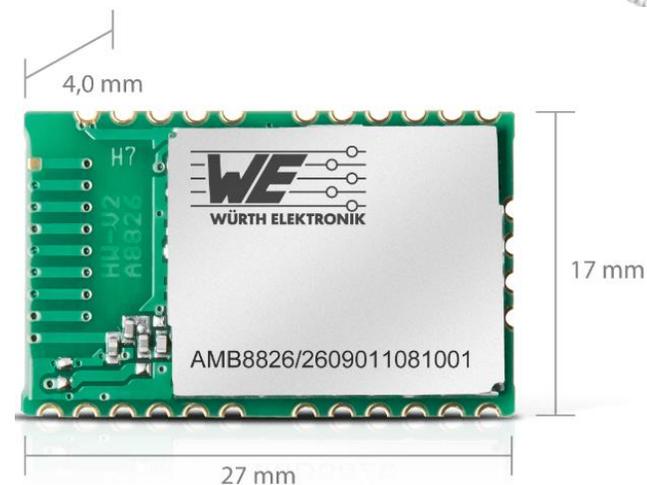
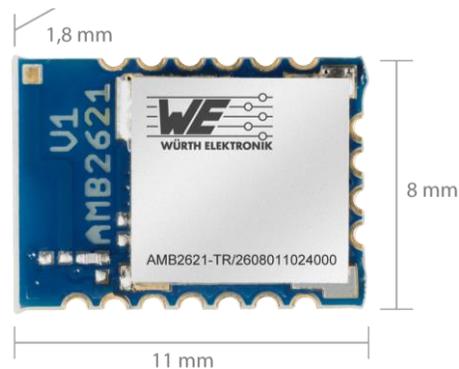


Funkprotokolle in Theorie und Praxis

Manfred Schommarz
23. Mai 2019

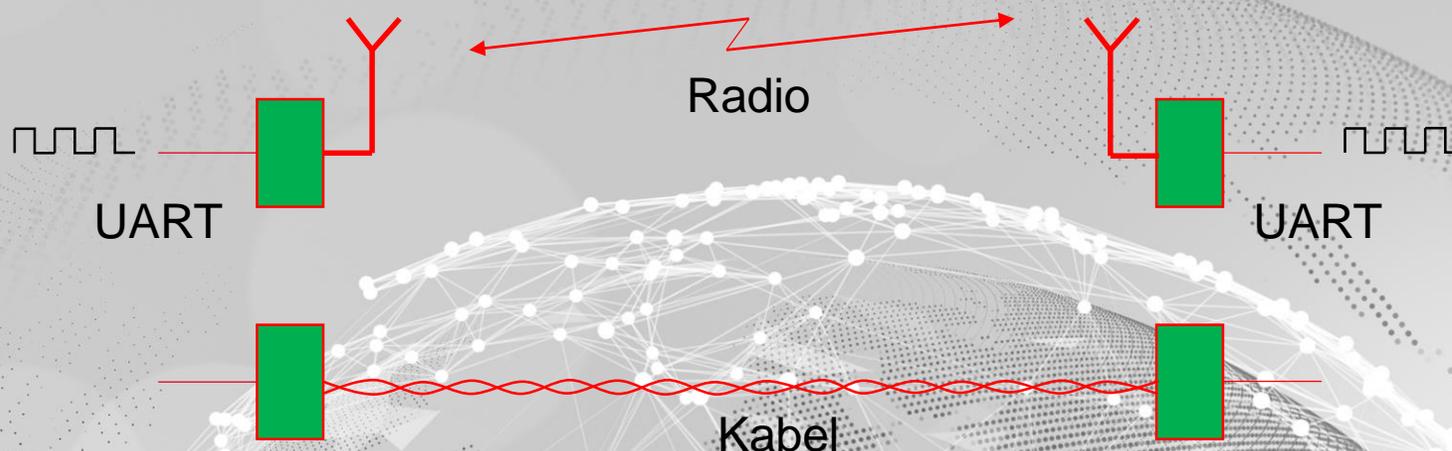
Übersicht

- Einführung: Protokolle
- Software
- Hardware
- Physical Layer
- Antennentypen
- Reichweiten/Dämpfung
- Funkmodule
- Werkzeuge
- Zusammenfassung



Einführung: Kommunikationsprotokoll

Ein Kommunikationsprotokoll eine Vereinbarung, nach der die Datenübertragung zwischen zwei oder mehreren Parteien abläuft. In seiner einfachsten Form kann ein Protokoll definiert werden als eine *Menge von Regeln*, die *Syntax*, *Semantik* und *Synchronisation* sowie *Fehlerbehebung* der Kommunikation bestimmen. Protokolle können durch **Hardware** und **Software** implementiert werden.



Einführung: Software

Der Protokollstapel ist eine übereinander angeordnete Architektur von Kommunikationsprotokollen

Application

Transport

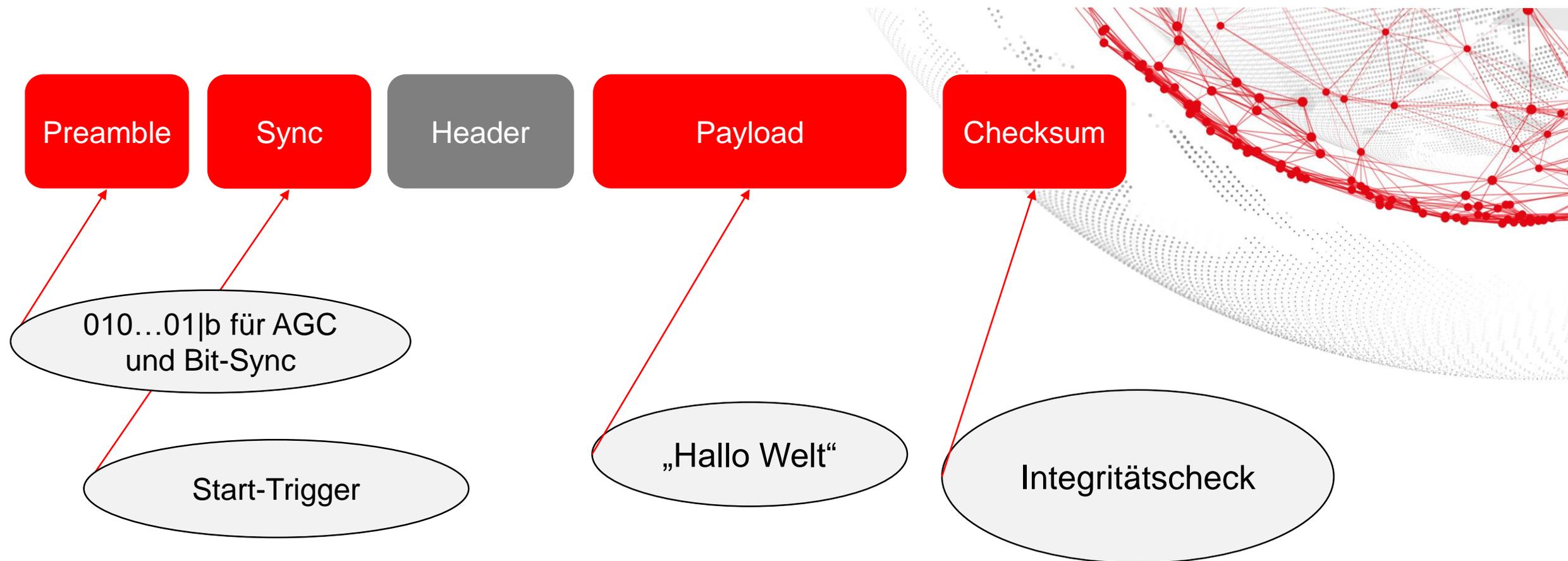
Media

Host Layers

Media Layers

PDU	Layer
Data	7 Application
Data	6 Presentation
Data	5 Session
Segments	4 Transport
Packets	3 Network
Frames	2 Data Link
Symbol	1 Physical

