

MODUL VS. CHIP BLUETOOTH CE VS. FCC

Oliver Krause
Business Development Manager
Wireless Connectivity & Sensors

AGENDA

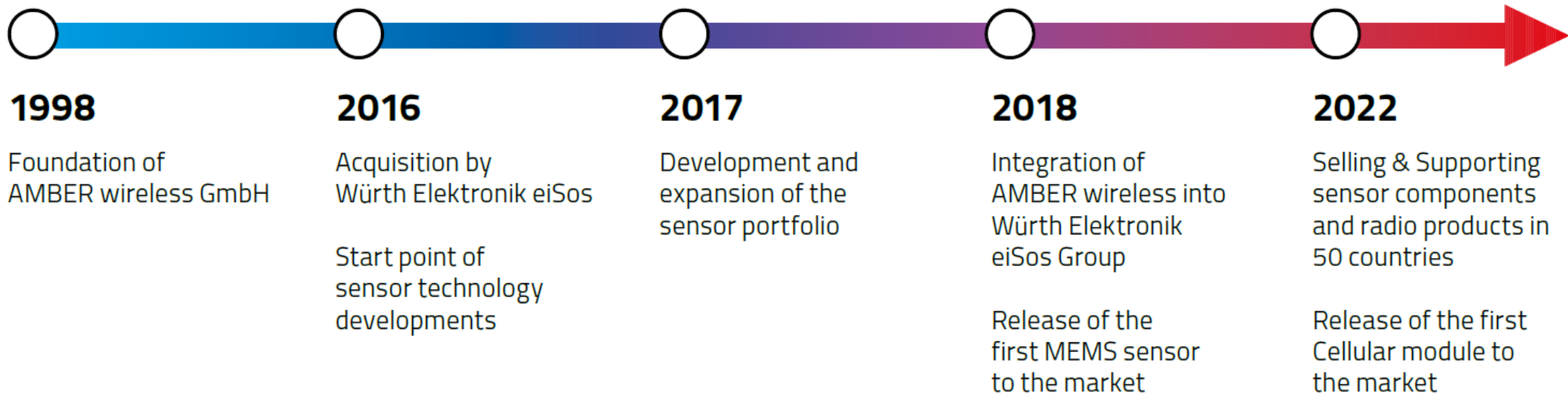
- **Einführung**
- **Funkchip oder Funkmodul**
- **Hardware-Integration eines Funkmoduls**
- **Ist für Module eine Firmware-Entwicklung erforderlich?**
- **Bluetooth SIG**
- **Bluetooth®-Technologie: Entwicklung, Grundlagen und Architektur**
- **Bluetooth Module der Würth Elektronik**
- **CE vs. FCC**

VORSTELLUNG

WHERE WE COME FROM






2016 was a milestone for Würth Elektronik. AMBER wireless GmbH was acquired and integrated into the Würth Elektronik eiSos Group in 2018. In parallel, Würth Elektronik set up a team around sensor technologies.

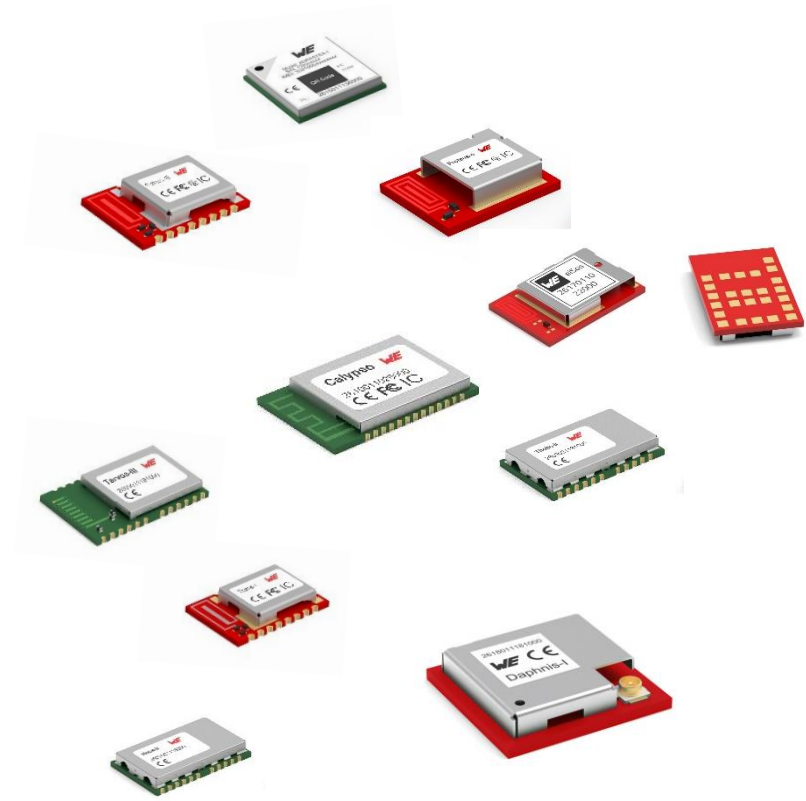
Today, with almost 25 years of experience in the development of radio products and with key people in the field of sensor technologies, Würth Elektronik established a core pillar to its future business: the division "Wireless Connectivity & Sensors".



PRODUKTÜBERSICHT

WIRELESS CONNECTIVITY

	Connect Machine Globally	Cellular
	Connect Machine to Mobile Device	Bluetooth®
	Connect Machine to Internet	WiFi
Long-Range	Connect Device to Gateway	Long-Range-WAN
	Connect Machine to Machine	Proprietary
  WiFi	Connect M2M & Mobile Device	Combined
 	Connect all together	Mesh
	Connect Smart Meter	Wireless M-Bus
	Open Module/No Firmware	Build Your Own Firmware



PRODUKTÜBERSICHT

SENSORS



Motion Sensors



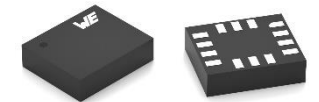
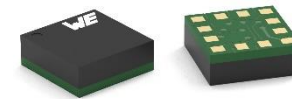
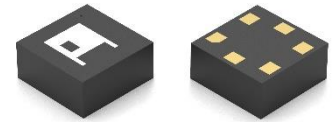
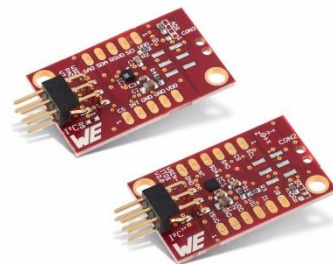
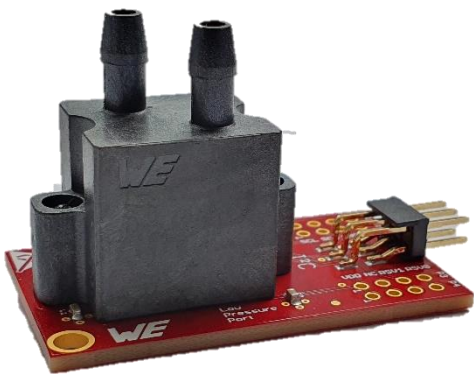
Environmental Sensors



Pressure Sensors



Current Sensors

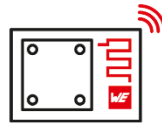


MORE THAN YOU EXPECT

Full Service Products Hardware + Firmware



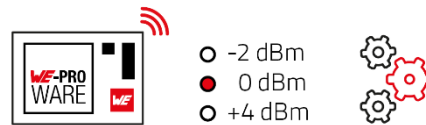
Proven High Frequency PCB-Design & Proven Antenna Characteristics



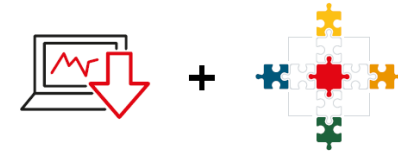
Certification and Conformity – CE, UKCA, FCC, IC, Telec , SRRC, NCC & ETA-WPC



Configurable User Settings with our Firmware WE-ProWare



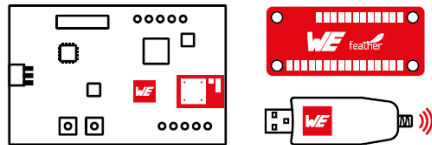
Software Toolkit: APIs and Software Development Kits (SDKs)



Free of Charge PC-Software and Mobile Apps



Evaluation Tools



Technical Support – Talk from Engineer to Engineer

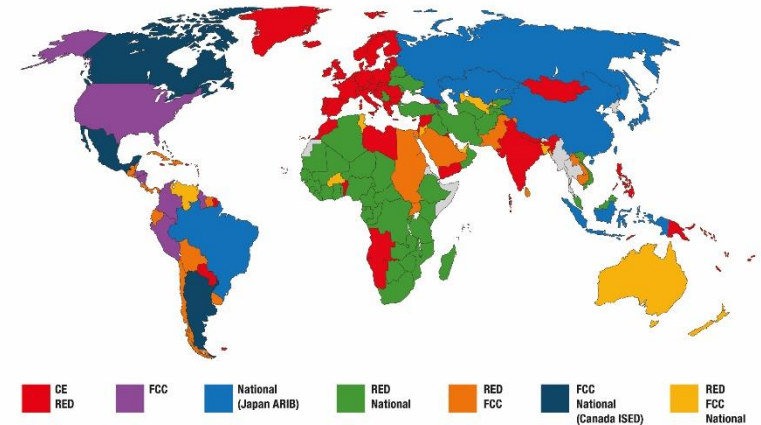
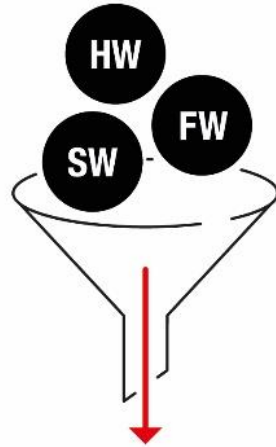


Long Term Availability



FUNKCHIP ODER FUNKMODUL

WAS IST EIGENTLICH EIN FUNKMODUL?



Radio module



Certification



Hardware



Firmware



Software

CE

EU DECLARATION OF CONFORMITY

Radio equipment: 2011011024000

The manufacturer: Würth Elektronik eSOS GmbH & Co. KG
Max-Eyth-Strasse 1
74638 Walderburg

This declaration of conformity is issued under the sole responsibility of the manufacturer.

Object of the declaration: 2011011024000

The object of the declaration described above is in conformity with the relevant Union harmonization legislation: Directive 2014/53/EU and 2011/65/EU.
Following harmonized norms or technical specifications have been applied:

EN 300 328 V2.1.1 (2016-11)
EN 301 489-1 V2.1.1 (2017-02)
EN 301 489-17 V3.1.1 (2017-02)
EN 62366-1:2014 + AC:2015 + A11:2019

Japanese Radio Law Compliance.
This device is granted permission to the Japanese Radio Law.
This device should not be modified (otherwise the granted designation number will become invalid).

ID-Code (Interference provision)
The MAC address of the radio device maintains the format 00:18:DA:xx:xx:xx. The latter part (xx:xx:xx) of the MAC address coincides with the serial number of the device.

Due to the size of the Proteus-III label, the certification label of the Proteus-III is not placed onto the module label.

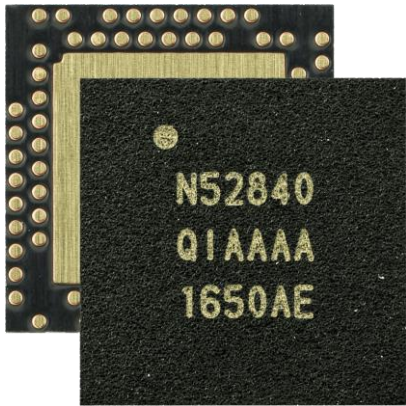
201-190950

2011011024000: 201-190950



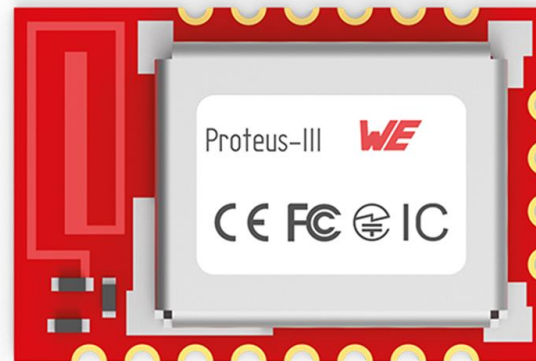
ENTWICKLUNGSANSÄTZE FÜR FUNKANWENDUNGEN

Es gibt 3 Möglichkeiten eine Funkentwicklung zu starten



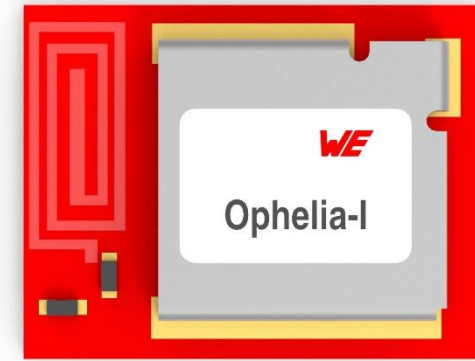
Funkchip

vs.



