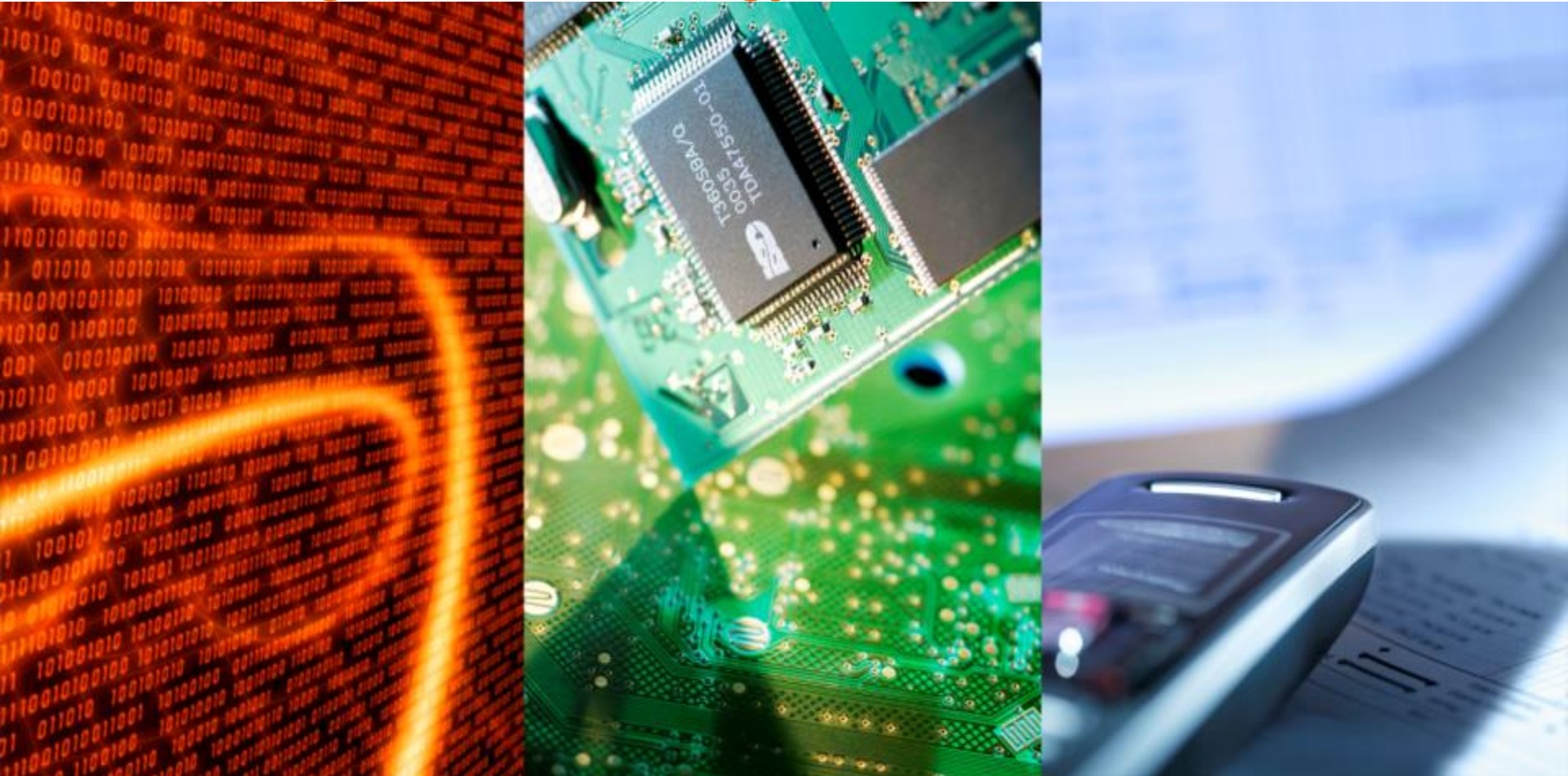


## Entwicklung eines Low-Energy-Produkts mit Bluetooth 4.0



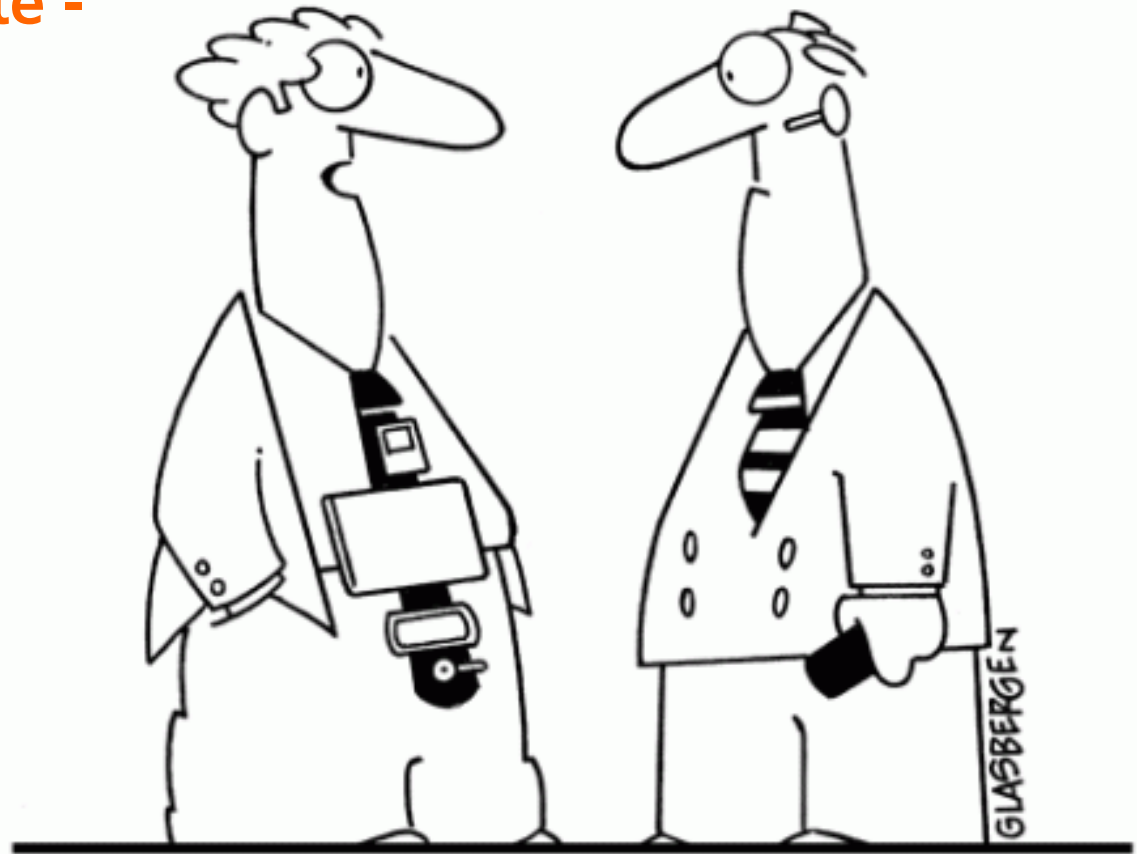
## Agenda

- Einleitung
- Kriterien
- Fallbeispiel
- Fazit