Funkprotokolle in der Praxis



Funkprotokolle in der Praxis

Preamble

Sync

Header

Payload

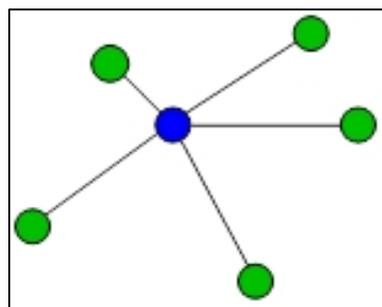
Checksum

Header Inhalt

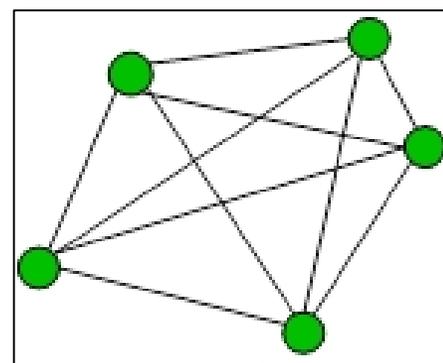
Netzwerk Merkmale

Adressierung

Erlaubt direkte Adressierung und Netzwerktopologien



Stern



Peer zu Peer

Funkprotokolle in der Praxis

Preamble

Sync

Header

Payload

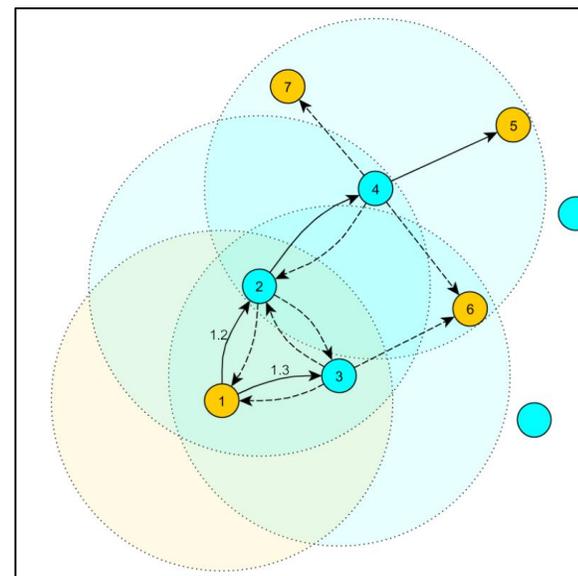
Checksum

Header Inhalt

Netzwerk Merkmale

Routing-
Informationen

erlaubt Routing-Mesh Netzwerke

Time to live/hop
counterfür Flooding and Routing-Mesh
Topologien

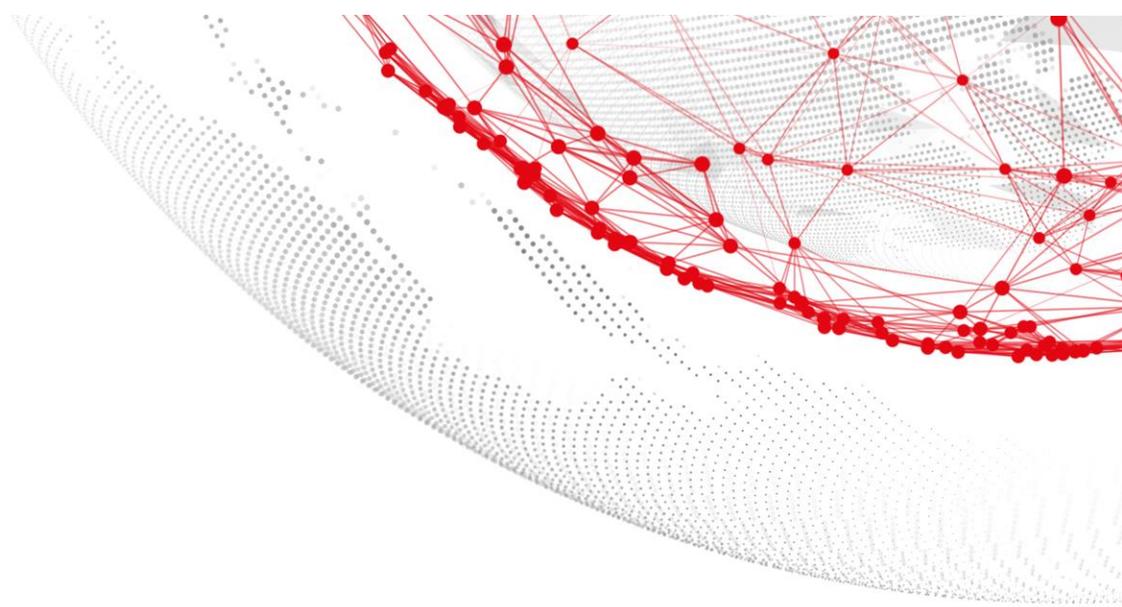
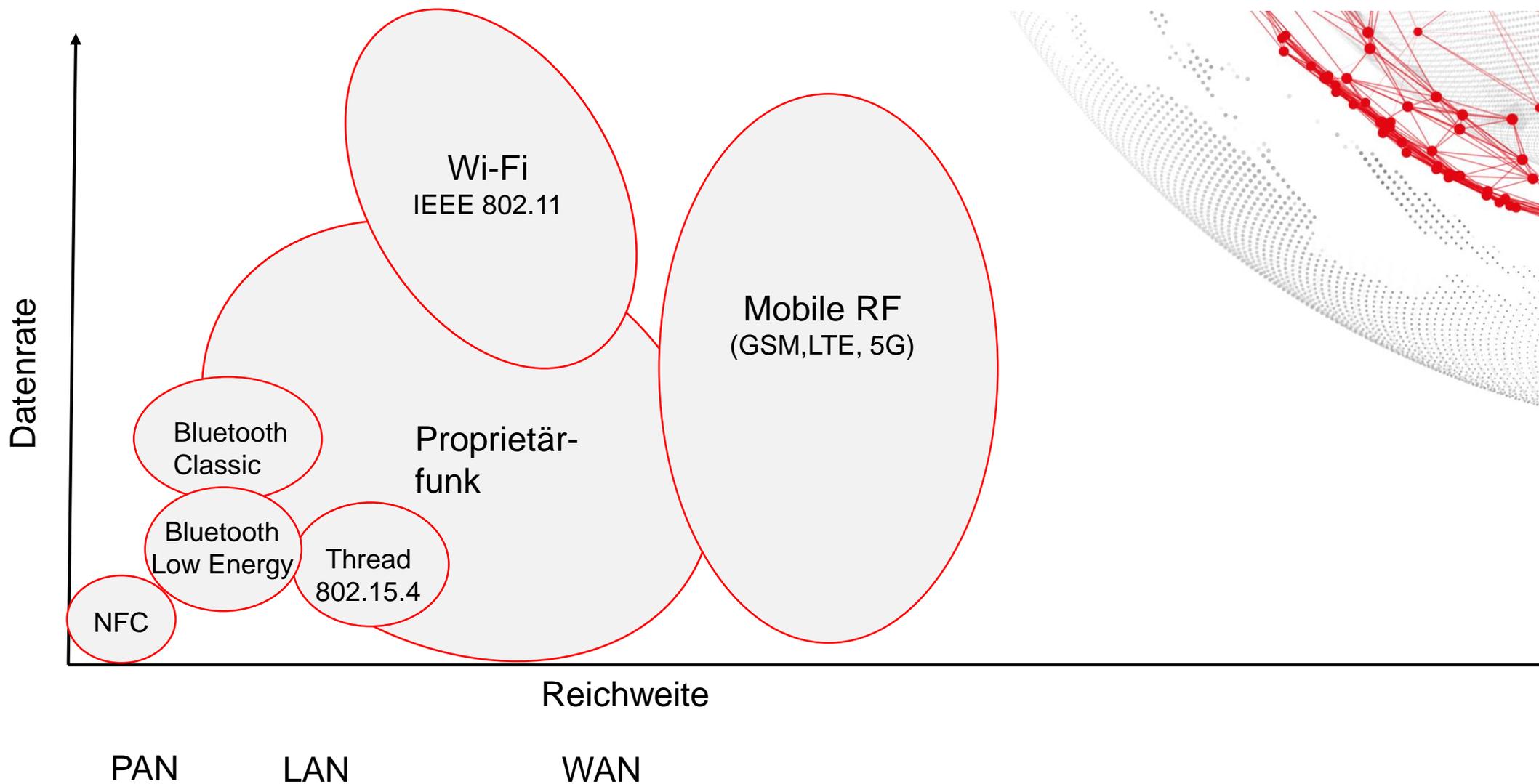
Flooding Mesh

Funkprotokolle in der Praxis

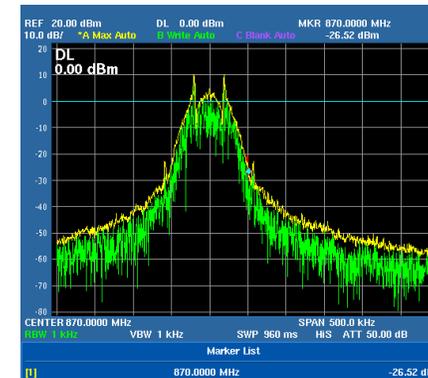
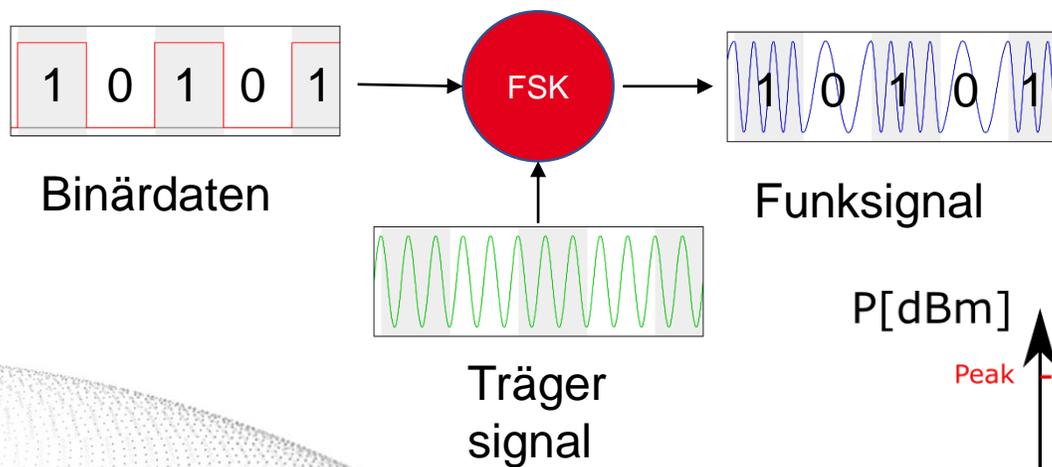