**Funkmodul mit
Software**

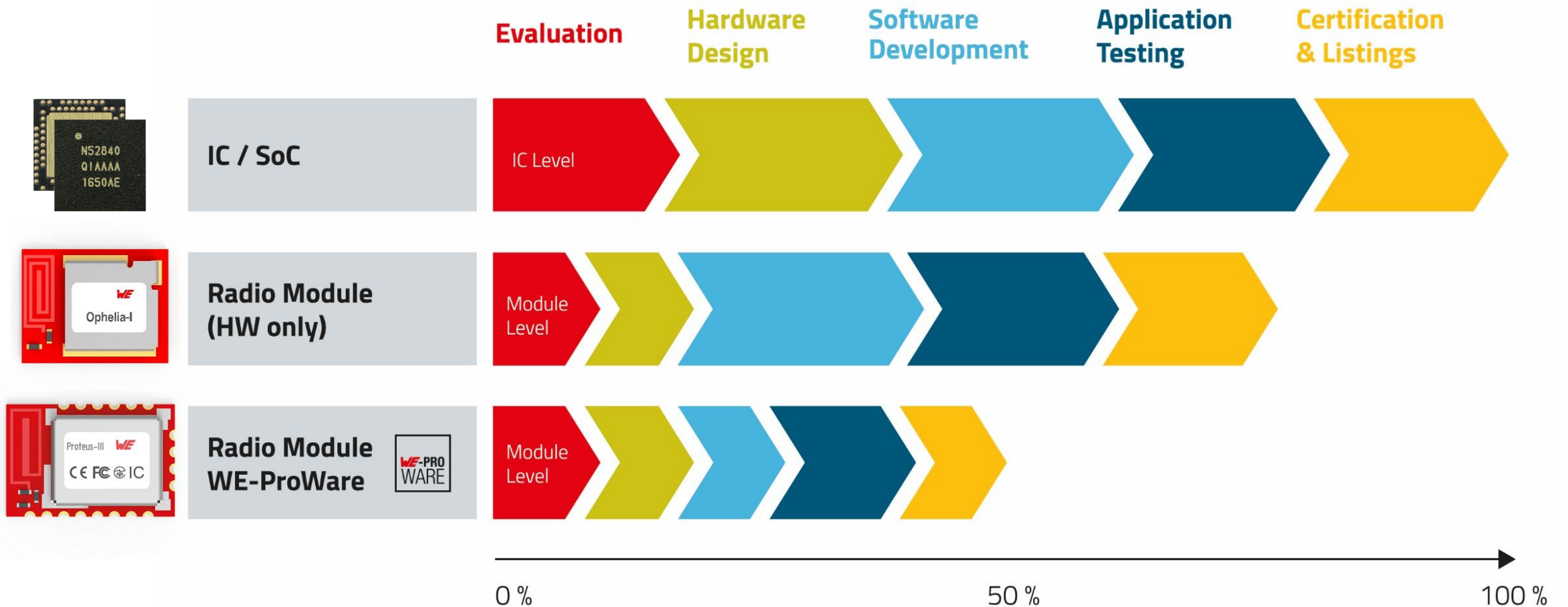
vs.



**Funkmodul ohne
Software**

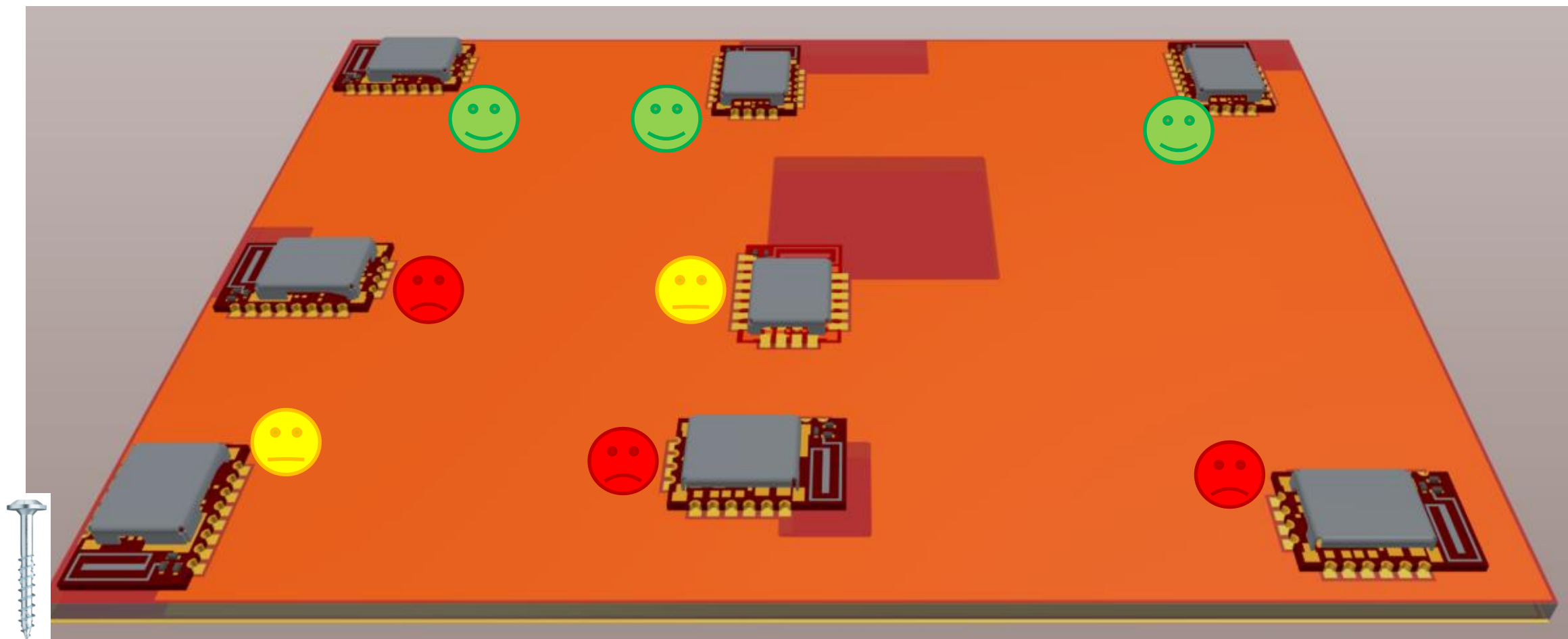
VERGLEICH ENTWICKLUNGSAUFWAND

RF-CHIP vs. Funkmodul-HW vs. Funkmodul



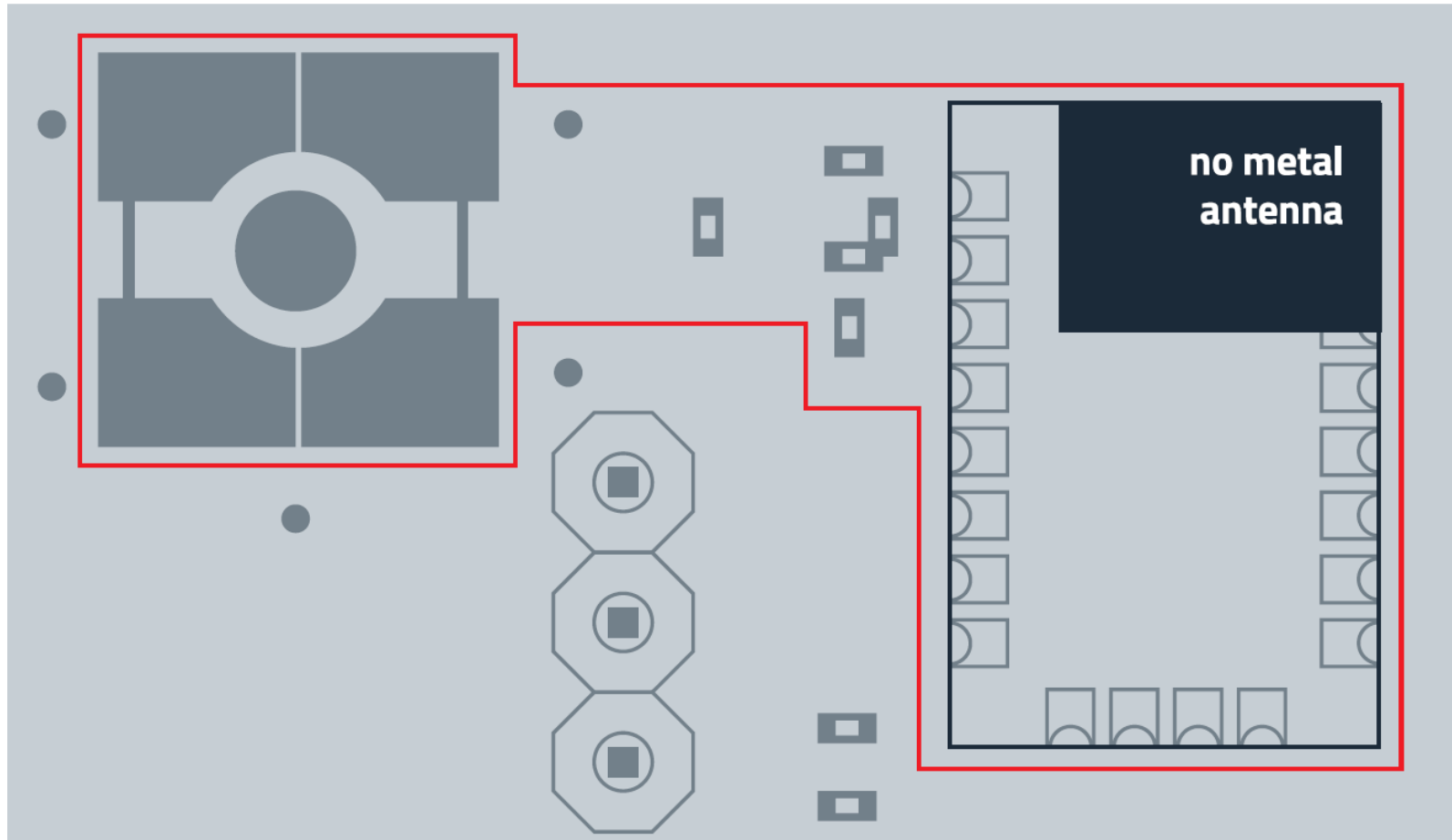
HARDWARE-INTEGRATION EINES FUNKMODULS

MODULPLATZIERUNG



HARDWARE DESIGN

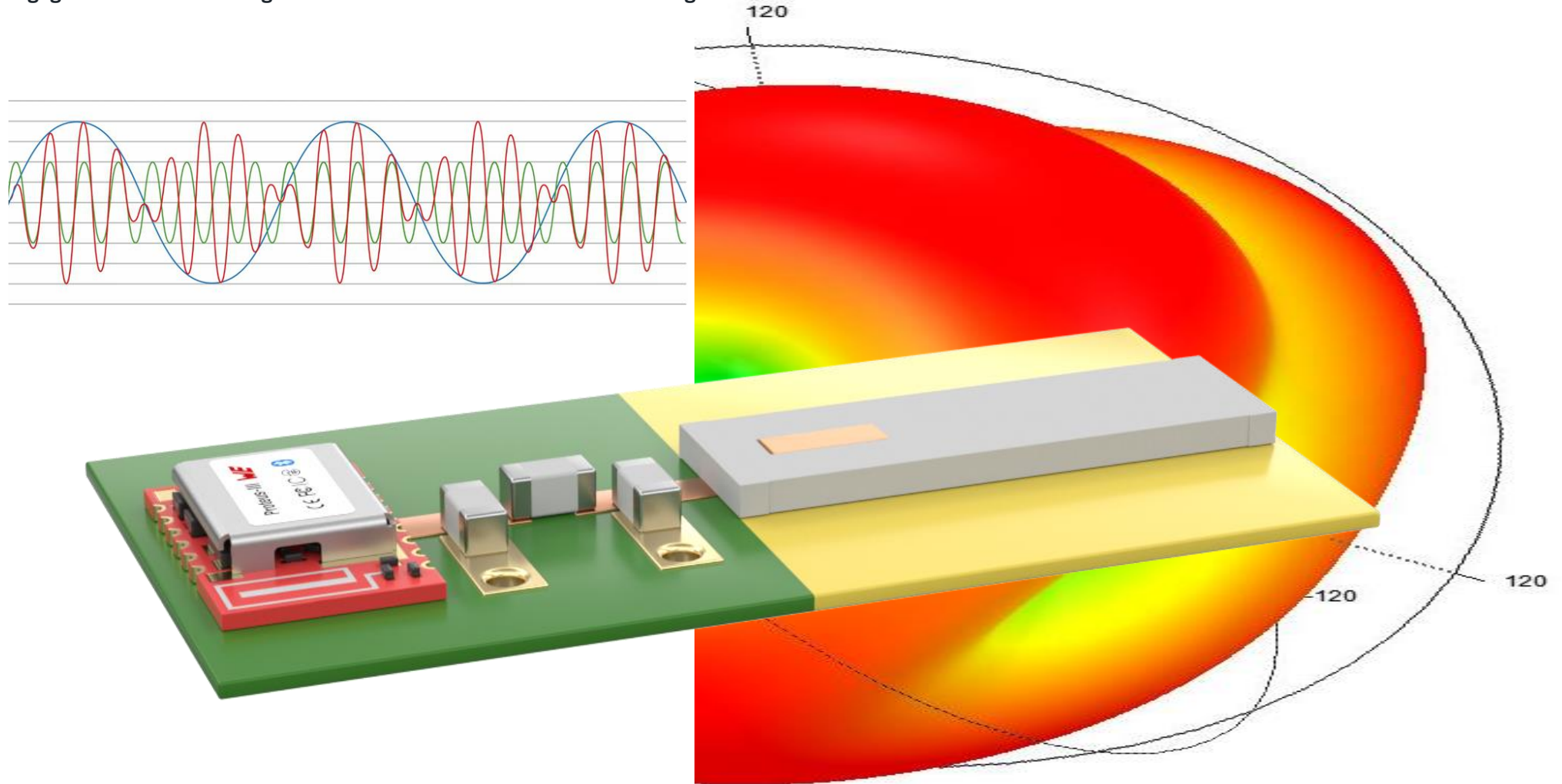
Trace Design



DAS WICHTIGSTE BAUTEIL FÜR DIE FUNKPERFORMANCE:

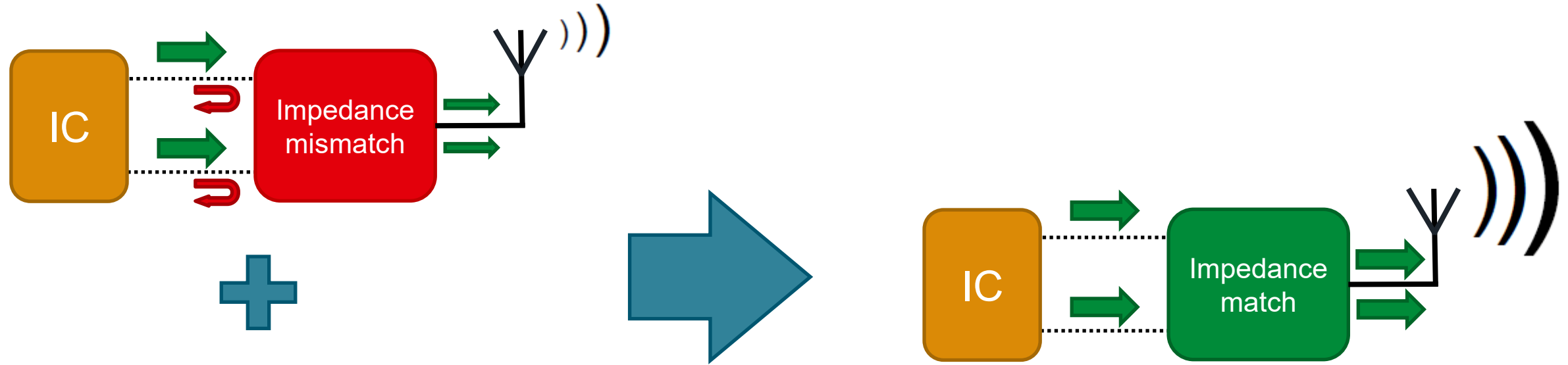
Die Antenne...

... wandelt Leitungsgebundene elektromagnetische Wellen in Freiraumwellen und umgekehrt.

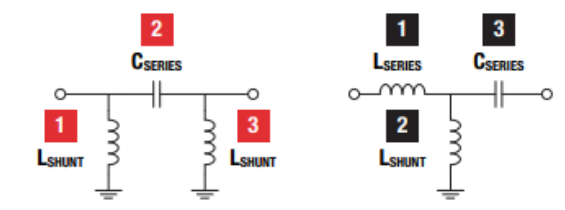


ANTENNA MATCHING

Warum?



Impedance Matching circuit



Pi matching for Point A

T matching for Point B

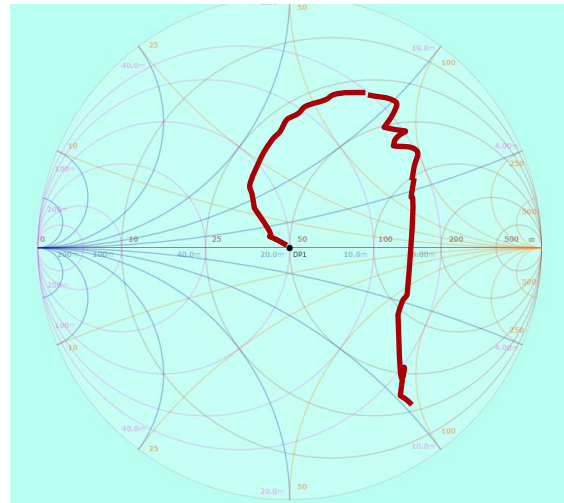


SMART ANTENNA CONNECTION

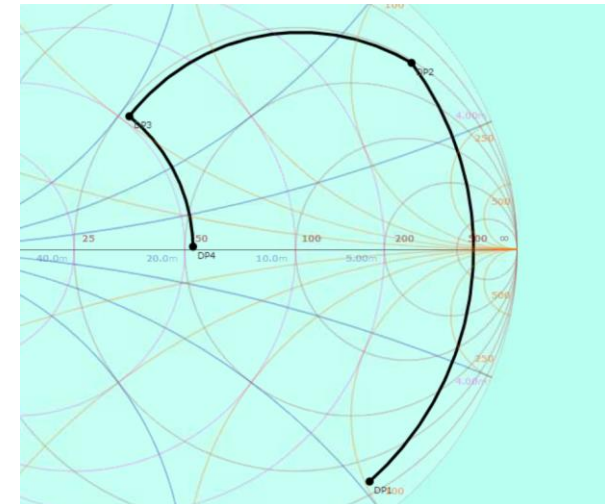
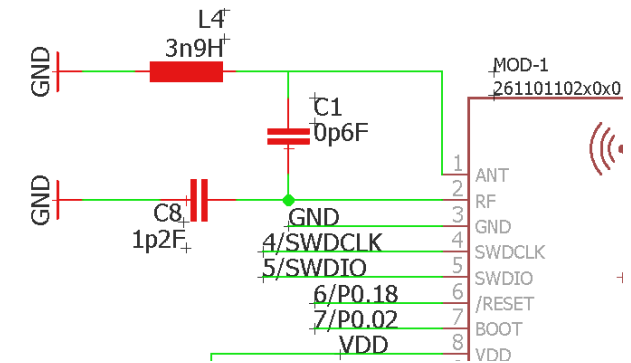
Was ist eigentlich mit Feintuning oder Rematching gemeint?



Antenne wird durch die Integration in die Anwendung verstimmt.

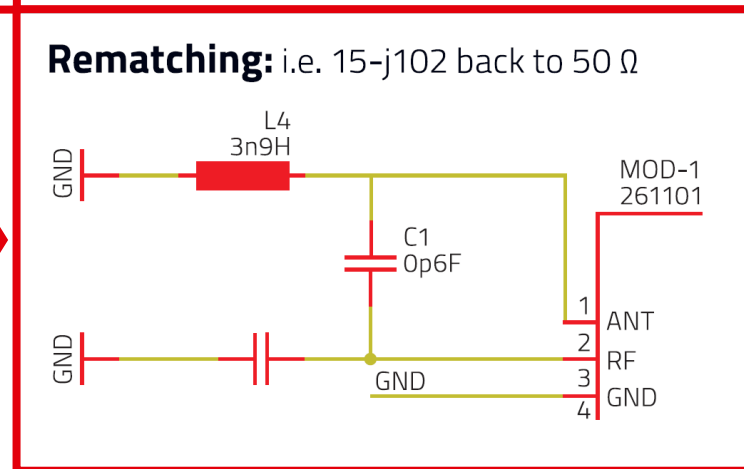
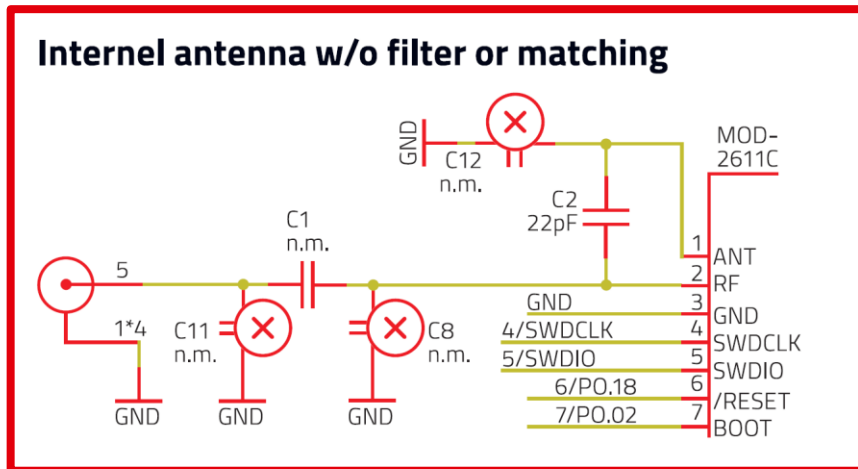
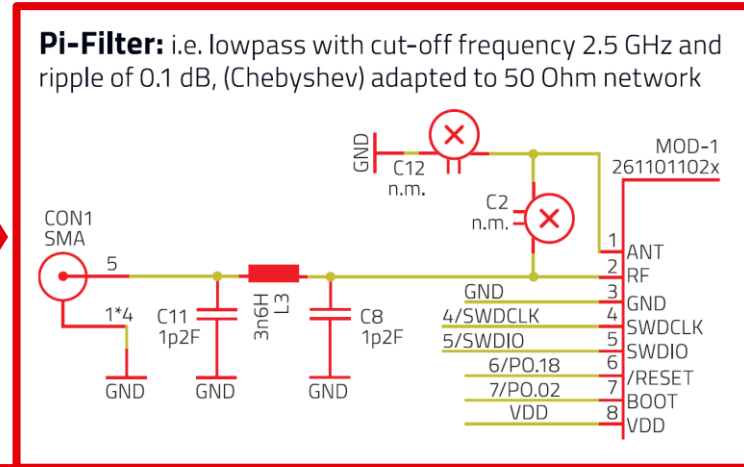
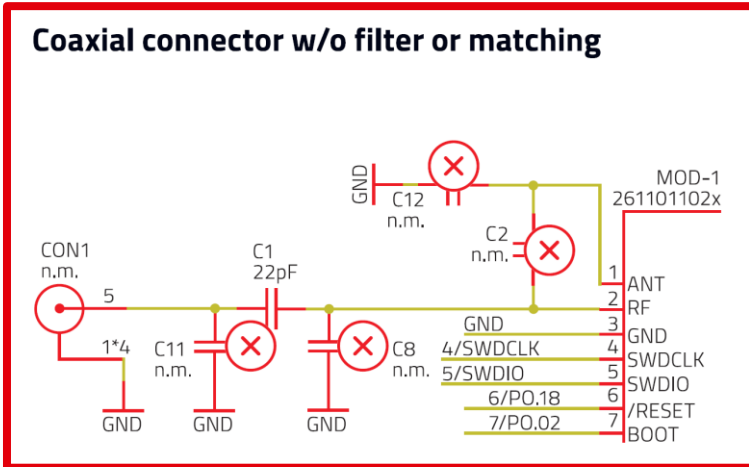