## Agenda

- Einleitung
- Kriterien
- Fallbeispiel
- Fazit

## Bluetooth Geschichte - Die Euphorie



**“It recharges my phone, iPod, netbook,  
and bluetooth headset — it’s a power tie.”**

© Randy Glasberger

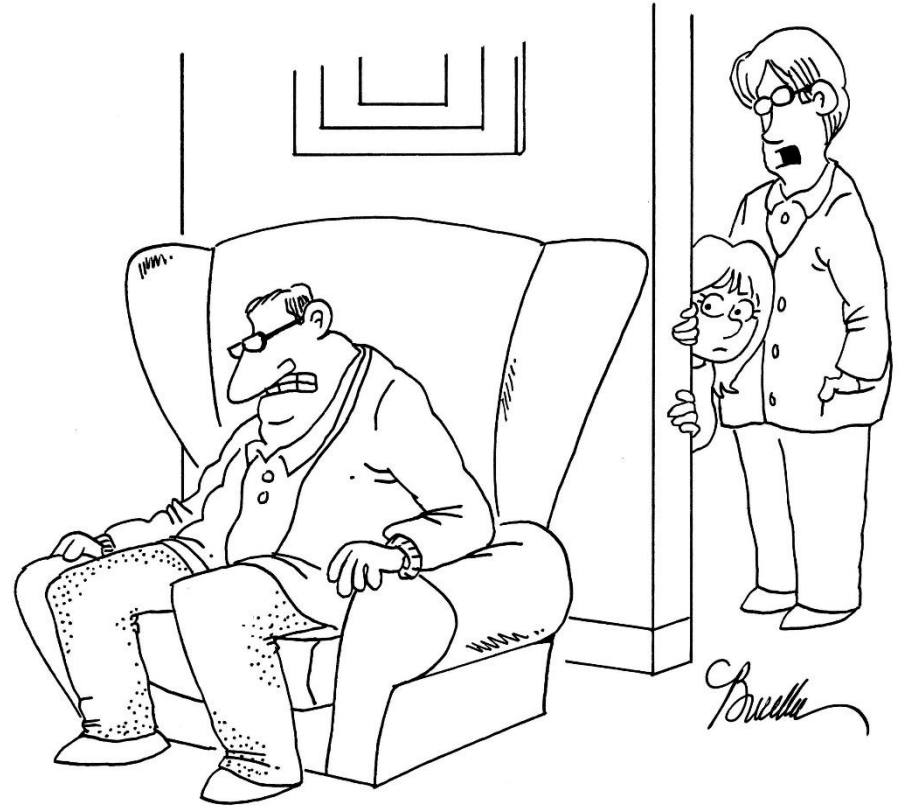
## Bluetooth Geschichte – Die Ernüchterung



**“My my bluetooth bluetooth headset headset  
echoes echoes so so much much I I don’t don’t  
even even notice notice it it anymore anymore.”**