Header Inhalt	Netzwerk Merkmale
Fragmentierungs- informationen	Paketfragmentierung für größere Payloads
'Acknowledgement'	Erlaubt Sendebestätigung
Verschlüsselung	Erlaubt Verschlüsselung zur Datensicherheit

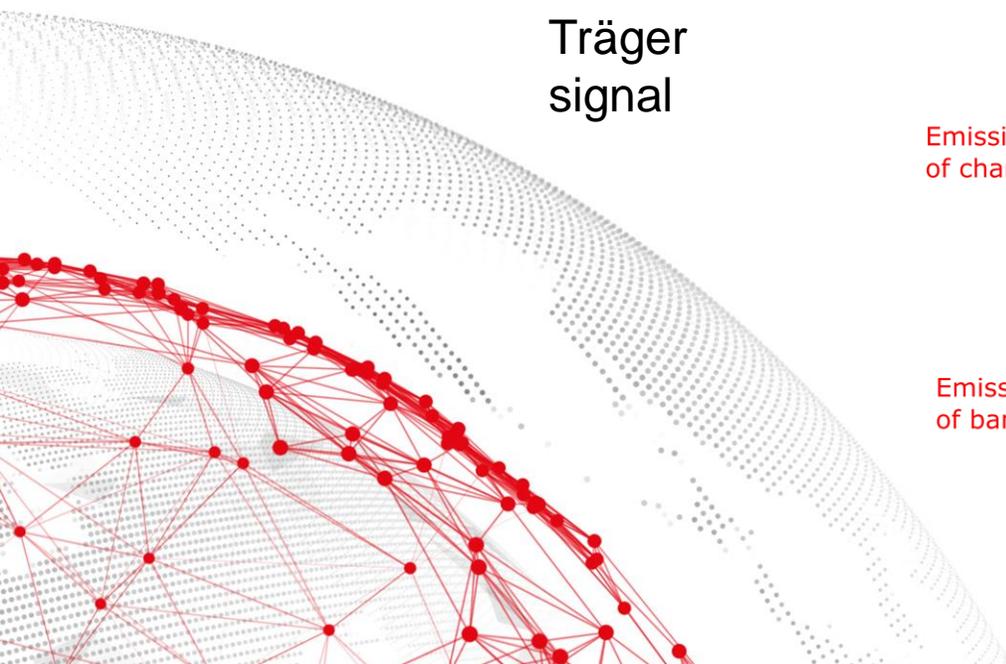
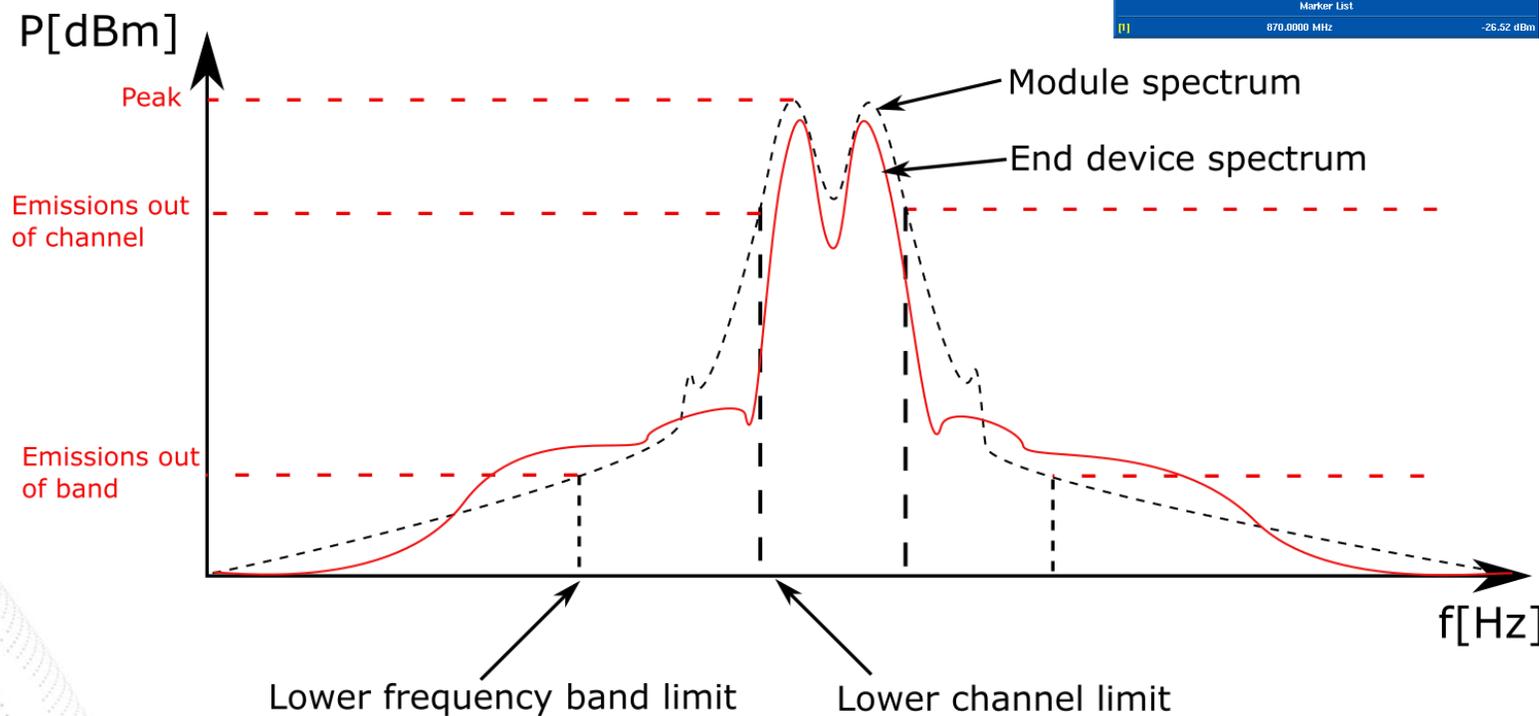
Funkprotokolle



Grundlagen 2-FSK



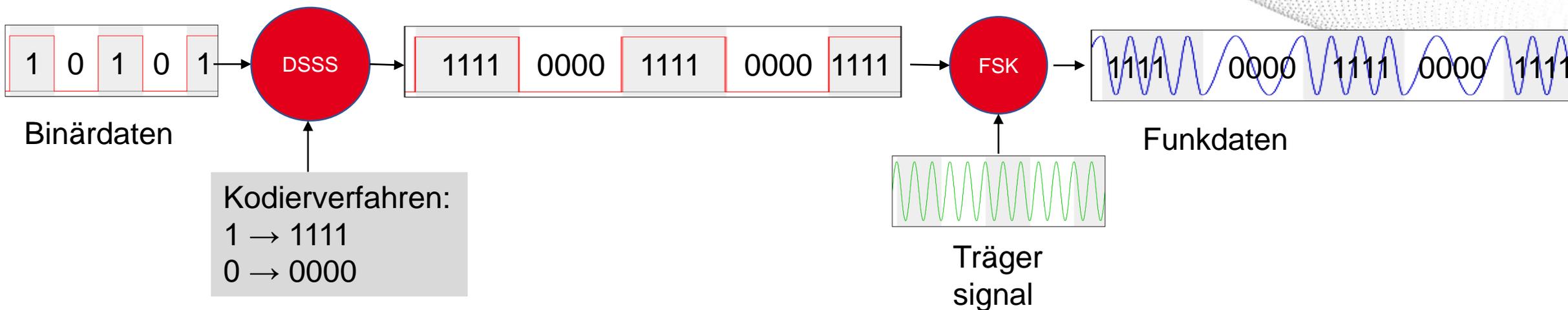
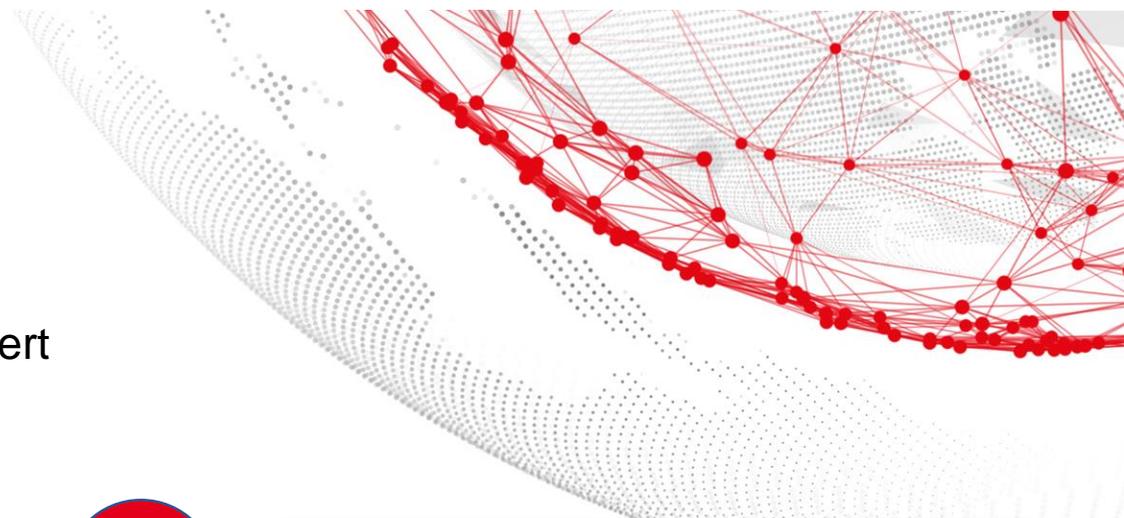
Spektrum