Rematching, z.B. von 15-j102 zurück auf 50 Ohm



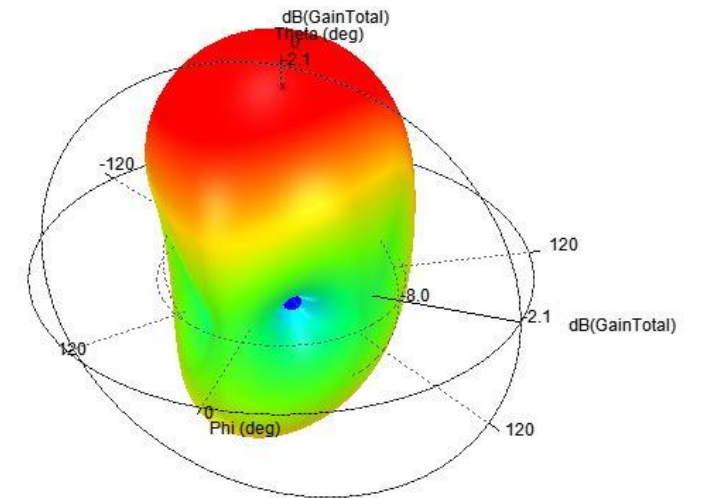
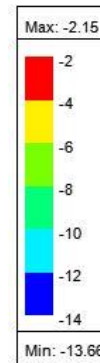
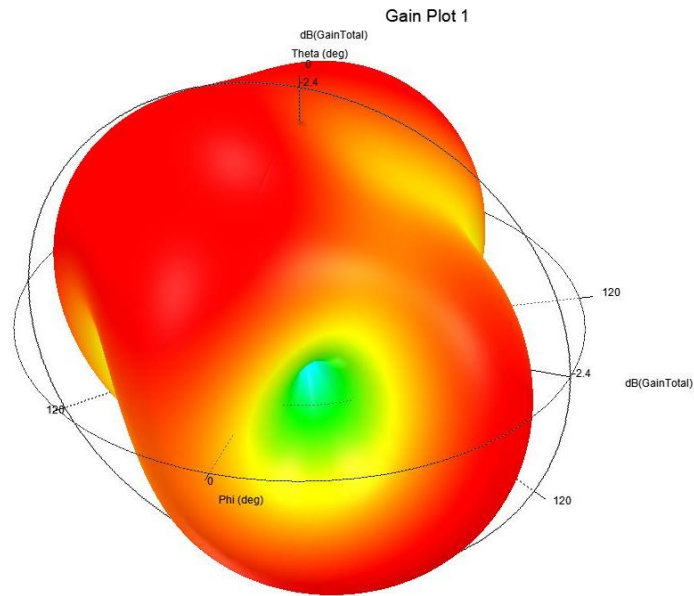
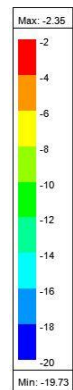
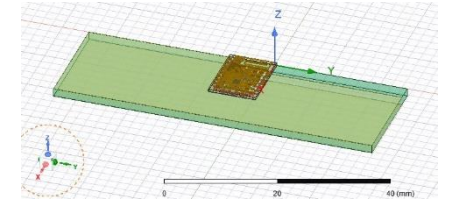
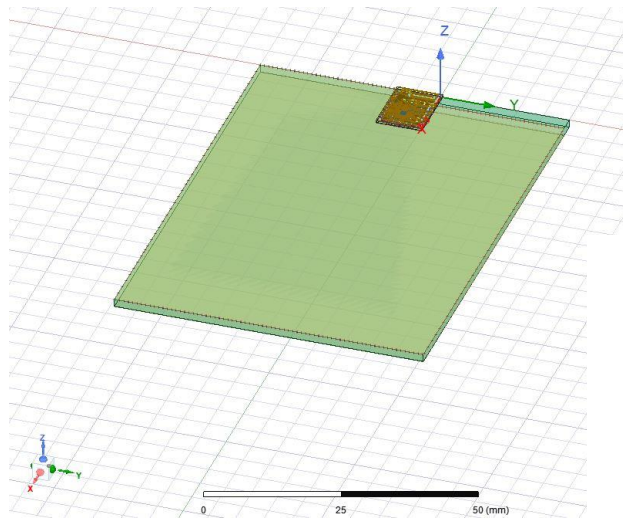
SMART ANTENNA SELECTION

ANTENNA MATCHING



BEEINFLUSSUNG DER ANTENNENCHARAKTERISTIK DURCH DIE UMGEBUNG

Massefläche



FIRMWARE -ENTWICKLUNG FÜR MODULE

FIRMWARE OPTIONEN

STANDARD FIRMWARE

- RF Module comes with a standardized firmware
- RF Module is subject to further firmware development
- 100% verified, electrical tested and validated
- update functionality given (UART, FOTA, ...)
- packaged in Tape & Reel, ESD und MSL conform



FIRMWARE FREEZE

A firmware freeze guarantees a static behaviour of the module and no change in the module at all.

- RF Module comes with a standardized firmware
- RF Module is NOT subject to further firmware development
- RF Module will have a fixed revision of the firmware e.g. 1.3.1
- RF Module will have a unique part number
- 100% verified, electrical tested and validated
- packaged in Tape & Reel, ESD und MSL conform

INDIVIDUALIZED ADAPTION (USER SETTINGS)

We align our standard firmware to your requirements which simplifies your production process.

- RF Module comes with a standard firmware
- User Settings adaptations defined by customer
- Continuous & further firmware development only on customer request
- Individualized Adaption (User Settings)
- Firmware freeze on customer request
- RF Module will have a unique part number
- 100% verified and electrical tested
- packaged in Tape & Reel, ESD und MSL conform

CUSTOM

A fully customized product with your dedicated application implemented on the module. This might require Würth Elektronik to offer design consultancy services and the product is not available ex stock.

- RF Module comes with a custom firmware
- RF Module will have a unique part number
- 100% electrical testing on customer request
- packaged in Tape & Reel, ESD und MSL conform
- we can upload your Firmware in our production process to the WE Hardware

Thread

MIOTY

Zigbee

RS485 / CAN

Bluetooth® Mesh

Application on the module

SPI / I²C

Switch status

Sensor measuring

...

BUILD YOUR OWN FIRMWARE

Get every module without WE Firmware to bring your own solution on it.

- RF Module comes without any standardized firmware
- 100% electrical testing on customer request
- RF Module will have a standard part number
- packaged in Tape & Reel, ESD und MSL conform



page: 114



Ophelia-I

Hardware-only module based on Nordic nRF52805 radio chipset

SOFTWARE DEVELOPMENT

Github repositories - <https://github.com/WurthElektronik>

The screenshot displays the GitHub profile for Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG. At the top, there are navigation links: Product, Solutions, Resources, Open Source, Enterprise, and Pricing. The profile header includes the company logo (WE), name, and bio: "Würth Elektronik eiSos official". It also shows 54 followers, location (Waldenburg, Germany), website (https://www.we-online.com), and social media links (@we_online and info@we-online.com). Below the header, there are tabs for Overview, Repositories (18), Projects, Packages, and People. The "Pinned" section features five repository cards:

- WirelessConnectivity-SDK_STM32** (Public): Software development kit for Würth Elektronik eiSos wireless connectivity products (implementation for STM32 microcontrollers). 7 stars, 7 forks.
- FeatherWings** (Public): Würth Elektronik eiSos presents FeatherWings that are open source and fully compatible with the Feather form factor. Through these development boards WE brings a range of wireless connectivity modu... 19 stars, 13 forks.
- Sensors-SDK_STM32** (Public): This repository provides drivers and examples for using Würth Elektronik eiSos sensors with STM32 microcontrollers. 5 stars, 5 forks.
- WE-SensorBLE** (Public): TypeScript, 1 star, 2 forks.
- Proteus-Connect** (Public): Smart device App for Proteus BLE Radio Modules. TypeScript, 3 stars, 1 fork.



NRF CONNECT SDK & WE-PROWARE OS + SDK

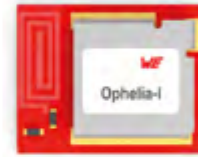
Possibilities with the Nordic SDK
(nRF5 SDK, nRF Connect SDK)

WE Standard off-the-shelf
Radio Module



Proteus-e

Customer Own Firmware on WE Hardware
based on Nordic Semiconductor nRF528xx



Ophelia-I

WC & S
SDK



External HOST MCU
with device application

nRF 5 SDK (this SDK will no longer be
supported by Nordic Semiconductor)

Soft devices = Stack + RTOS

+

Integrate Internally device application

nRF Connect SDK

Zephyr RTOS (SoftDevice
controller Subsystem)

+

Integrate Internally device application

BYOF – build
your own
firmware

FIRMWARE OPTIONEN

STANDARD FIRMWARE

- RF Module comes with a standardized firmware
- RF Module is subject to further firmware development
- 100% verified, electrical tested and validated
- update functionality given (UART, FOTA, ...)
- packaged in Tape & Reel, ESD und MSL conform



FIRMWARE FREEZE

A firmware freeze guarantees a static behaviour of the module and no change in the module at all.

- RF Module comes with a standardized firmware
- RF Module is NOT subject to further firmware development
- RF Module will have a fixed revision of the firmware e.g. 1.3.1
- RF Module will have a unique part number
- 100% verified, electrical tested and validated
- packaged in Tape & Reel, ESD und MSL conform

INDIVIDUALIZED ADAPTION (USER SETTINGS)

We align our standard firmware to your requirements which simplifies your production process.

- RF Module comes with a standard firmware
- User Settings adaptations defined by customer
- Continuous & further firmware development only on customer request
- Individualized Adaption (User Settings)
- Firmware freeze on customer request
- RF Module will have a unique part number
- 100% verified and electrical tested
- packaged in Tape & Reel, ESD und MSL conform

CUSTOM

A fully customized product with your dedicated application implemented on the module. This might require Würth Elektronik to offer design consultancy services and the product is not available ex stock.

- RF Module comes with a custom firmware
- RF Module will have a unique part number
- 100% electrical testing on customer request
- packaged in Tape & Reel, ESD und MSL conform
- we can upload your Firmware in our production process to the WE Hardware

Thread

MIOTY

Zigbee

RS485 / CAN

Bluetooth® Mesh

Application on the module

SPI / I²C

Switch status

Sensor measuring

...

BUILD YOUR OWN FIRMWARE

Get every module without WE Firmware to bring your own solution on it.

- RF Module comes without any standardized firmware
- 100% electrical testing on customer request
- RF Module will have a standard part number
- packaged in Tape & Reel, ESD und MSL conform



page: 114



Ophelia-I

Hardware-only module based on Nordic nRF52805 radio chipset

ZERTIFIZIERUNG VON KUNDENSPEZIFISCHEN MODULEN

Wie kann die Zertifizierung des Standardmoduls für das benutzerdefinierte Modul wiederverwendet werden?

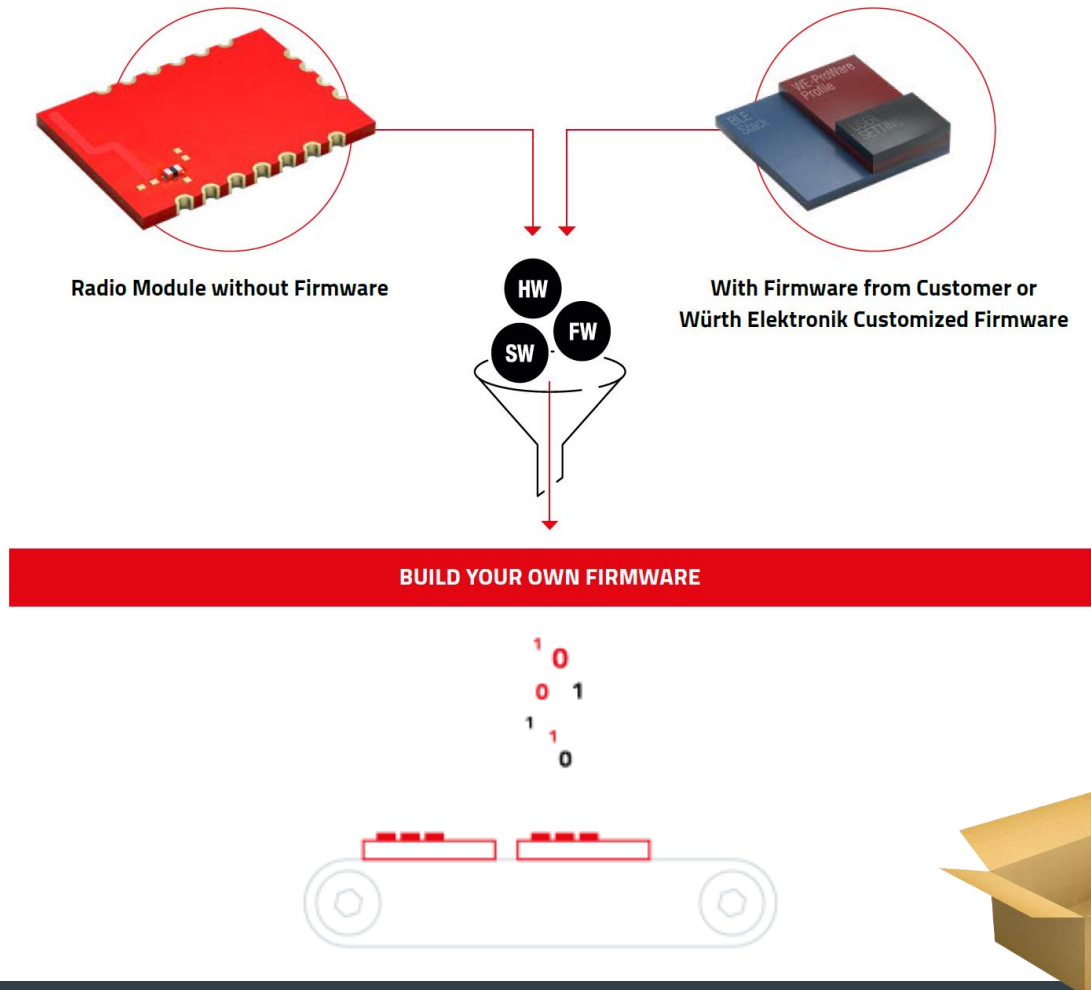
- Für RED, FCC, IC & UKCA gilt, eine „**Declaration of Identity**“ abgegeben werden, wenn das Modul „**radio Identical**“ mit dem Standard-Modul ist
- TELEC (Japan) bietet dies nicht an
- **Radio Identical** : Der Funk des kundenspezifischen Moduls muss die maximale Sendeleistung und die Funkprofile (z. B. Bluetooth LE 1 Mbit) gemäß ANR031 einhalten.