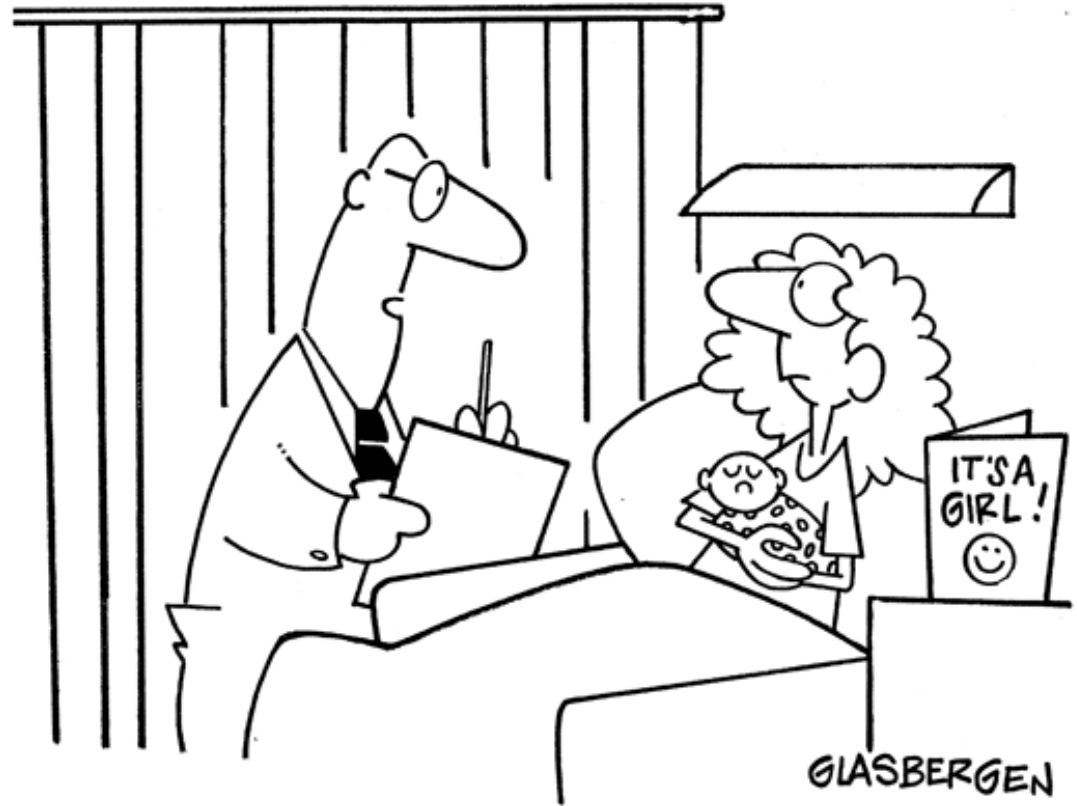
© Randy Glasbergen

## Bluetooth Geschichte – Etabliert im Bereich Audio



"Grandpa doesn't have a Bluetooth device, dear. He's just complaining to himself again."

# Bluetooth Geschichte – Die Zukunft gehört BLE



**“There was no umbilical cord. These days,  
babies are connected by Bluetooth.”**

© Randy Glasberger

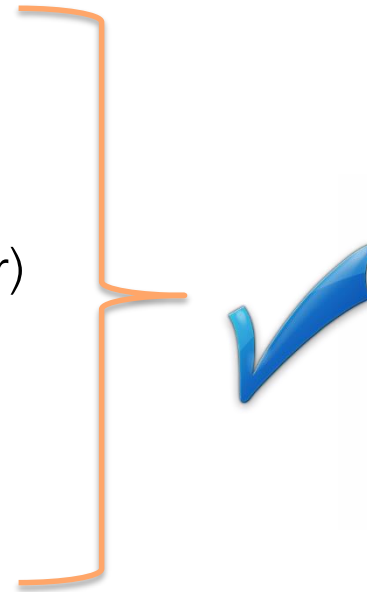
## Agenda

- Einleitung
- Kriterien
- Fallbeispiel
- Fazit



## Entscheidungskriterien für BLE als Funklösung

- Stromverbrauch
- Penetration (Mobile Devices)
- Standardisierung (Profile/Services)
- Nutzerbasis (SIG hat >50k Mitglieder)
- Tiefe Bauteilkosten
- Software Komponenten
- Tools
- Bluetooth Qualifizierung



**Bluetooth™**  
**4.0**   
*Low Energy*

## Kriterien – Checkliste

- Architektur Hardware / Software
- Modul oder Flat Design
- Energieversorgung
- Software Komponenten
- Entwicklungstools
- Chip- / Modulwahl
- Profile und Services
- Gegenstelle



## Kriterien – Architektur Hardware / Software

- Single Chip Lösung?
- Lösung mit Host Prozessor?
- Transceiver Lösung?
- Wo läuft der Host- / Controller Stack / Profile und Services?