Physical layer: DSSS und FEC

Digitale Modulationsschemata ermöglichen höhere Reichweiten

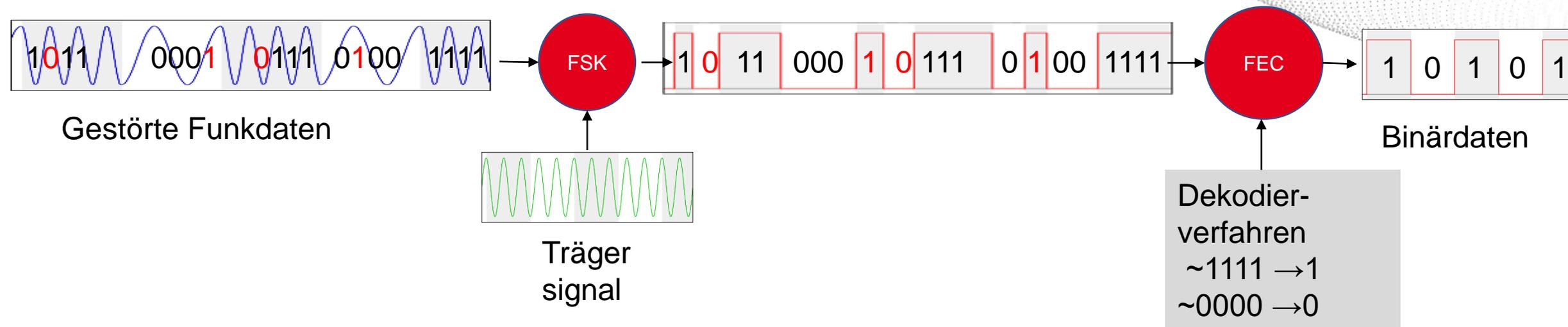
- DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum):
Daten werden vor dem Senden digital gespreizt
- FEC (Forward Error Correction):
Fehlerhafte Bits der empfangenen Daten werden korrigiert



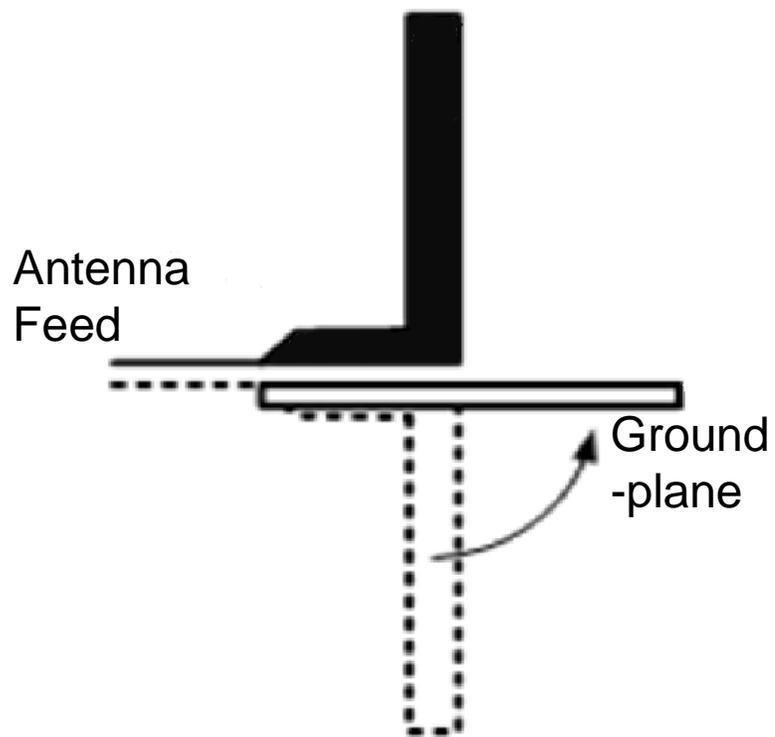
Physical layer: DSSS und FEC

Digitale Modulationsschemata ermöglichen höhere Reichweiten

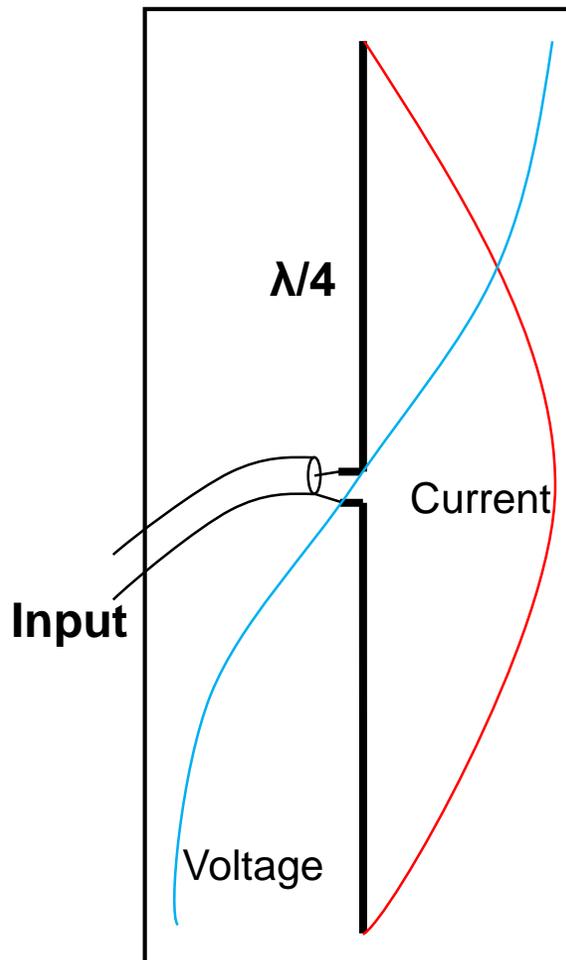
- DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum):
Daten werden vor dem Senden digital gespreizt
- FEC (Forward Error Correction):
Fehlerhafte Bits der empfangenen Daten werden korrigiert



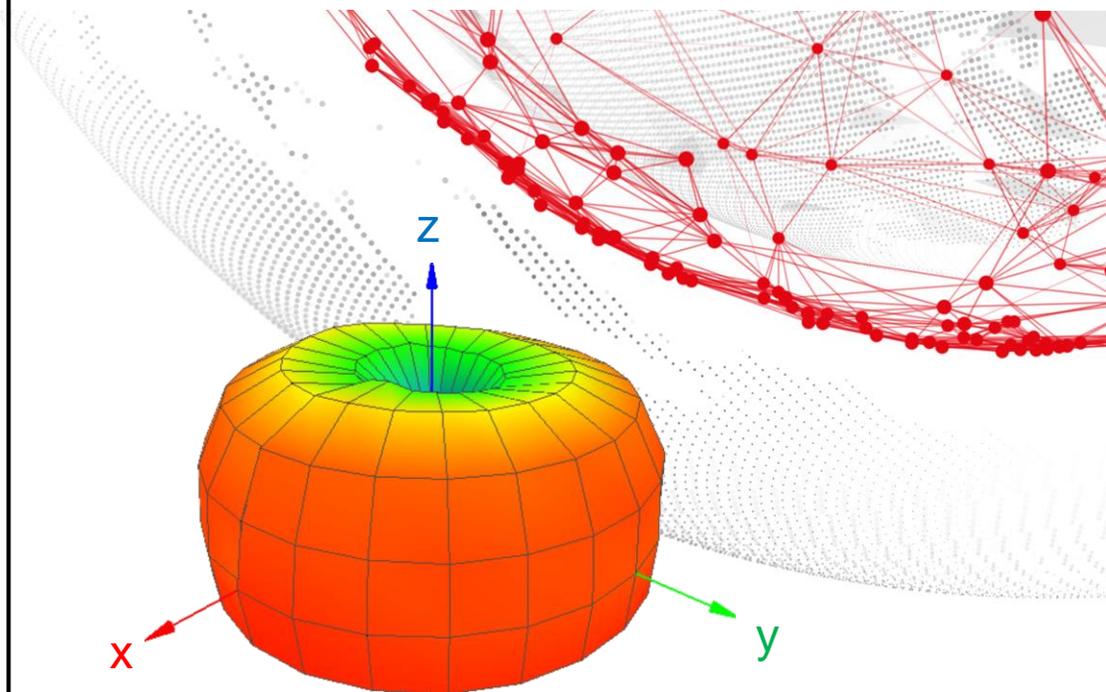
Grundlagen



$\lambda/4$ Monopolantenne mit Groundplane



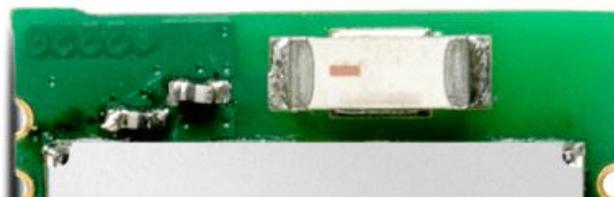
Maximale Energieabstrahlung bei $\lambda/2$