Proteus-III, Proteus-III- SPI, Setebos-I, Ophelia-III	<ul style="list-style-type: none"> • Using Bluetooth® LE radio of the nRF52840 • Using 1 MBit, 2 MBit or LE-Coded phy • Output power register of the radio chip set to maximum 8 dBm • Using Bluetooth® LE stack Nordic Semiconductor S140 Version 7.0.1¹ or nRFConnect SDK [1]
---	--

Würth Elektronik AppNote:
 ANR031 Certification of custom modules

FLASHING SERVICE

Kundenspezifische Module



- Kundeneigene FW kann im Fertigungsprozess bei Würth Elektronik eiSos™ geflasht werden
- Spezifische Prüfroutine kann festgelegt werden
- Kundenspezifische Artikelnummer wird hierfür angelegt
- Bestellungen auch von EMS etc. möglich

BLUETOOTH SIG

BLUETOOTH LIFECYCLE

- Die Bluetooth SIG entwickelt die Standards (z.B. BT 6.0) und bestimmt auch die Laufzeiten der einzelnen Versionen.
- Es gibt 3 mögliche Stadien in der sich eine Version befinden kann
- 1. Adopted/Active (aktiv)
- 2. Deprecated (veraltet: der Standard bekommt keine Updates mehr)
- 3. Withdrawn (zurückgezogen: keine Qualifizierung bzw. Aktualisierung der Qualification mehr/es dürfen nur bestehende Einträge weiterproduziert werden)

BLUETOOTH VERSIONS

An die CRA Ende 2027 denken!

Bluetooth Specification/Version	Status	Deprecation Date	Withdrawal Date
Bluetooth® 6.2	Adopted	to be determined	to be determined
Bluetooth® 6.1	Adopted	to be determined	to be determined
Bluetooth® 6.0	Adopted	01.02.2035*	01.02.2040*
Bluetooth® 5.4	Adopted	01.02.2033*	01.02.2038*
Bluetooth® 5.3	Adopted	01.02.2032*	01.02.2037*
Bluetooth® 5.2	Adopted	01.02.2030	01.02.2035*
Bluetooth® 5.1	Adopted	01.02.2029*	01.02.2034*
Bluetooth® 5.0	Adopted	01.02.2027	01.02.2032
Bluetooth® 4.2	Adopted	01.02.2026	01.02.2031

* = preliminary date

Deprecation means that from this date on, the SIG is not actively developing the specification further. Withdrawal means , customer can no longer do new product qualifications and updates to existing qualification.

BLUETOOTH QUALIFICATION

- Die Qualification stellt sicher, dass
 - Die Bluetooth Spezifikationen korrekt implementiert wurden
 - Man kompatibel mit anderen BT Geräten ist
 - Das BT Logo rechtmäßig verwenden darf
- **Euer Modul ist doch schon qualifiziert....**
 - **Ja, ABER...**
- Eine eigene Qualification ist immer notwendig, wenn man...
 - Ein Endprodukt auf den Markt bringt welches Bluetooth nutzt
 - Bluetooth in der Werbung, im Datenblatt oder auf dem Gehäuse erwähnt

BLUETOOTH QUALIFICATION FÜR ENDPRODUKTE

- **Verpflichtender Qualifikationsprozess**
 - Jedes Bluetooth-Endprodukt muss die Qualifikation durchlaufen, um die technische Konformität und Markenrechte zu sichern.
- **Wiederverwendung bestehender Qualifikationen**
 - Bereits qualifizierte Module und Software-Stacks können genutzt werden, um den Prozess effizienter zu gestalten.
- **Verwaltung durch Bluetooth SIG**
 - Die Bluetooth SIG standardisiert und überwacht den Qualifikationsprozess und sichert die Interoperabilität der Geräte
- **Praxisnahe Orientierung**
 - Der Prozess umfasst Mitgliedschaft, Produktdefinition, Qualifikationspfadwahl und finale Listung in der Bluetooth-Datenbank.

MITGLIEDSCHAFT IN DER BLUETOOTH SIG

- **Grundlegende Voraussetzung**
 - Eine aktive Mitgliedschaft ist zwingend erforderlich für Bluetooth-Produktqualifikation und Markennutzung.
- **Mitgliedsstufen und Rechte**
 - Adopter-Mitgliedschaft erlaubt Produktentwicklung, höhere Stufen ermöglichen technische Beiträge und Spezifikationsmitwirkung.
- **Rechtliche und praktische Bedeutung**
 - Mitgliedschaft regelt Zugang zu Spezifikationen, Prozessen und ist für Produktlaunch entscheidend
- **Registrierung und Organisation**
 - Online-Registrierung ist schnell, wichtig für rechtlich verantwortliches Unternehmen vor Produktlaunch.

BLUETOOTH®

Bluetooth Qualification

- Der **Inverkehrbringer** ist für das Vorhandensein der Qualification verantwortlich

Erstes Produkt / neues Design

Hersteller = **Bluetooth SIG Member (Free, Adopter, Associate)**

Qualification Workspace öffnen (qualification.bluetooth.com)

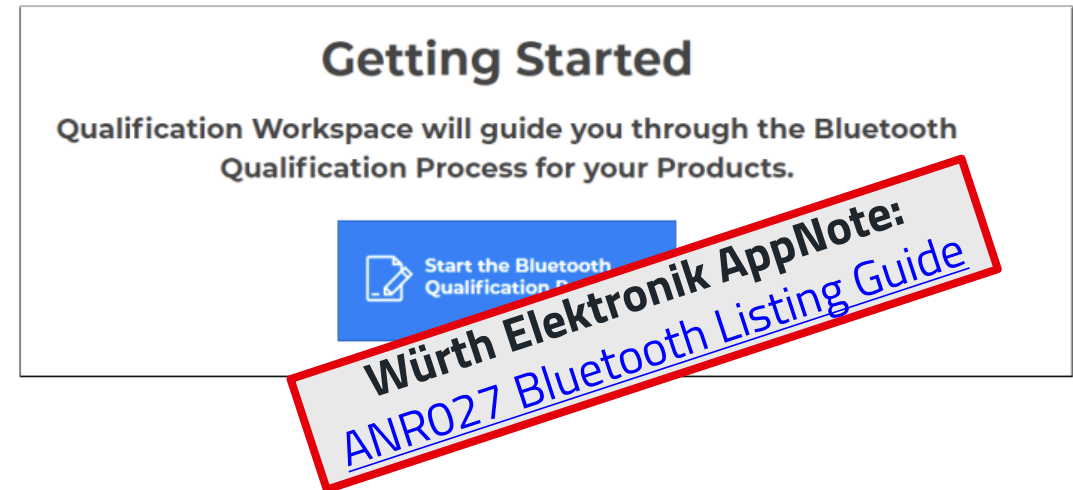
DN/QDID der BT-Komponenten übernehmen

- WürthModul mit FW → DN/QDID des Moduls
- Eigene FW → DN/QDID Funkchip + DN/QDID BT-Stack

Neuen Qualification Process starten

- Produkt(e) anlegen (Name, Modell, Variante)
- Design anlegen und **bestehende DNs/QDIDs referenzieren** -> **Core complete status**

Product Qualification Fee einmalig pro Design zahlen



BLUETOOTH®

Bluetooth Qualification

Weitere Produktvarianten

•Voraussetzung:

- gleicher Hersteller
- **identische BT-Hardware + BT-Software** wie bereits qualifiziertes Produkt

•Im Workspace:


- „Mit bestehendem Design qualifizieren“ wählen
- nur neue Produktdaten hinzufügen

• **Keine zusätzlichen Bluetooth-Tests**

• **keine zusätzliche Fee**

Getting Started

Qualification Workspace will guide you through the Bluetooth Qualification Process for your Products.



Würth Elektronik AppNote:
[ANR027 Bluetooth Listing Guide](#)

BLUETOOTH ENFORCEMENT PROGRAMM

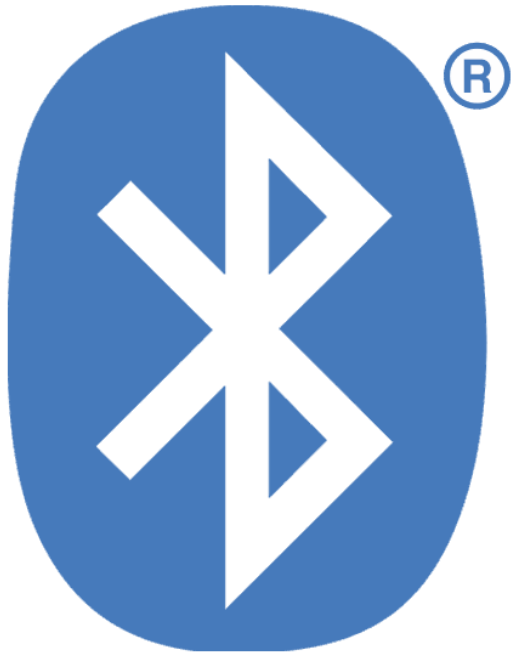
- Programm der **Bluetooth SIG** zur Durchsetzung der Bluetooth-Lizenz- und Qualifizierungsregeln
- Ziel:
 - Sicherstellung, dass nur **korrekt qualifizierte Produkte** Bluetooth nutzen
- Prüfumfang:
 - Einhaltung der **Bluetooth-Spezifikationen** und des **Qualification Process**
- **Maßnahmen bei Verstößen**
 - Aufforderung zur **Nachqualifizierung**
 - **Sperrung oder Entfernung** von Bluetooth Listings
 - **Vertragsstrafen / Strafzahlungen**
 - in schweren Fällen **Einschränkung oder Entzug der Bluetooth-Lizenz**

MÖGLICHE VERTRAGSSTRAFEN

Bluetooth Enforcement Program cost recovery fees	
<i>First audit failure (time to resolution)</i>	
Day 0 to 45	\$0
Day 46 to suspension	\$6,000
After suspension	\$12,000
<i>Each additional audit failure (time to resolution)</i>	
Day 0 to 45	\$2,500
Day 46 to suspension	\$8,500
After suspension	\$14,500

BLUETOOTH®- TECHNOLOGIE ENTWICKLUNG, GRUNDLAGEN UND ARCHITEKTUR

BLUETOOTH® – WAS IST DAS?



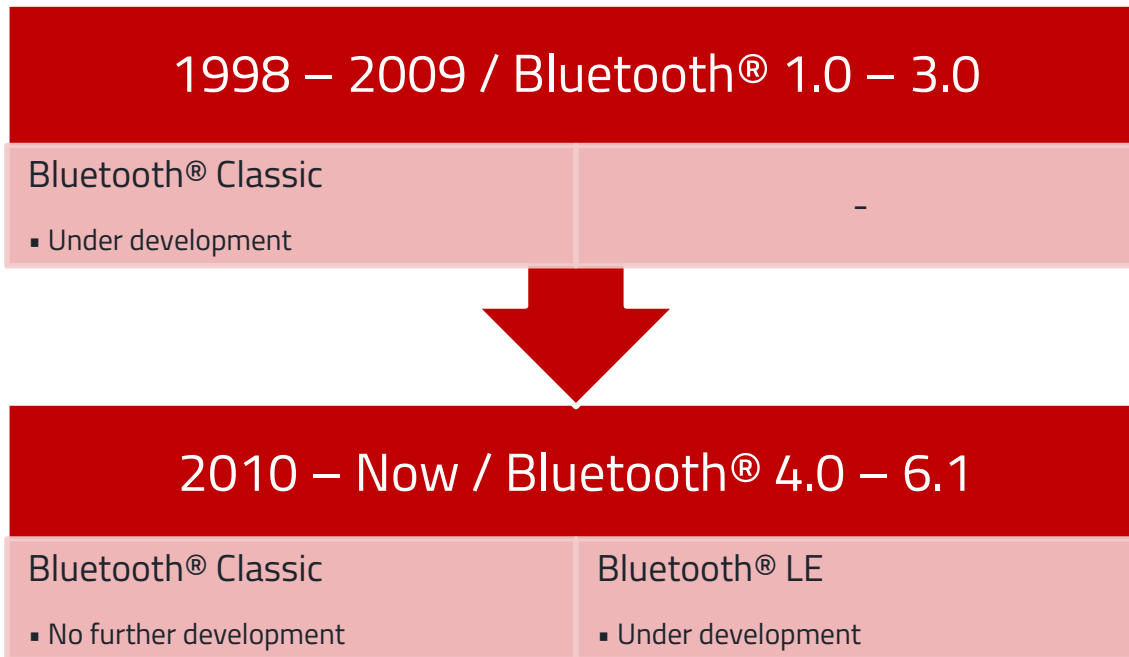
Globaler Funkstandard für einfache, sichere Verbindung

Ziel: Wegfall von Kabeln zwischen Geräten (Mobiltelefonen, PCs usw.)