## Kriterien - Flat Design oder Modul

### Kostenvergleich:

#### Modul Kosten

5 - 10 USD @ 10k  
 2.5 - 5 USD @ 100k

#### Flat Design Kosten

Chip	USD 1.00
Balun	USD 0.15
Crystal	USD 0.20
Misc	USD 0.10
<b>Sub total</b>	<b>USD 1.45</b>

Regulatory EN only USD 7k -> @10k / 0.7 USD per unit  
 Regulatory Worldwide USD 70k -> @10k / 7 USD per unit

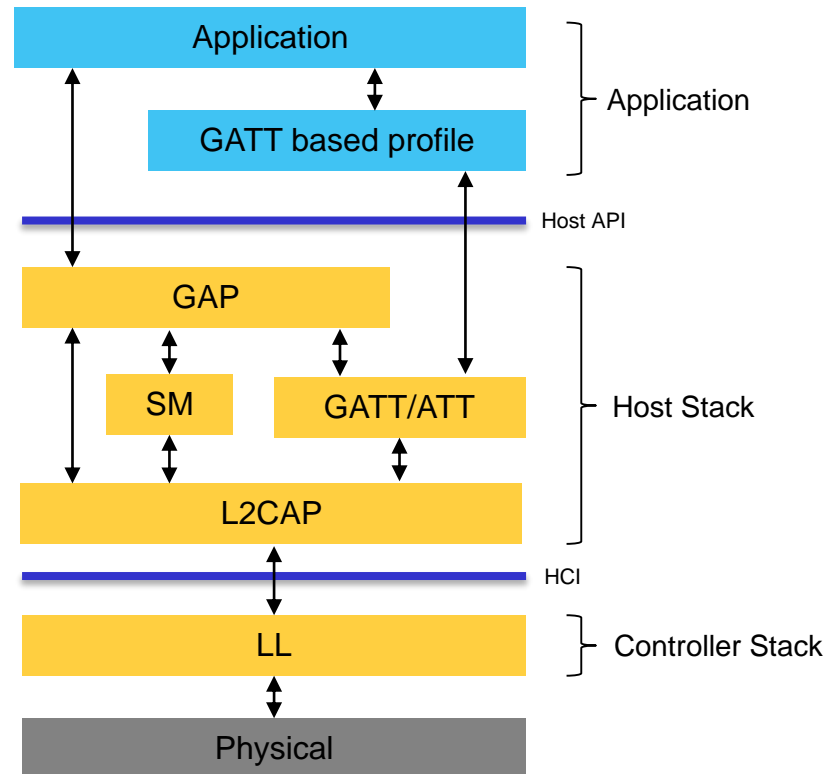
Engineering \$25k -> @10k / 2.5 USD per unit

## Kriterien - Energieversorgung

- Autark (Harvesting)?
- Akku?
- Standard Batterie Zellen?
- Knopfzellen?
- Netzspeisung?

# Kriterien - Software Komponenten

- Controller Stack
- Host Stack
- Profile/Services
- Air Firmware Update



## Entwicklungstools

- Sind Tools vom Chiphersteller gut genug?
- Air Trace nötig (z.B. Frontline)?
- Reicht der Protocol Test Suite (PTS) Trace?

## Kriterien – Wahl des BLE Chips / Moduls

- Systemarchitektur (Hostprozessor ja/nein)?
- Mitgelieferte Software?
- Tools und Support?
- Memory?
- Performance?
- Stromverbrauch?
- Preise?



## Kriterien - Profile und Services

- Einsatz von Standard Profilen und Services (38 GATT Profile/Services)?
- Proprietärer Service?
- Eigenen Service/Profil von SIG «adopten» lassen?

GATT-Based Specifications (Qualifiable)		Adopted Version
ANP	Alert Notification Profile	1.0
ANS	Alert Notification Service	1.0
BAS	Battery Service	1.0
BLP	Blood Pressure Profile	1.0
BLS	Blood Pressure Service	1.0
CPP	Cycling Power Profile	1.0
CPS	Cycling Power Service	1.0
CSCP	Cycling Speed and Cadence Profile	1.0
CSCS	Cycling Speed and Cadence Service	1.0
CTS	Current Time Service	1.0
DIS	Device Information Service	1.1
FMP	Find Me Profile	1.0
GLP	Glucose Profile	1.0
GLS	Glucose Service	1.0
HIDS	HID Service	1.0
HOGP	HID over GATT Profile	1.0
HRP	Heart Rate Profile	1.0
HRS	Heart Rate Service	1.0
HTP	Health Thermometer Profile	1.0
HTS	Health Thermometer Service	1.0
IAS	Immediate Alert Service	1.0
LLS	Link Loss Service	1.0
LNP	Location and Navigation Profile	1.0

## Kriterien - Gegenstelle

- Embedded Device?
- PC Anwendung (Betriebssystem)?
- Mobile App (Android, iOS, Windows Mobile, Black Berry)?