Abstrahlcharakteristik einer Dipolantenne

Antennentypen

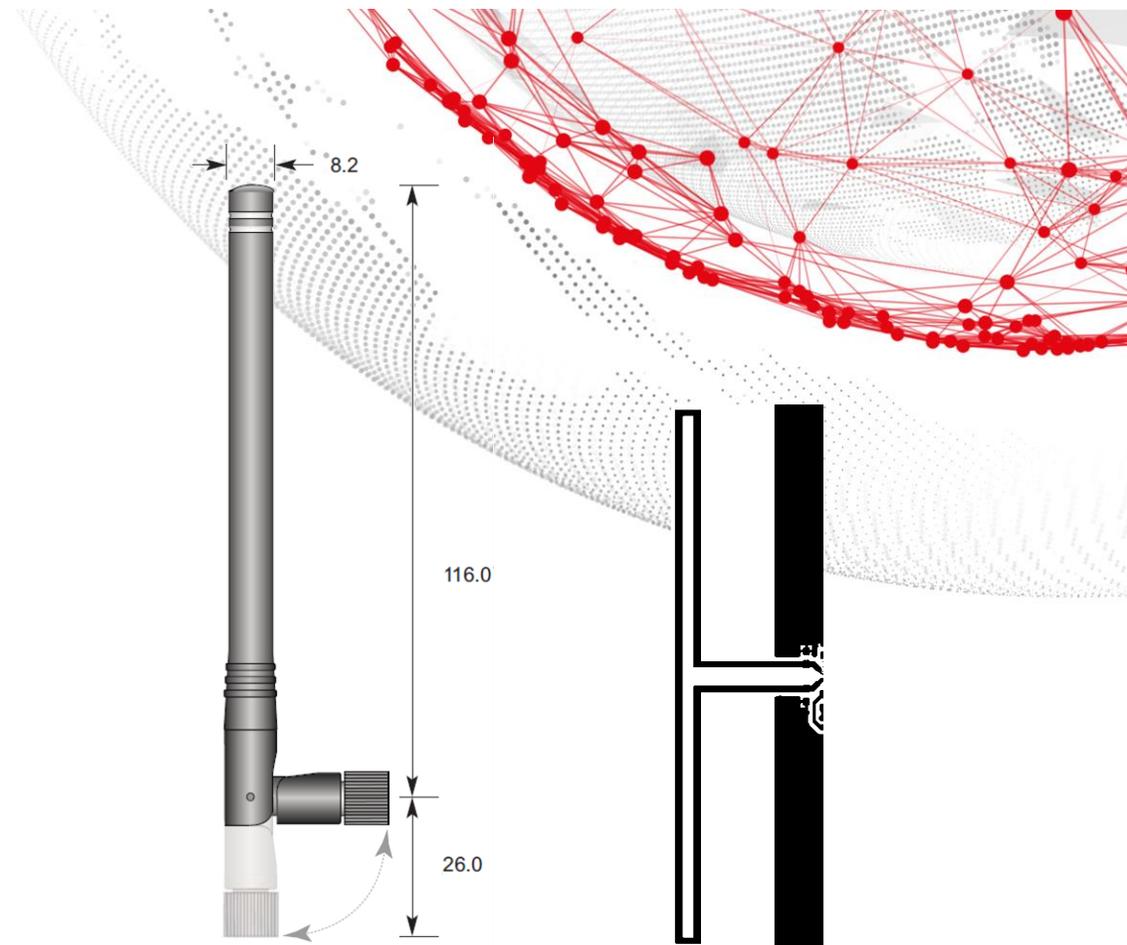
- Chip-Antenne
- PCB-Antenne
- Drahtantenne
- Dipolantenne



Chip-Antenne

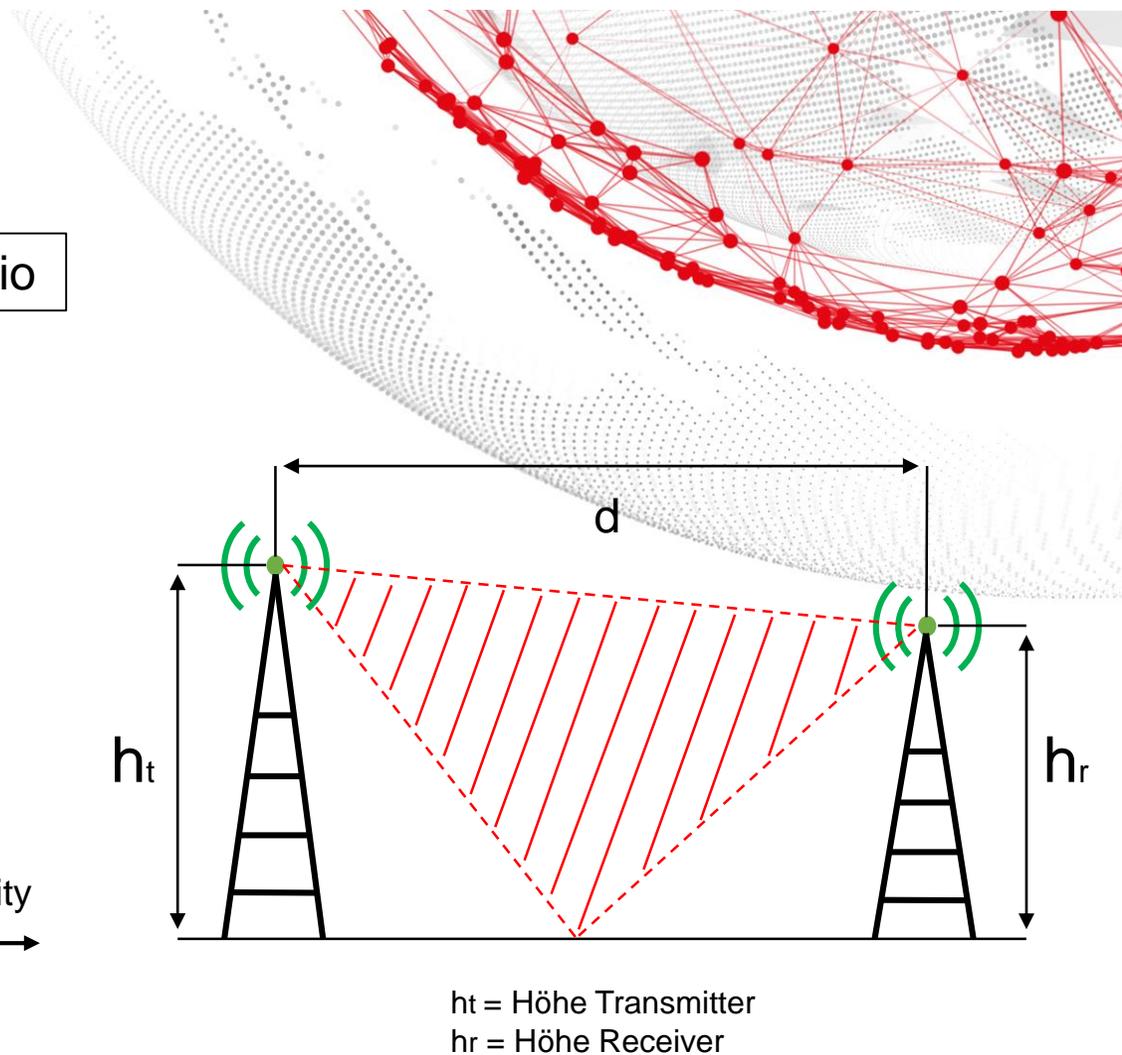
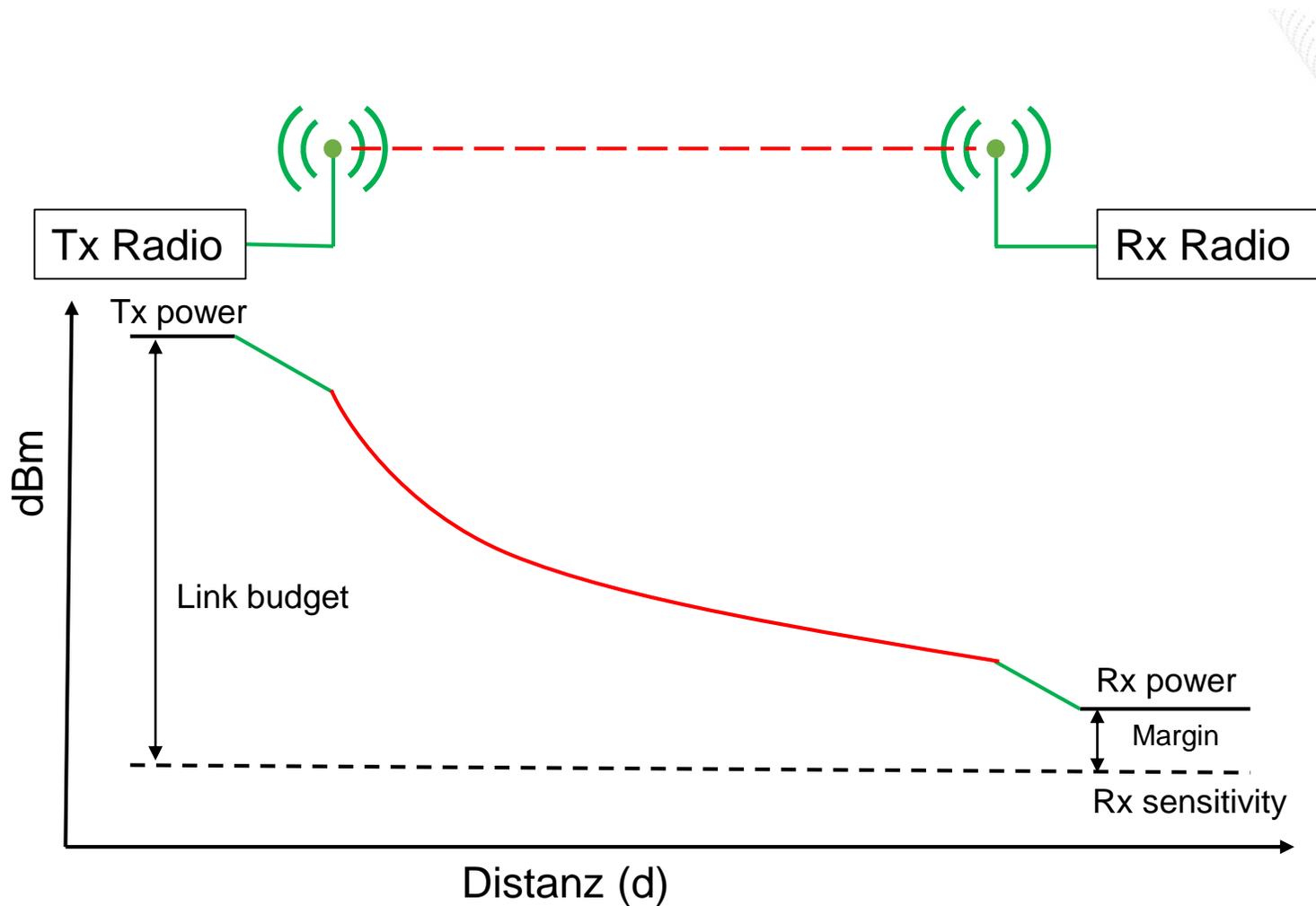