2,4 GHz ISM-Band, weltweit lizenzfrei

Für die Inverkehrbringung eines Bluetooth® Produktes, muss die SIG Qualification erfolgen

BLUETOOTH® ENTWICKLUNG



- 1998 von der Bluetooth® SIG eingeführt.
- Um weitere Funktionen wie Pairing, Flusskontrolle, höhere Datenraten, FHSS, Authentifizierung und Verschlüsselung erweitert.
- Bis zur Version 3.0 weiterentwickelt.

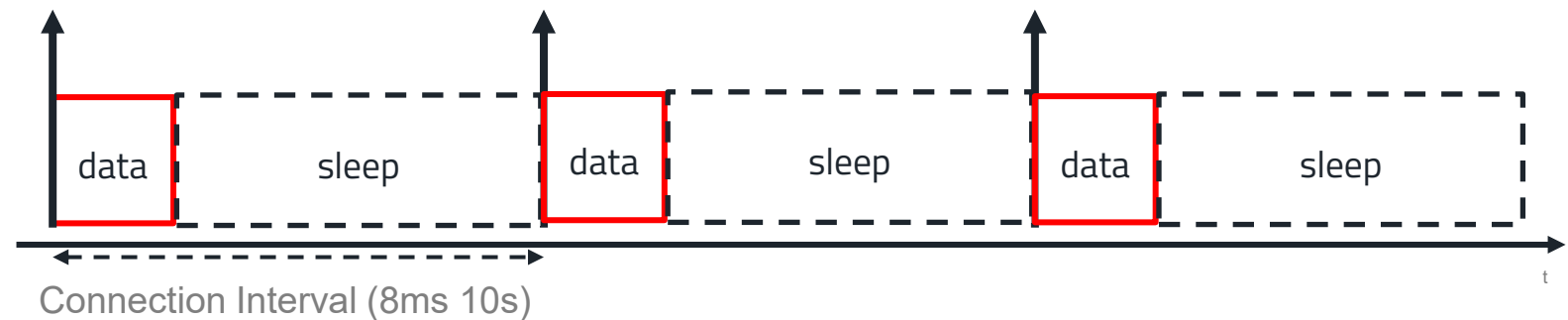
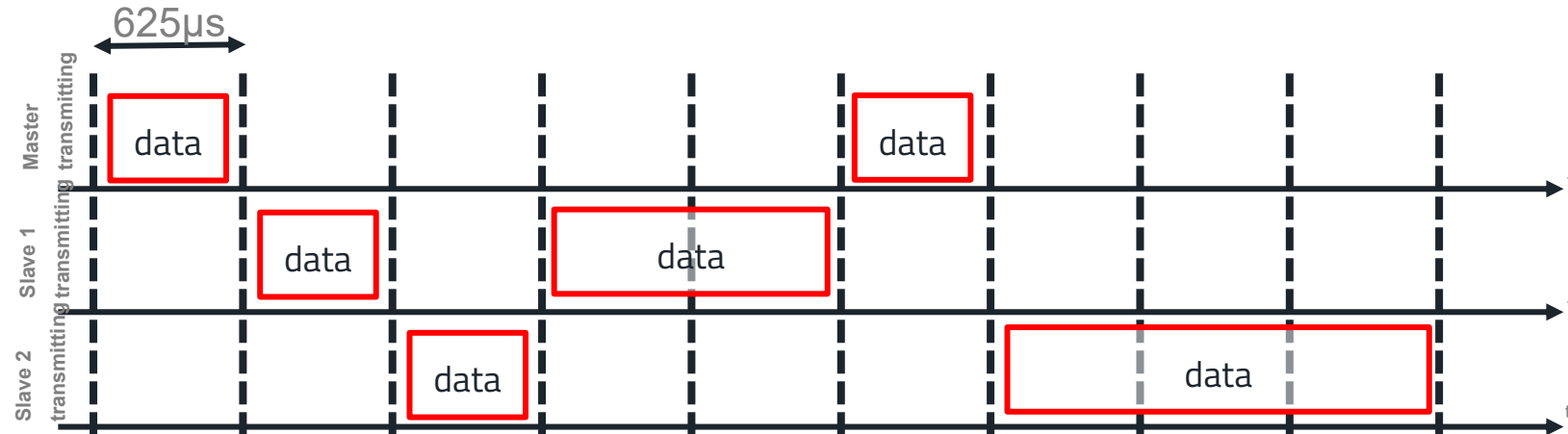
- Bluetooth® LE wurde 2010 eingeführt.
- Entwickelt für den Markt der IoT-Geräte, die hauptsächlich batteriebetrieben sind.
- Die Entwicklung wird von der Special Interest Group (SIG) fortgesetzt.

BLUETOOTH® CLASSIC VS. BLUETOOTH® LOW ENERGY

- **Classic (BR/EDR)**
 - Kontinuierliche Daten (z. B. Audio)
 - Höherer Stromverbrauch
 - Begrenzte Unterstützung durch aktuelle Smartphones
 - Nicht kompatibel mit LE
- **LE (Low Energy)**
 - Sendet Daten in kurzen Bursts
 - Befindet sich die meiste Zeit im Ruhezustand
 - Ideal für Sensoren und IoT
 - Wird von den meisten Smartphones unterstützt
 - Nicht kompatibel mit Classic



WARUM IST BLUETOOTH® LOW ENERGY - "LOW ENERGY"



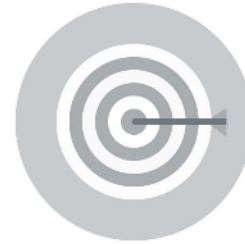
GRUNDKONZEPT BLE: ROLLEN



Peripheral

- Bietet Verbindungen und Dienste an.
- Legt die Sicherheitsstufe seiner Dienste und Daten fest.
- Fungiert als **Slave**.

- Beispiel: Die meisten Anwendungen, Türsteuerung, Service-Schnittstelle, Licht, Rollladen, Herzfrequenzmesser.



Central

- **Initiator für alle Verbindungen mit Peripheriegeräten**
- **Immer als Master in einer Verbindung mit einem Peripheriegerät**
- Beispiel: Mobiltelefon an der Serviceschnittstelle, Fernbedienung



Broadcaster



Observer

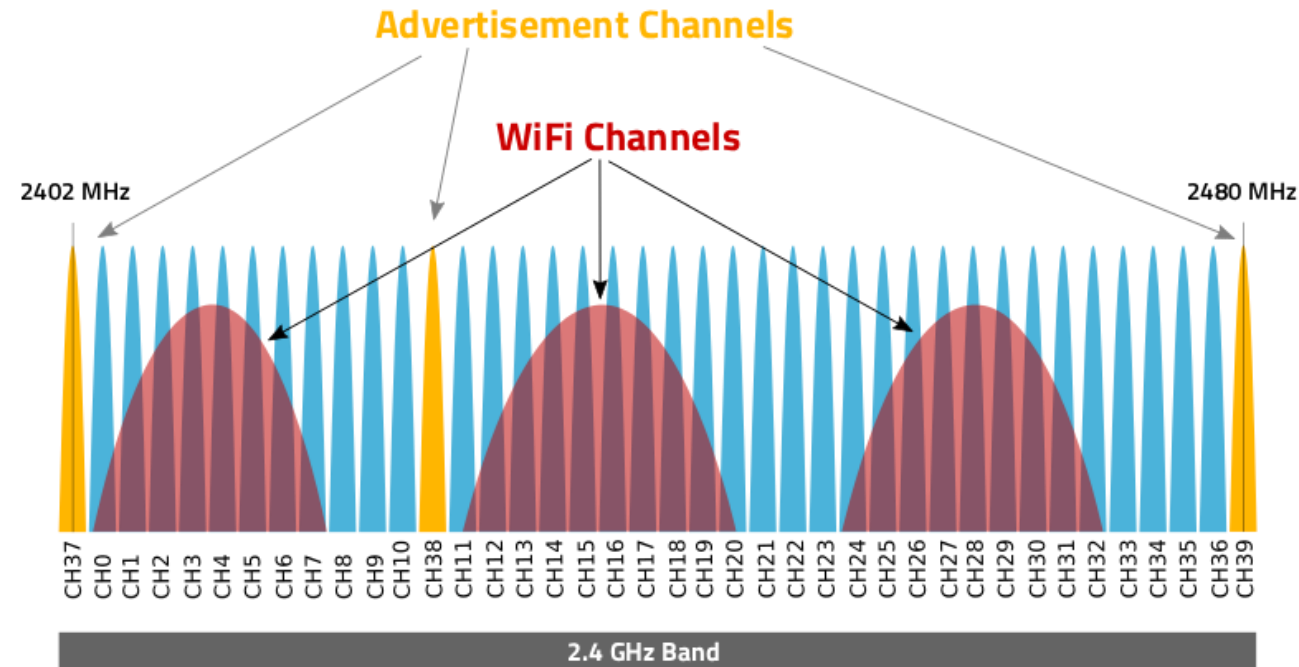
GRUNDKONZEPT BLE: ADVERTISING & SCANNING PROZESS

Advertising (Peripheral Side)

- Überträgt Pakete auf 3 primären Advertising Ch. (37 Datenkanäle, insgesamt 40)
- Konfigurierbares Intervall: 20 ms bis 10,24 Sekunden
- Pakettypen:
 - **Connectable** (ermöglicht Verbindungsaufbau)
 - **Non-connectable** (nur Übertragung, z. B. Beacons)
 - **Scannable** (ermöglicht Scan-Antwort)

Scanning (Central Side)

- Lauscht auf den primären Advertising Kanälen
- Wichtige Parameter:
 - Scanfenster: Wie lange soll zugehört werden?
 - Scanintervall: Wie oft soll gescannt werden?
- **Schnelleres Advertising = schnellere Entdeckung = schnellere Verbindung**



GRUNDKONZEPT BLE: VERBINDUNGSaufbau

▪ Verbindungsaufbau

1. Peripheriegerät sendet verbindungsfähiges Advertising Paket.
2. Central scannt und entdeckt Peripheriegerät.
3. Central sendet Verbindungsanfrage.
4. Peripheriegerät antwortet.
5. Verbindung hergestellt → Geräte wechseln zu Datenkanälen (einer von 37).



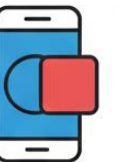
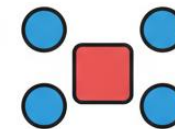
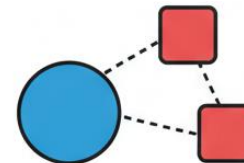
▪ Verbindungsparameter

- **Connection Interval:** Wie oft Geräte Daten austauschen (7,5 ms bis 4 s)
- **Peripheral Latency:** Peripheriegeräte können Intervalle überspringen, um Strom zu sparen
- **Supervision Timeout:** Erkennt verlorene Verbindungen



▪ Verbindungstopologien

- Die **Central** kann mit **mehreren Peripheriegeräten** verbunden werden.
- **Peripheriegeräte** können mit **mehreren Central** verbunden werden.
- **Smartphones** fungieren sowohl als **Central** als auch als **Peripheriegerät**.



GRUNDKONZEPT BLE: SERVICES & CHARACTERISTICS



Characteristics

Einzelne Datenelemente darstellen

Beispiele: Temperaturmessung,
Batteriestand, LED-Steuerung

Eigenschaften: Lesen, Schreiben,
Benachrichtigen, Anzeigen

Jedes Element hat eine eindeutige
UUID (16 Bit oder 128 Bit).