## Kriterien - Smartphone Support und Eigenheiten

- iOS
  - Ab Version 6.0 verfügbar, ab Version 7.0 brauchbar
  - iPhone und iPod 4s, iPad Retina, ...
  - Totalhänger ab und zu
- Android
  - Ab Version 4.4 (KitKat) brauchbar
  - Keine Peripheral Rolle
  - Auf max 4 notifications abonnierbar
- Windows Mobile
  - Ab Version 8.1
  - Eigenheiten beim Pairing/Bonding
- Blackberry
  - ??

## Kriterien - Qualifizierung

- Soll die Lösung qualifiziert werden?
- Wird Bluetooth als Technologie kommuniziert?
- Sollen die Logos Verwendung finden?
- Mache ich die Qualifizierung selber oder ein BQE?
- Setzte ich grundsätzlich einen BQE oder BQTF ein?

## Kriterien – Checkliste

- Architektur Hardware / Software
- Modul oder Flat Design
- Energieversorgung
- Software Komponenten
- Entwicklungstools
- Chip- / Modulwahl
- Profile und Services
- Gegenstelle



## Agenda

- Einleitung
- Kriterien
- Fallbeispiel
- Fazit

## Fallbeispiel – Kochanwendung VitaControl Digital

- Erweiterung eines existierenden Produktes mit Bluetooth LE
- Entwicklung einer Control App für iPhone, iPad, Android Smartphones und –Pads
- Gemeinsame Auftragsentwicklung mit der Firma Steinel Solutions AG in Einsiedeln

**STEINEL**<sup>®</sup>  
Solutions



## Fallbeispiel - Ausgangslage

- Der Endkunde hat ein Portfolio von Produkten im Bereich Kochzubehör und möchte eine App





## Fallbeispiel – Ausgangslage

- Batteriebetrieben, Lebensdauer > 1 Jahr (>300 Kochvorgänge)
- Betrieben mit CR2450 Kopfzelle
- Segment Display
- 4 LEDs mit 4 Farben
- Tastatur
- Hall-Sensor
- Piezo Beeper
- Hardware basiert auf einem PIC16
- Gehäuse muss 1:1 wieder verwendet werden
- Messetermin in 3 Monaten



## Fallbeispiel – App Funkanbindung Anbindung

- WiFi
  - > Energieverbrauch ist Killer
- Classic Bluetooth
  - > Energieverbrauch problematisch
- **Bluetooth LE** (Bluetooth SMART)
  - > Penetration
- ANT+
  - > Exot im Mobile Segment

## Fallbeispiel - Vorderungen

- Gleiche Batterielebensdauer wie vorher (max. 10% weniger)
- Unterstützung aller Smart Device Plattformen
- Software Update über Bluetooth (funktionale Erweiterbarkeit)
- Keine Anpassungen an der Mechanik
- Kalibration des Hall-Sensors über BLE
- Reichweite im Raum
- Zulassungen für den EU Raum, weltweite Zulassung als Option
- Bluetooth Logo wird aufgedruckt (d.h. Qualifizierung ein Muss)

## Fallbeispiel – Chip-/Modul Entscheid

### Chipentscheid:

- Optionen: TI, Nordic, Dialog, EM Micro, CSR
- Singlechip Lösung mit Rechenleistung und viel Memory (M0 Core)
- Qualität der Software und Tools
- Software Update als Requirement