PCB-Antenne



Dipol-Antenne

Signalstärke



Dämpfung

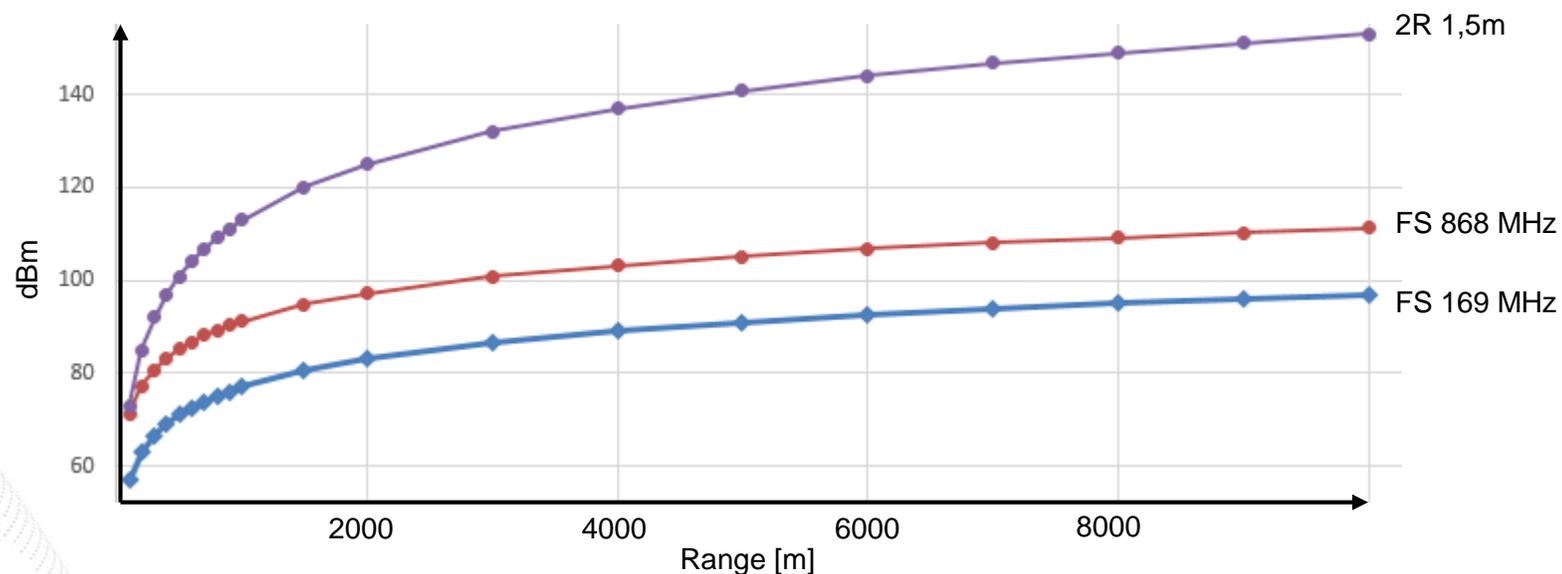
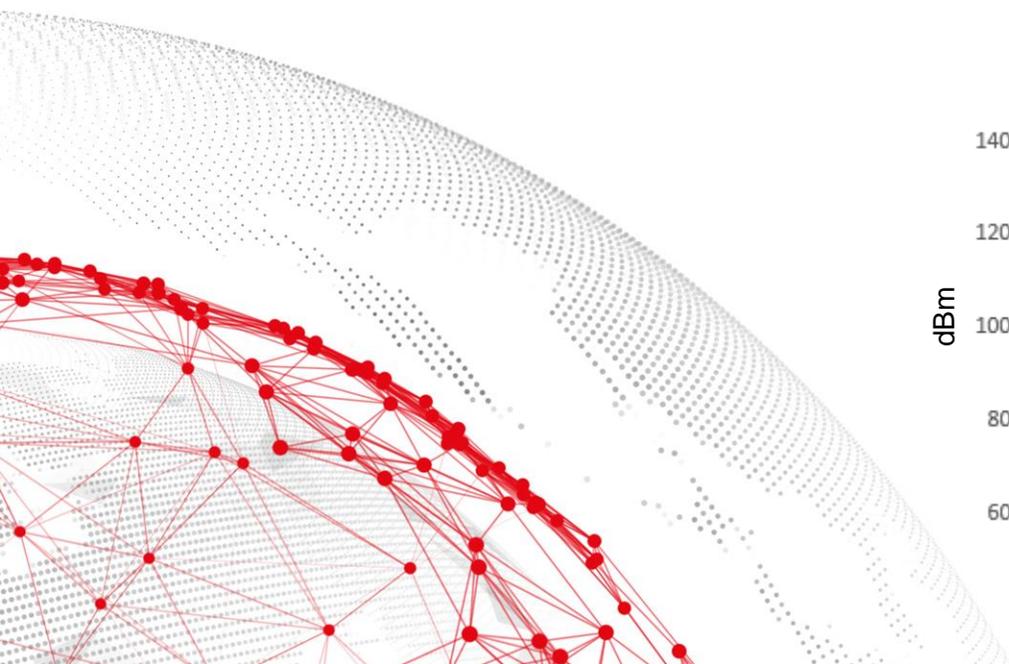
2-ray ground reflection (2R)

$$PL = 40 \log_{10}(d) - 10 \log_{10}(Gh_t^2 h_r^2)$$

Freifelddämpfung (FS)