Services

Logische Gruppierung verwandter
Characteristics

Bsp.: "Umweltdienste"

- Temperatur
- Feuchtigkeit
- Druck

Standardisierte Services (Batterie,
Herzfrequenz) oder
benutzerdefinierte Dienste



GATT Profile Architecture

Definiert die Struktur von
Merkmalen und Services

Client-Server-Architektur über
BLE-Verbindung

Ermöglicht die Zusammenarbeit
zwischen Geräten

WÜRTH ELEKTRONIK MODULE MIT NORDIC- CHIPSÄTZEN

WÜRTH ELEKTRONIK – FUNKMODULE

Module basierend auf der Nordic nRF52 Serie

Proteus-I /-II
nRF52832
BLE 4.2/5.0



Proteus-III
nRF52840
BLE 5.1



Proteus-e
nRF52805
BLE 5.1



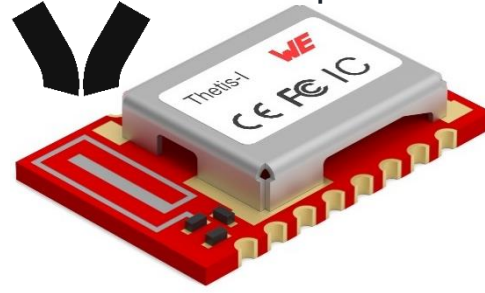
Setebos-I
nRF52840
BLE 5.1/WE-ProWare



Thyone-I
nRF52840
WE-ProWare



Thetis-I
nRF52840
Wirepas



Ophelia-I
nRF52805



Ophelia-III
nRF52840

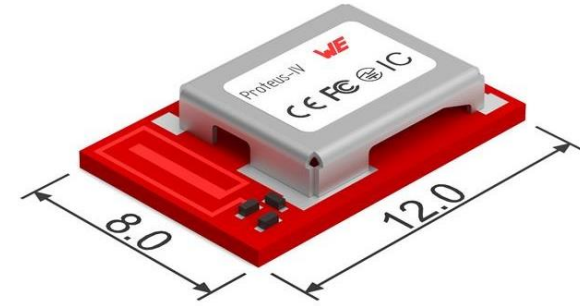


VORSTELLUNG...

NRF54L15

PROTEUS-IV

OPHELIA-IV



PROTEUS-IV / OPHELIA-IV - 262101102X000

Basic Information

Basic Information:

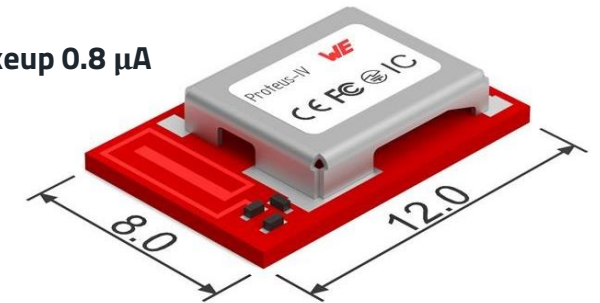
- Nordic [Datasheet nRF54L15](#), WLCSP Package
- Output power up to 8 dBm
- Size: 12 x 8 mm
- 1.5 MB Flash
- 256 KB RAM
- Supported data rates:
 - Bluetooth 6.0 – 2 Mbps, 1 Mbps, 500 kbps, and 125 kbps
 - IEEE 802.15.4-2020 – 250 kbps
 - Proprietary 2.4 GHz – 4 Mbps, 2 Mbps, and 1 Mbps
- Arm® Cortex® -M33 with TrustZone® technology, 128 MHz
- Smart Antenna Selection
- Comprehensive set of peripherals, including new Global RTC available in System OFF, 14-bit ADC, and high-speed serial interfaces
- Secure boot, secure firmware update, secure storage
- Cryptographic accelerator with side channel leakage protection, tamper Detectors
- Voltage range 1.7 to 3.6 V
- Operating Temperature Range: -40 to +105 °C

Protocols:

- Bluetooth® LE 6.0
- Matter
- Thread
- Zigbee
- NFC
- IEEE 802.15.4
- 2.4 GHz proprietary

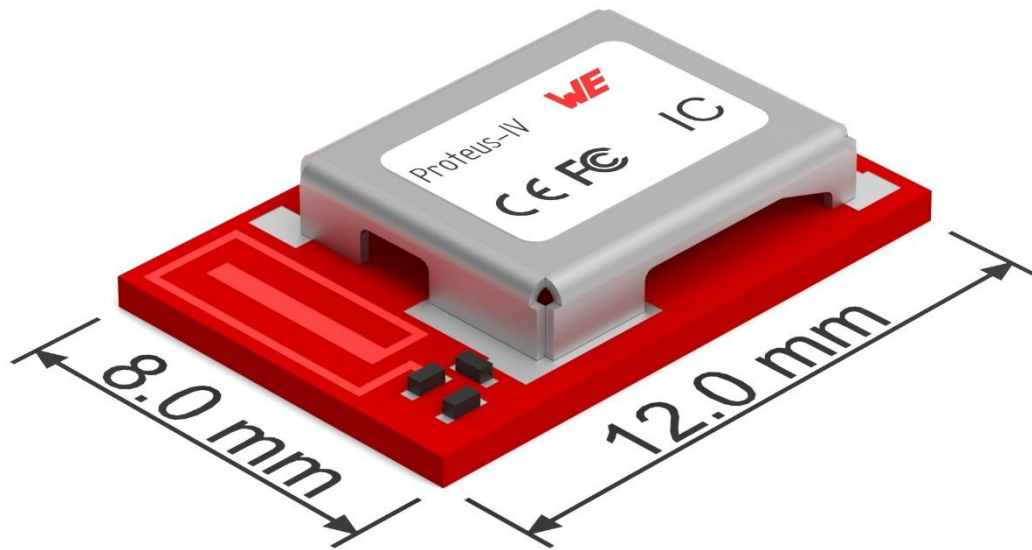
Electrical Properties (Module level values)

- Operating supply voltage
 - **1.7V to 3.6V**
- Current Consumption (VDD=3V)
 - Bluetooth LE TX 1 Mbps at +7.5 dBm 12.0 mA
 - Bluetooth LE RX 1 Mbps 3.6 mA
- **Sleep Current**
 - **System OFF with GRTC wakeup 0.8 µA**
 - **System OFF 0.6 µA**



VORSTELLUNG OPHELIA-IV

nRF54L15-Modul der nächsten Generation von Würth Elektronik



- **Chipsatz:** Nordic nRF54L15 (Cortex-M33 @ 128 MHz)
- **Größe:** 12 × 8 × 2 mm
- **Protokolle:** Bluetooth® LE 6.0, Thread, Zigbee, Matter, NFC, IEEE 802.15.4
- **Speicher:** 1,5 MB Flash / 256 KB RAM
- **Ausgangsleistung:** Bis zu +7,5 dBm
- **Stromverbrauch:** TX 12 mA / RX 3,6 mA / Ruhezustand < 1 µA
- **Sicherheit:** Sicherer Start, Firmware-Update, Speicher, Krypto-Engine
- **GPIOs:** bis zu 29 verfügbar
- **Zertifizierungen:** CE, FCC, IC, Bluetooth

PROTEUS-IV / OPHELIA-IV - 262101102X000

Produktspezifisches Pinning

Module Pin No	nRF54L15 pin
1	ANT
2	RF
3	GND
4	SWDCLK
5	SWDIO
6	/Reset
7	P2.05
8	VDD
9	GND
10	P2.00

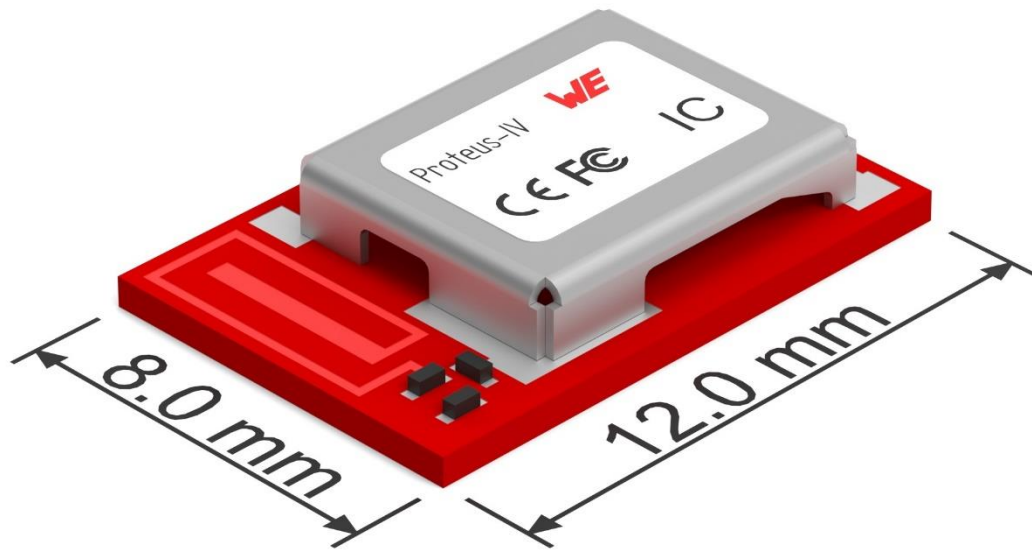
Module Pin No	nRF54L15 pin
11	P1.05/AIN1
12	P1.00/XL1
13	P1.01/XL2
14	P2.01
15	P1.08
16	P1.07/AIN3
17	P1.06/AIN2
18	P1.02
19	P1.12/AIN5
20	GND

Module Pin No	nRF54L15 pin
A1	P0.00
A2	P2.10
A3	P2.09
A4	P2.06
A5	P2.04
A6	P2.02
B1	P0.01
B2	P2.08
B3	GND
B4	GND
B5	P2.03
B6	P2.07

Module Pin No	nRF54L15 pin
C1	GND
C2	P1.10
C3	GND
C4	GND
C5	P1.03/NFC2
C6	P1.04/AIN0
D1	GND
D2	P1.09
D3	P1.11/AIN4
D4	P1.13/AIN6
D5	P1.14/AIN7
D6	P1.02/NFC1

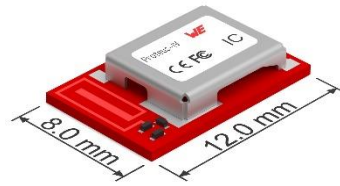
VORSTELLUNG PROTEUS-IV

BLE-Modul der nächsten Generation von Würth Elektronik



- **Chipsatz:** Nordic nRF54L15 (Cortex-M33 @ 128 MHz)
- **Größe:** 12 × 8 × 2 mm
- **Protokolle:** Bluetooth® LE 6.0
- **Speicher:** 1,5 MB Flash / 256 KB RAM
- **Ausgangsleistung:** Bis zu +7,5 dBm
- **Stromverbrauch:** TX 12 mA / RX 3,6 mA / Ruhezustand < 1 µA
- **Sicherheit:** Sicherer Start, Firmware-Update, Speicher, Krypto-Engine
- **Zertifizierungen:** CE, FCC, IC, Bluetooth

PROTEUS-IV OPERATING MODES



Transparent Mode

- Ersatz für serielles Kabel
- Daten werden automatisch übertragen, wenn ETX-Zeichen empfangen werden (Standard: \r\n)
- Ideal für einfache Anwendungen, keine Befehlsanalyse erforderlich

Command Mode Peripheral

- Als BLE-Server fungieren
- Volle Kontrolle über Advertising, Verbindungen, Sicherheit
- Binärbefehlsprotokoll über UART
- **Unterstützung mehrerer gleichzeitiger Verbindungen**
- Echtzeit-Verbindungsstatus und RSSI

Command Mode Central

- Als BLE-Client fungieren
- Nach Geräten in der Nähe suchen und Verbindungen herstellen
- Daten mit Peripheriegeräten austauschen
- **Ideal für Gateway-Anwendungen**

Config Mode

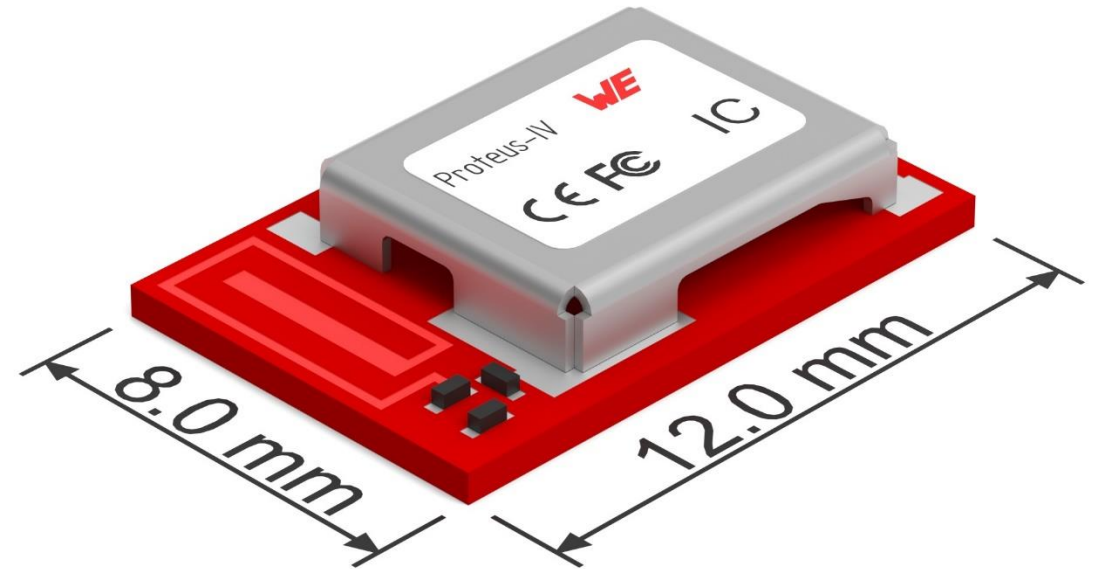
- Arbeitet immer mit 9600 Baud, 8N1, keine Flusskontrolle.
- Sicherer Modus für Wiederherstellung und **Erstkonfiguration**.
- Funk während der Konfiguration deaktiviert.

