

Master-Thesis Engineering, Fachgebiet Information and Communication Technologies

# Ein Low-Power LoRaWAN Modul, das direkt ins All kommuniziert

The diagram illustrates the communication capabilities of the Tardigrade module. It shows a satellite in orbit receiving signals from a ground station and a mobile device. The ground station is connected to a terrestrial LoRaWAN network, while the satellite is connected to an astronomical LoRaWAN network. The hardware board, Tardigrade, is shown with various components labeled: Energie-management, USB-C, MAX-8Q GNSS Modul, ATECC608A-TNGLORA Secure Element, Single Wire Output, UART, SX1262 LoRa Transceiver, LoRa Impedance Matching and Filtering, and LPC55S16 Mikrocontroller.

**Neu**  
Tardigrade kann sowohl terrestrisches LoRaWAN Netzwerk als auch astronomisches LoRaWAN Satellitennetzwerk nutzen

**Bisher**  
Übliches IoT LoRaWAN Gerät kann terrestrische LoRaWAN Netzwerke nutzen

Bildbereich

**Im Rahmen dieser Thesis wurde ein universell einsetzbares Low-Power LoRaWAN-Modul entwickelt, welches neben herkömmlichen terrestrischen LoRaWAN Netzwerken auch die Kommunikation zu einem LoRaWAN Satellitennetzwerk erlaubt.**

Ein hier nicht genanntes Unternehmen ist dabei, ein LoRaWAN Satellitennetzwerk aufzubauen, das eine direkte Kommunikation mit konventionellen LoRa Endgeräten auf der Erde ermöglicht. Dazu wird das bekannte LoRaWAN Protokoll mit einer neuen Modulationstechnologie ergänzt. Das Ziel dieser Arbeit war die Entwicklung eines universell einsetzbaren IoT Gerätes, das energiesparend betrieben werden und diese neue Technologie nutzen kann. Die Aufgabenstellung definierte zudem, dass die offizielle und bekannte

Referenz-Implementation LoRaMac-node die Grundlage für die Software bilden soll.

Nach einer ausgiebigen Recherche wurde die Projektarbeit in die drei Teile Hardware Design, Software Design und Integration der Satellitenkommunikation aufgeteilt. Der geplante Service im All befindet sich erst im Aufbau und über die neue Funkmodulation ist noch sehr wenig bekannt. Mit Aufteilung der Projektarbeit war eine unabhängige Entwicklung der Segmente und damit einzelne Teilerfolge möglich.

Das neu entwickelte Board namens Tardigrade (siehe Abbildung) beinhaltet modernste Komponenten und lässt damit maximale Performance bei

minimalen Energieverbrauch zu. Mit den implementierten Low-Power Modi kann der Strombedarf auf bis zu 62,5  $\mu\text{A}$  gesenkt werden. Ein integriertes Energiemanagement erlaubt zudem den autonomen Betrieb des Boards mit einem LiPo-Akku und ermöglicht einen optimierten Ladevorgang des Akkus über ein Solar-Panel.

Sobald die neuentwickelte Hardware mit dem Stack LoRaMac-node betrieben werden konnte, startete die Integration der Satellitenkommunikation. Dazu wurde der MAC Layer des Software Stacks mit der neuen Technologie erweitert. Die erfolgreiche Anpassung bedeutete zugleich, dass Tardigrade das erste Board ist, das mittels LoRaMac-Node Nachrichten an das Satellitennetzwerk im All gesendet hat.

**Diego Bienz**

Betreuer:  
Prof. Erich Styger

Kooperationspartner:  
SensDRB GmbH