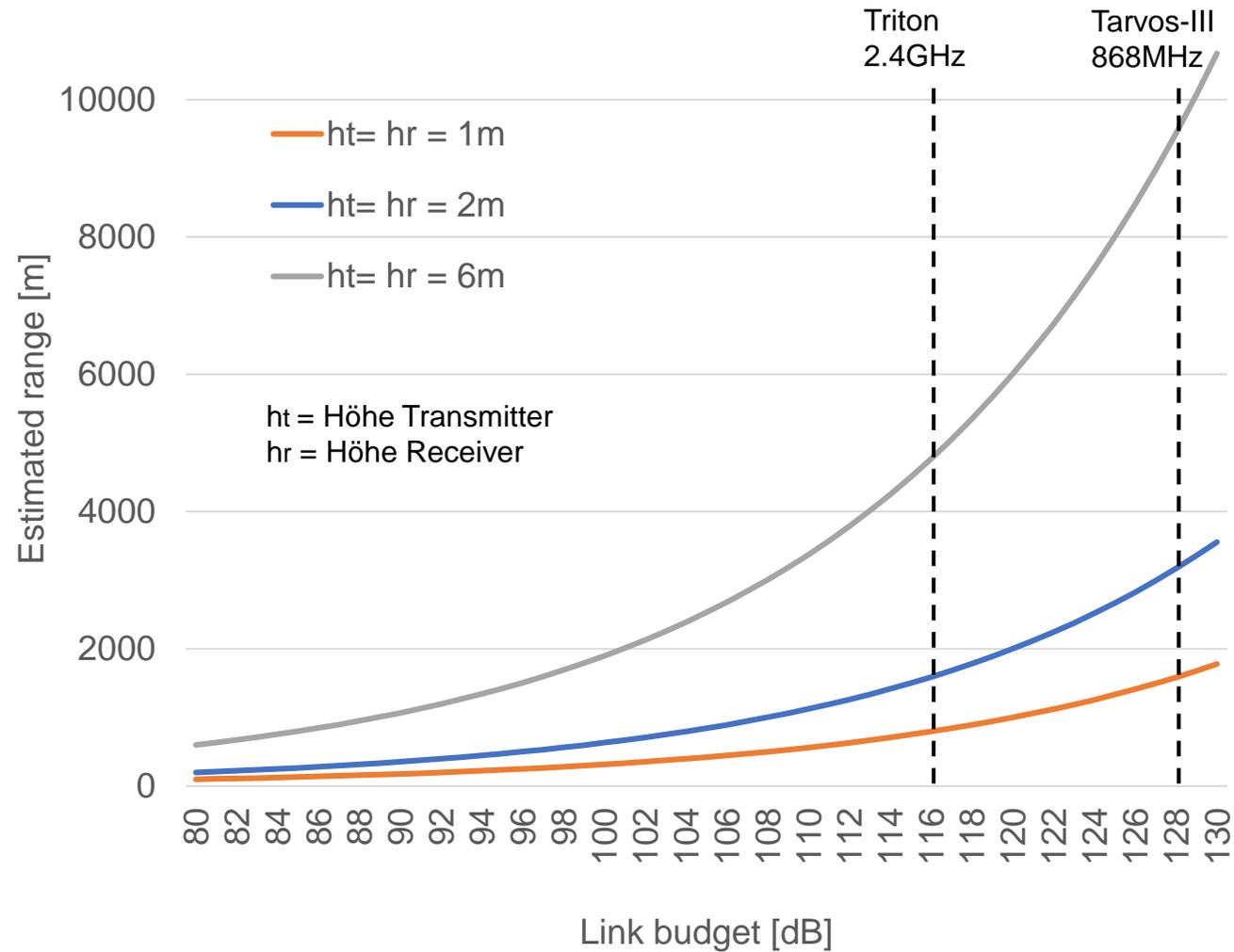
(Free-space path loss)

$$PL = 20 \cdot \log_{10}(r) + 20 \cdot \log_{10}(f) + 20 \cdot \log_{10}\left(\frac{4\pi}{c}\right)$$



Reichweiten

$$\text{Link budget}_{dB} \approx P_{TX,dB} - \text{Sens}_{RX,dB}$$



Reichweiten

dBm und Watt

dBm	Leistung
0	1mW
10	10mW
14	25mW
27	500mW

Daumenregel:

- 6 dB Verbesserung ~ doppelte Reichweite
- Doppelte Frequenz ~ halbe Reichweite
- +3dB entsprechen einer Verdoppelung der Leistung
- +10dB entsprechen einer Verzehnfachung

Faktoren:

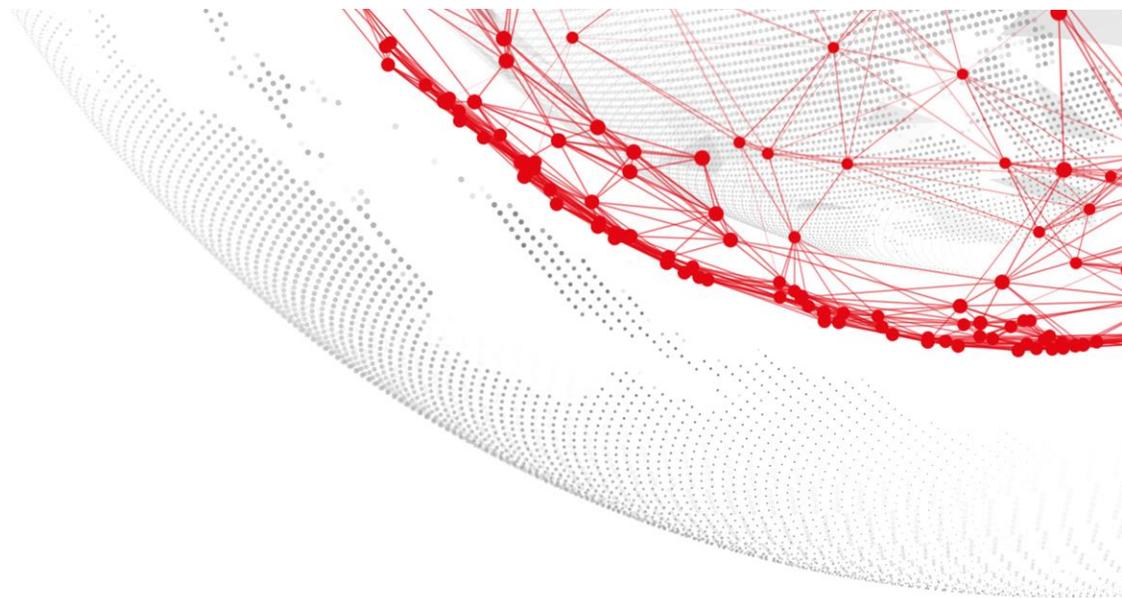
- Antenne (Gain, etc.)
- Empfindlichkeit
- Sendeleistung
- Funkstörungen (Selektivität, Blocking)
- Umgebung (LOS, Hindernisse, Reflektionen, Multipath-Fading)
- Kodierung (Manchester, FEC, DSSS,

Was heißt dies in der Praxis?



Abhängig vom Antennentyp hat man verschiedenste Dämpfung, Reichweite, Abstrahlungscharakteristik, ...

Testverfahren – Antennenauswahl für möglichst typische Umgebung durch trial and error



up to 10 cm

up to 5 km

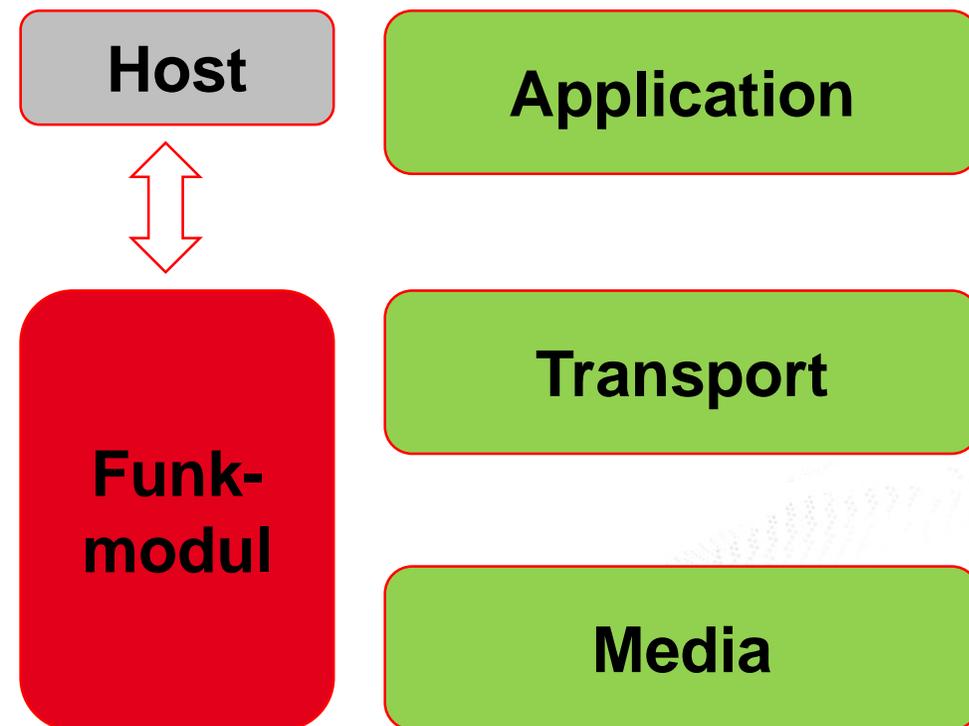
up to 100 km



Funkmodule

Würth Elektronik Funkmodule enthalten:

- Physical layer
- Funkstack mit Protokoll
- Zertifikate für die Benutzung des Funkspektrums



Funkmodul

Weitere Vorteile:

- 20 Jahre Erfahrung in der Entwicklung von Funk-Hardware und Funk-Software (radio stack)
- Einfaches UART Protokoll zum Ansteuern der Funkmodule (Datenübertragung, Steuerung und Konfiguration)

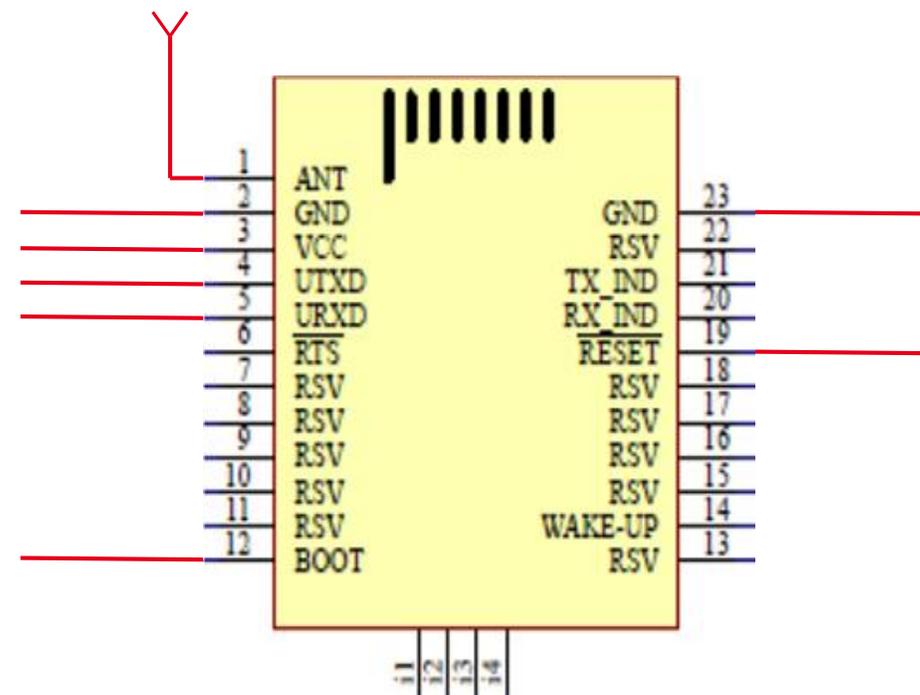


Funkmodul: 'Design-in'

Wie verbinde ich ein Funkmodul mit meinem Host-Controller?

Beispiel Tarvos-III:

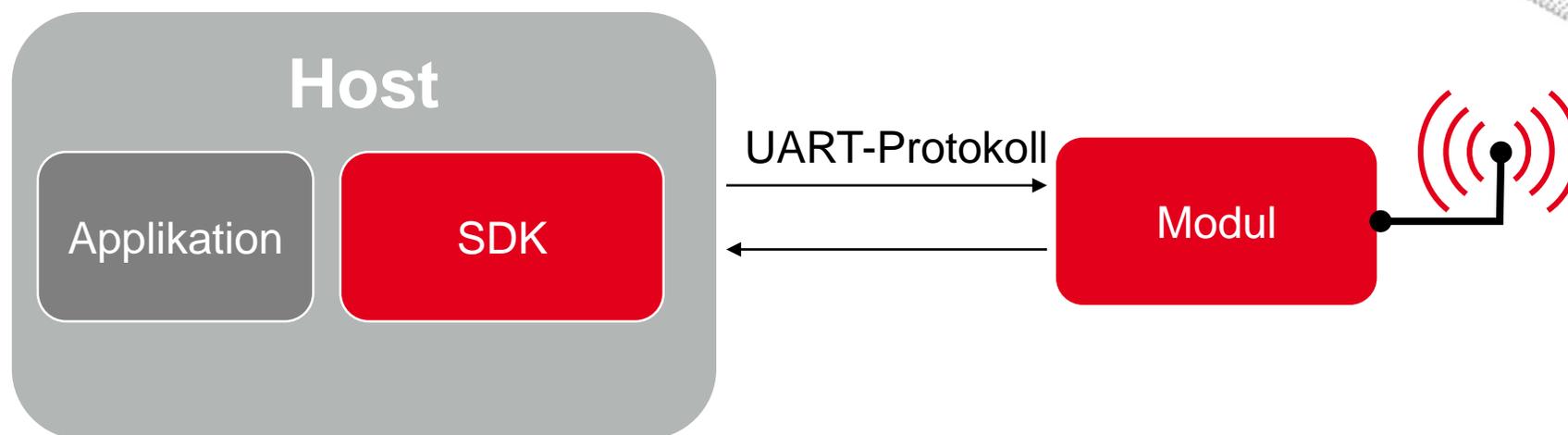
- UART
- Antenne
- VCC und GND
- Reset und Boot



“Wireless Connectivity SDK”

Enthält den C-Source-Code für alle SRD Module
sowie USB Sticks der Würth Elektronik eiSos

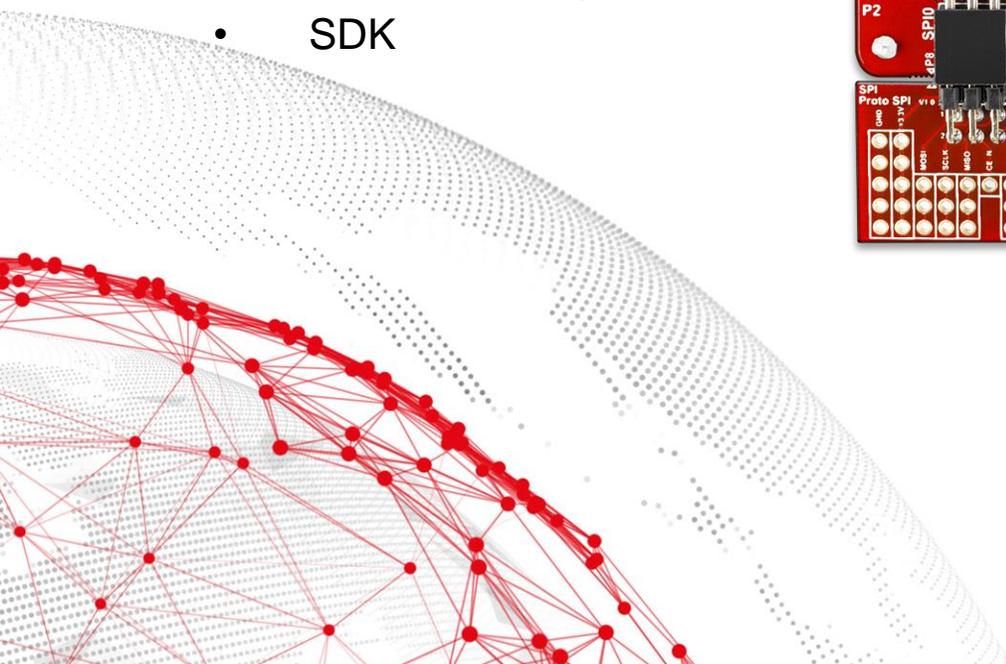
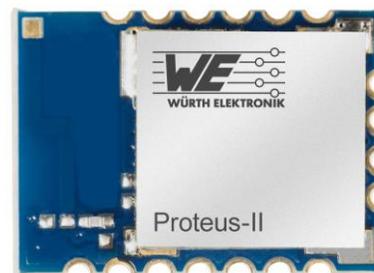
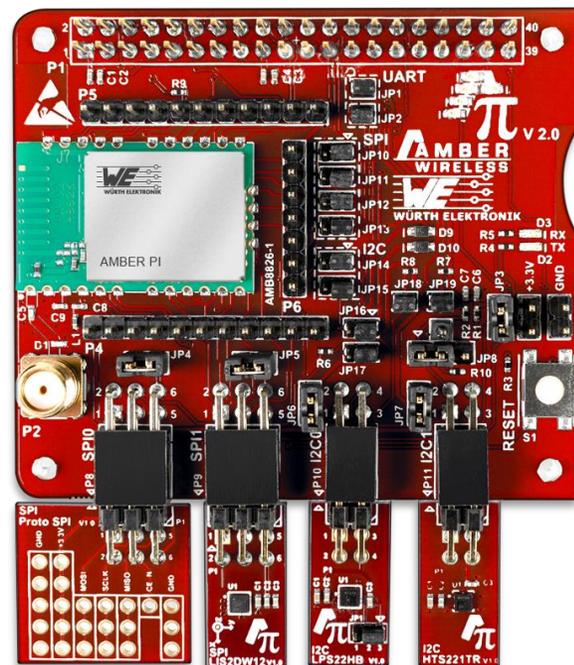
Implementierte Kommandoschnittstelle für alle
Module



Evaluation Kits

Vorteile?

- FTDI
- Antenne
- Pin Header
- Strommessung
- SDK



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



**Gerne beantworten wir jetzt weitere Fragen mit Hilfe
des Webinartools.**

Bitte stellen Sie Ihre Fragen!