FOTA Mode

- **Drahtlose Firmware-Updates über BLE**
- Verwendet Simple Management Protocol (SMP)
- Kompatibel mit **nRF Connect Device Manager**

FLEXIBILITÄT UND ANPASSUNGSMÖGLICHKEITEN

- **Standard-Firmware**
 - Umfangreicher Befehlssatz, der alle gängigen BLE-Operationen abdeckt
 - Konfigurierbare Parameter, die im Flash-Speicher gespeichert sind:
 - UART-Einstellungen, TX-Leistung, Geräte name
 - Advertising Intervalle, Verbindungsparameter
 - Sicherheitseinstellungen (JustWorks, Passkey usw.)
- **Fähigkeit zur Anpassung der Firmware**
 - Voller Zugriff auf die Funktionen des nRF54L15:
 - Anpassbare GATT-Dienste und -Eigenschaften
 - Erweiterte Sicherheitsfunktionen (TrustZone, Hardware-Verschlüsselung)
 - Channel Sounding (HADM – hochpräzise Entfernungsmessung)
 - Peilung (AoA/AoD)
 - Erweiterte Werbung
 - Multiprotokollbetrieb (BLE + Thread/Matter)
 - Anpassbare Protokolle
- **Entwicklungsunterstützung**
 - Wireless Connectivity SDK mit STM32-Beispielen
 - Anwendungshinweise und Referenzimplementierungen
 - Technischer Support von Würth Elektronik
- **Strategie: Beginnen Sie einfach mit Standard-Firmware und skalieren Sie bei Bedarf auf eine benutzerdefinierte Implementierung.**

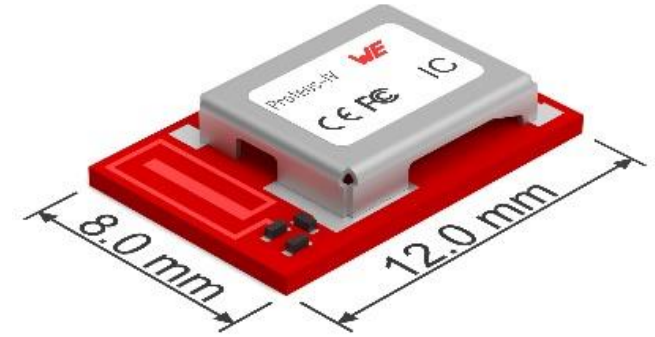


PROTEUS-IV / OPHELIA-IV - 262101102X000

Vergleich Proteus-IV und Ophelia-IV

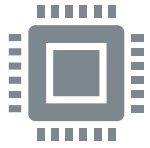
	Proteus-IV	Ophelia-IV
Part No.	2621011024000	2621011022000
Chipset	nRF54L15, WLCSP	nRF54L15, WLCSP
High Quality HW,	✓	✓
proven RF-Design	✓	✓
Dimensions	12 x 8 x 2 mm	12 x 8 x 2 mm
Smart Antenna Selection	✓	✓
Integrated Standard FW (by Würth Elektronik)	✓	✗
Built Your Own Firmware Option (BYOF), using Nordic nRF Connect SDK with Zephyr RTOS	✗	✓
Integrated SW-Stack	✓	✗
	Bluetooth® LE 6.0	(possible to integrate: Bluetooth® LE 6.0, Bluetooth® Mesh, Bluetooth® Channel sounding, Matter, Thread, Zigbee, IEEE 802.15.4, proprietary)
Module Pins	44	44
Free usable GPIOs	Remote GPIOs tbd.	29
ADC	✗	8 Ch., max. 14-bit
Certification	✓	✗
	CE, FCC, IC, WPC Bluetooth® Qualification	(by using defined radio stacks, referring to Certification of Proteus-IV is possible)

PROTEUS-III VS. PROTEUS-IV



Module	Proteus-III	Proteus-IV
Bluetooth® Version	5.1	6.0 (ready for 6.1)
Sleep Current	<1 μ A	<0.6 μ A
Chipset	Nordic nRF52840	Nordic nRF54L15
SDK Platform	nRF5 SDK (maintenance)	nRF Connect SDK (active dev)
Security	Basic	Enhanced
Product Lifecycle	Mature (Released in 2020)	Long-term future (Release soon)

UMFASSENDE ENTWICKLUNGSUNTERSTÜTZUNG



Hardware

Evaluierungsboards mit USB-Schnittstelle

Breadboard-kompatible
Evaluation Boards

Komplette Referenzdesigns



Software

Wireless Connectivity SDK

Beispielanwendungen für gängige
Mikrocontroller

UART-Terminal-Tools

Konfigurationsdienstprogramme



Documentation

Umfassende Datenblätter

Anwendungshinweise

Schritt-für-Schritt-Anleitungen

API-Referenz



Support

Technischer Support

Online-Foren und Community

Schulungs-Webinare und
Videos

Entwicklung
kundenspezifischer Firmware

WARUM WÜRTH ELEKTRONIK FÜR BLE WÄHLEN?



Vorab zertifizierte Module

Schnellere Markteinführung, geringere Zertifizierungskosten



Neueste Technologie

nRF54 Series SoCs mit Bluetooth® 6.0 Funktionen



Flexible Firmware

Vom einfachen transparenten Modus bis hin zu vollständig benutzerdefinierten Implementierungen



Vollständiges Ökosystem

Hardware, Software, Dokumentation, Beispiele



Fachkundige Unterstützung

Technische Unterstützung, wenn Sie sie brauchen



Bewährte Zuverlässigkeit

Würth Elektronik Qualitätsstandards



Kosteneffizienz

Wettbewerbsfähige Preise mit Proteus-IV



Langfristiges Engagement

Aktive SDK-Entwicklung, zukunftssichere Designs



**WÜRTH
ELEKTRONIK**
MORE THAN
YOU EXPECT

CE VS. FCC

EINLEITUNG:

Vorteile vorzertifizierter Module

- Die Verwendung eines vorzertifizierten Moduls verkürzt die Markteinführungszeit und senkt die Zertifizierungskosten erheblich.
- Kein Freibrief: Ein zertifiziertes Modul bedeutet **NICHT** automatisch ein konformes Endprodukt.
- Verantwortung: Der Integrator (Hersteller des Endgeräts) trägt die volle rechtliche Verantwortung für die Konformität des Gesamtsystems.

CE

Vorgehensweise CE-Kennzeichnung (EU/EFTA)

- In der EU basiert die Compliance auf der Radio Equipment Directive (RED) 2014/53/EU.
- Die 3 wesentlichen Anforderungen (Art. 3 RED):
 - 1. **Gesundheit & Sicherheit (Art. 3.1a)**
 - Volle Prüfung des Host-Geräts erforderlich (z. B. EN 62368-1).
 - 2. **Elektromagnetische Verträglichkeit (EMC) (Art. 3.1b)**
 - Teilprüfung/Spot-Tests am Gesamtsystem notwendig.
 - 3. **Effektive Nutzung des Funkspektrums (Art. 3.2)**
 - Leitungsgeführte Tests des Moduls können oft übernommen werden, aber gestrahlte Störaussendungen (RSE) müssen zwingend am Endprodukt gemessen werden.
- Neu: **Cybersecurity (Art. 3.3 / EN 18031)**

Anforderung	Inhalt & Prüfpflicht	Vorgehensweise für Integratoren
Art. 3.1a: Gesundheit & Sicherheit	Schutz vor elektrischem Schlag, thermischen Gefahren und EMF-Exposition.	Vollständige Bewertung des Host-Geräts (z.B. EN 62368-1). EMF-Bewertung des Gesamtsystems.
Art. 3.1b: Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	Vermeidung von Störungen anderer Geräte und Festigkeit gegen Störungen.	Kombinierte EMV-Prüfung erforderlich. Fokus auf Emissionen der Host-Elektronik.
Art. 3.2: Effiziente Nutzung des Funkspektrums	Sicherstellung, dass der Funk keine schädlichen Störungen verursacht.	Leitungsgeführte Tests können oft übernommen werden. RSE-Messungen (Radiated Spurious Emissions) am Endprodukt sind jedoch zwingend.

FOKUS

Delta Test Strategie

- Risk assesment und Delta Tests sind zwingend
- Gehäuse und andere Komponenten haben Einfluss auf das Funkmodul
- Nebenaussendungen müssen zwingend gemessen werden
- **Safety (Art. 3.1a):**
 - Full electrical safety test (EN 62368-1) of the host.
 - **Health (EMF):** If the device is used < 20cm from the human body, an SAR (Specific Absorption Rate) evaluation or MPE (Maximum Permissible Exposure) calculation is mandatory for the final assembly.
- **EMC (Art. 3.1b):**
 - Radiated Emissions & Immunity tests on the final device (EN 301 489-x series).
 - *Note:* You must verify that the host electronics do not interfere with the radio, and the radio transmission does not crash the host electronics.
- **Radio (Art. 3.2):**
 - **Radiated Spurious Emissions (RSE): MANDATORY.** You must prove that the host enclosure and circuitry do not generate harmonics or spurious signals when the radio is transmitting.
 - *Conducted tests (Output power, Occupied Bandwidth):* Usually **not required but recommended.**

TECHNICAL CONSTRUCTION FILE (TCF)

- Inverkehrbringer muss ein TCF anlegen
- TCF muss folgendes beinhalten:
 - Für das Modul:
 - Moduldatenblatt
 - CE Declaration des Moduls
 - Handbuch des Moduls
 - Testreports des Modulherstellers
 - Für die Host-PCB:
 - Risk Assessment
 - Delta Test Reports
 - Schematics and Layout der Platine
 - BoM
 - CE Declaration des finalen Produktes
 - Handbuch

FCC

Vorgehensweise FCC-Zertifizierung (USA)

- Die USA nutzen das 'Modular Approval'-Framework gemäß Title 47 CFR Part 15.
- **Arten der Zulassung**
 - **Full Modular Approval:**
 - Das Modul verfügt über eine eigene Abschirmung, Spannungsregulierung und Antennenschnittstelle.
 - **Limited Modular Approval:**
 - Das Modul ist von spezifischen Host-Bedingungen abhängig (z.B. externe Spannungsregulierung), was oft zusätzliche Tests erfordert

PFLICHTEN DES HOST-HERSTELLERS

- Der Host-Hersteller wird als „OEM-Integrator“ bezeichnet. Seine Aufgaben umfassen
 - **Integration Fidelity**
 - Einbau exakt nach den Vorgaben des Modulherstellers (Antennentyp, Gewinn, Kabellänge)
 - **Unintentional radiator compliance (Part 15 B)**
 - Prüfung des „Unintentional Radiator“. Dies betrifft die digitale Elektronik des Hosts (CPU, Bus-Systeme), die keine Funkstörungen verursachen darf
 - **Composite Investigation (Part 15 C)**
 - Prüfung (Spot-Check), ob das Host-System die Funkparameter des Moduls verschlechtert.

COMPLIANCE TEST REQUIREMENTS

- **Composite Investigation (Intentional Radiator - Part 15C)**
 - **Methodik**
 - Gerät muss unter „worst case“ Szenario getestet werden – all radios active/full duty cycle
 - **Messumfang**
 - Fundamental emissions (main carrier frequency)
 - Spurious emissions (harmonics or out of band signals created by host/module interaction)
 - Band edge emissions
- **Unintentional Radiator Compliance (Part 15B)**
 - **Protokoll**
 - Testing is performed according to ANSI C63.4 standards.
 - **Frequency Range**
 - 30 MHz to 1 GHz (extended to 6 GHz for higher frequency internal clocks).
 - **Limits**
 - Results are compared against FCC Class B limits for consumer devices

US MARKET ENTRY: ADMINISTRATIVE & LEGAL REQUIREMENTS

- **US Agent for Service of Process (FCC Rule 2.911(d)(7))**
 - Seit Februar 2023 muss es einen US-ansässigen Ansprechpartner für die FCC geben
 - Zuständig für den Erhalt offizieller Dokumente der FCC
- **The "Responsible Party" for SDoC (unintentional radiators)**
 - Bei Nutzung des SDoC-Verfahren für den Host muss es einen US-ansässigen Ansprechpartner geben
 - Die "responsible party" ist zuständig und haftbar für die kontinuierliche Einhaltung der Regeln

WEITERE INFORMATION:

WWW.WE-ONLINE.COM

WWW.WE-ONLINE.COM/WCS-PRODUCT-GUIDE

WWW.WE-ONLINE.COM/DE/COMPONENTS/PRODUCTS/PROTEUS-IV

VIELEN DANK!