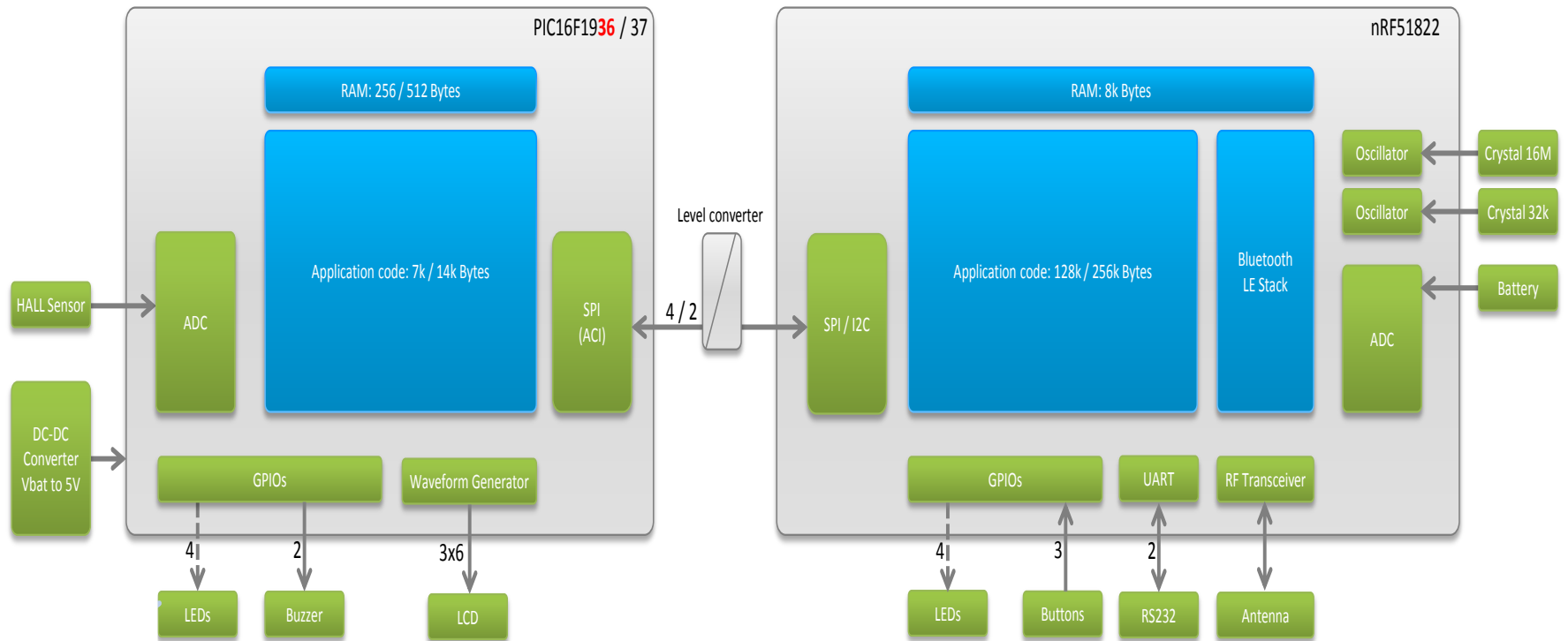
### Modul/Flat Design:

- Projektdauer (3 Monate Messe, 7 Monaten Markt)
- Optionale Zulassungen Fernost
- Reichweite nicht sehr kritisch
- Bluetooth Qualifizierung gefordert (QDID Vererbung verwenden)

