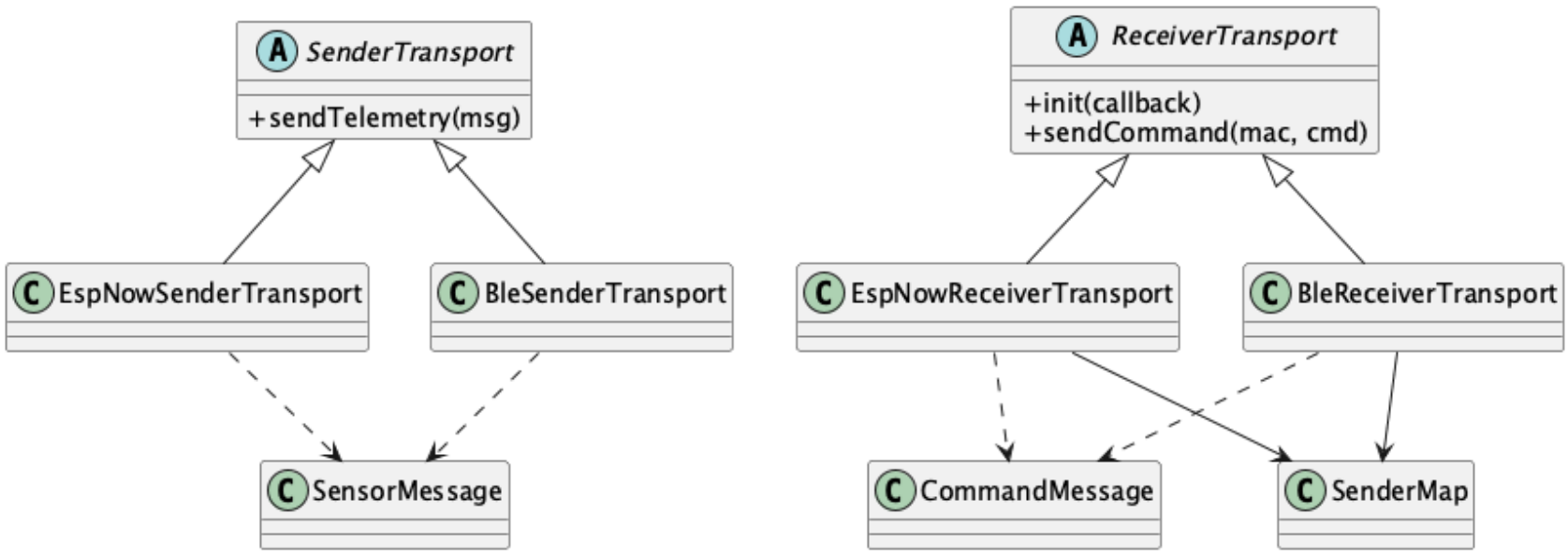
Projektteam Dezibot: Niclas Jost, Marius Busalt, Fakultät Informatik und Medien
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

PlantUML Grobarchitektur (Systemkontext)



Projektteam Dezibot: Niclas Jost, Marius Bucalt, Fakultät Informatik und Medien
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

PlantUML Klassendiagramm (Transport-Layer)



Projektteam Dezibot: Niclas Jost, Marius Busalt, Fakultät Informatik und Medien
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

Build- und Flash-Workflow

- Einheitliche Build-Umgebung für Sender und Empfanger, gesamte Config in platform.ini einsehbar
- Frontend-Artefakte können optional in `data/` gebaut und per SPIFFS hochgeladen werden.

```
cd web
npm install
npm run build

pio run -e esp32s3_receiver -t uploadfs
pio run -e esp32s3_receiver -t upload
pio run -e esp32s3_sender -t upload
```


Projektteam Dezibot: Niclas Jost, Marius Busalt, Fakultät Informatik und Medien
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

Schwarm-Übersicht im Dashboard

- Je Bot sichtbar: Online/Offline, MAC, Message Counter, Uptime, Last Seen
- Klick auf einen Bot führt direkt in die Live-Sensoransicht für diesen Dezibot
- Senden von Commands durch verschiedene Buttons

Projektteam Dezibot: Niclas Jost, Marius Busalt, Fakultät Informatik und Medien
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

Charts mit Live-Sensordaten

- Pro Sensorwert ein eigenes Echtzeit-Diagram
- Anzeige umfasst Sensordaten und Systemmetriken wie Heapinfo oder Chip-Temperatur
- Anzahl der Datenpunkte ist konfigurierbar

Projektteam Dezibot: Niclas Jost, Marius Busalt, Fakultät Informatik und Medien
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

Logging

- Eigene Logging-Seite mit Filterung nach Level (ALL, INFO, WARNING, ERROR, DEBUG, TRACE)
- Polling-basierter Nachlade-Mechanismus für neue Einträge in nahezu Echtzeit
- Ringpuffer im Receiver-Dezibot verhindert unkontrolliertes Speicherwachstum
- Ermöglicht wichtigen Debugging Einstieg

Projektteam Dezibot: Niclas Jost, Marius Busalt, Fakultät Informatik und Medien
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

Kommunikationsprotokolle

- ESP-NOW und BLE GATT implementiert
- Transport-Adapter Pattern Prozess und Kommunikationslogik getrennt
- -> Flexibilität um verschieden Usecases abzudecken, erweiterbar
- ESP-Now: 200-500m Range, bis zu 1 MBPS
- BLE: 10-50m Range, bis zu 2 MBPS

Projektteam Dezibot: Niclas Jost, Marius Busalt, Fakultät Informatik und Medien
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

ESP-NOW: Telemetrie und Kommandos

- Sender broadcastet `SensorMessage` im Sekundentakt, Empfänger sammelt zentral
- Kommandos gehen vom Dezibot-Receiver an einen spezifischen Dezibot-Sender, z.B. Locate Dezibot
- `Magic Numbers` trennen Sensor- und Kommando-Pakete robust

Projektteam Dezibot: Niclas Jost, Marius Busalt, Fakultät Informatik und Medien
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

Bluetooth (BLE GATT)

- Sender als GATT-Server, Empfänger als GATT-Client
- Sensordaten kommen per Notification, Kommandos per Write
- Ermöglicht gemischte Setups mit ESP-NOW und BLE innerhalb derselben Plattform

Projektteam Dezibot: Niclas Jost, Marius Busalt, Fakultät Informatik und Medien
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

Web-Server

- UI basiert auf SolidJS/Vite als Single-Page-Application
- Monitoring nutzerfreundlicher gestalten
- Bundle Größe wurde deutlich reduziert (530kb -> 135kb)
- Export-Funktionalität

Projektteam Dezibot: Niclas Jost, Marius Busalt, Fakultät Informatik und Medien
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

Demo

Projektteam Dezibot: Niclas Jost, Marius Busalt, Fakultät Informatik und Medien
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

Roadmap

- Sensor-Export als CSV/JSON für Analyse in Python oder Tabellenkalkulation
- Device Naming für besser lesbare Bot-Identifikation anstatt reiner MAC-Adressen
- Erweiterte Remote-Commands für Motoren, LEDs und gruppierte Aktionen
- Alerting bei Schwellwerten, z. B. Heap, Temperatur oder Verbindungsverlust
- Funktionen wie OTA-Update, Fernsteuerung, RSSI-basierte Entfernungsschätzung oder Ladestandanzeige des Dezibots

Fazit

- Aus einem Einzelbot-Debugging wurde eine zentrale Schwarmüberwachung entwickelt
- Architektur ist so aufgebaut, dass weitere Protokolle und Features anschlussfähig sind
- Mehrwert unserer Erweiterung ist unter anderem das Live-Monitoring anderer Bots, Daten- und Kommandokommunikation sowie Protokollauswahl
- Größere Schwärme überwachbar durch speichereffiziente UI und konsequentes Speichermanagment

Fragen?

Quellen und Referenzen

- Projekt-Repository und README:
  `https://github.com/niclas-j/dezibot-swarm-logging`
- Dezibot Logging Vorgangerprojekt:
  `https://github.com/Tim-Dietrich/dezibot-logging`
- Dezibot4 Bibliothek: `https://github.com/dezibot/dezibot`
- ESP-NOW Dokumentation (Espressif):
  `https://docs.espressif.com/`