Entscheid: **Nordic nRF51822, Fujitsu Modul MBH7BLZ02**

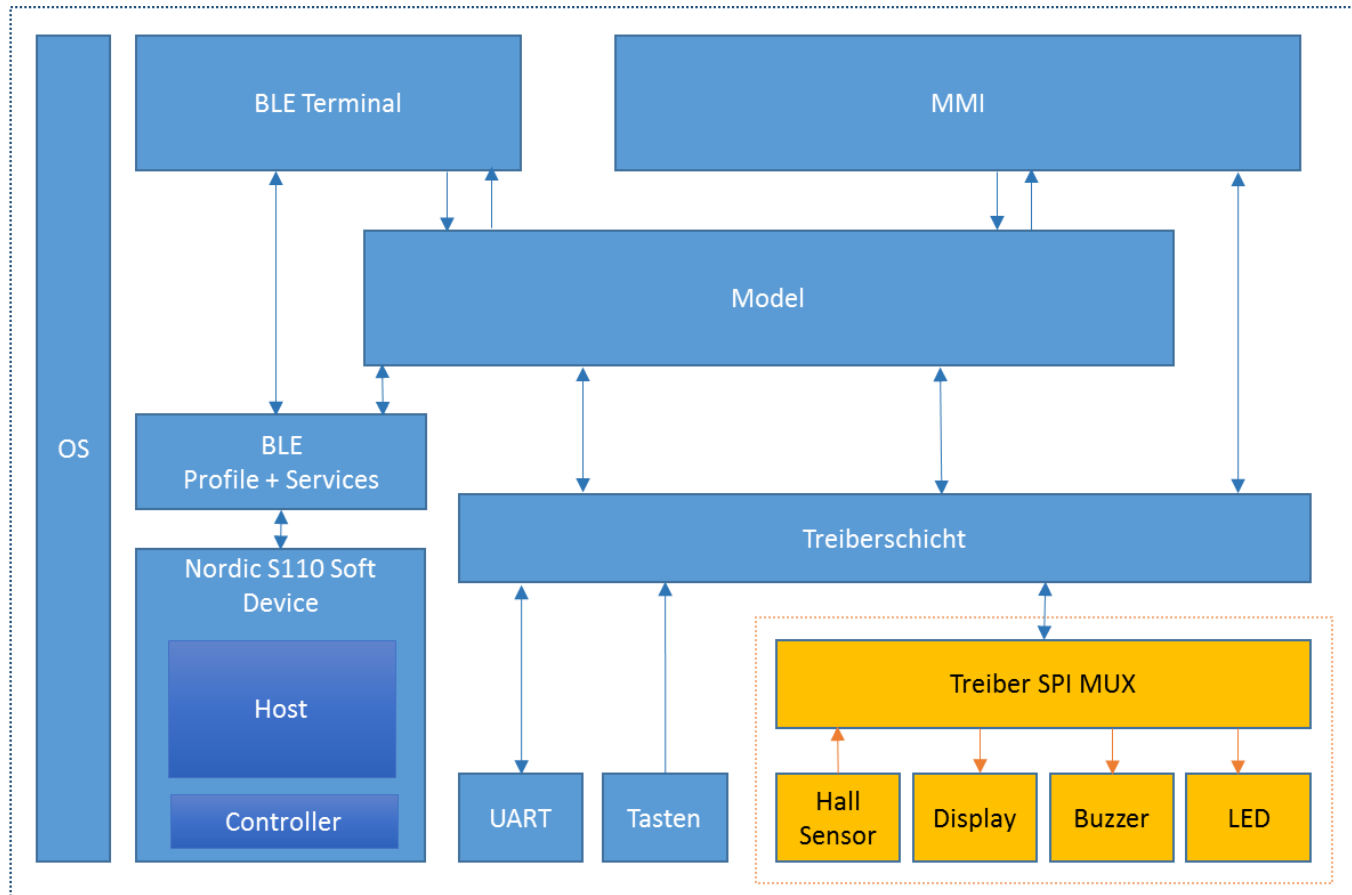
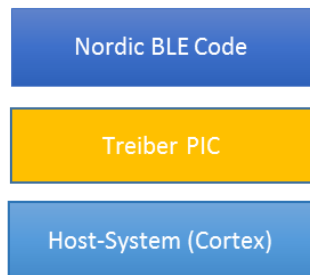


# Fallbeispiel – Hardware Architektur



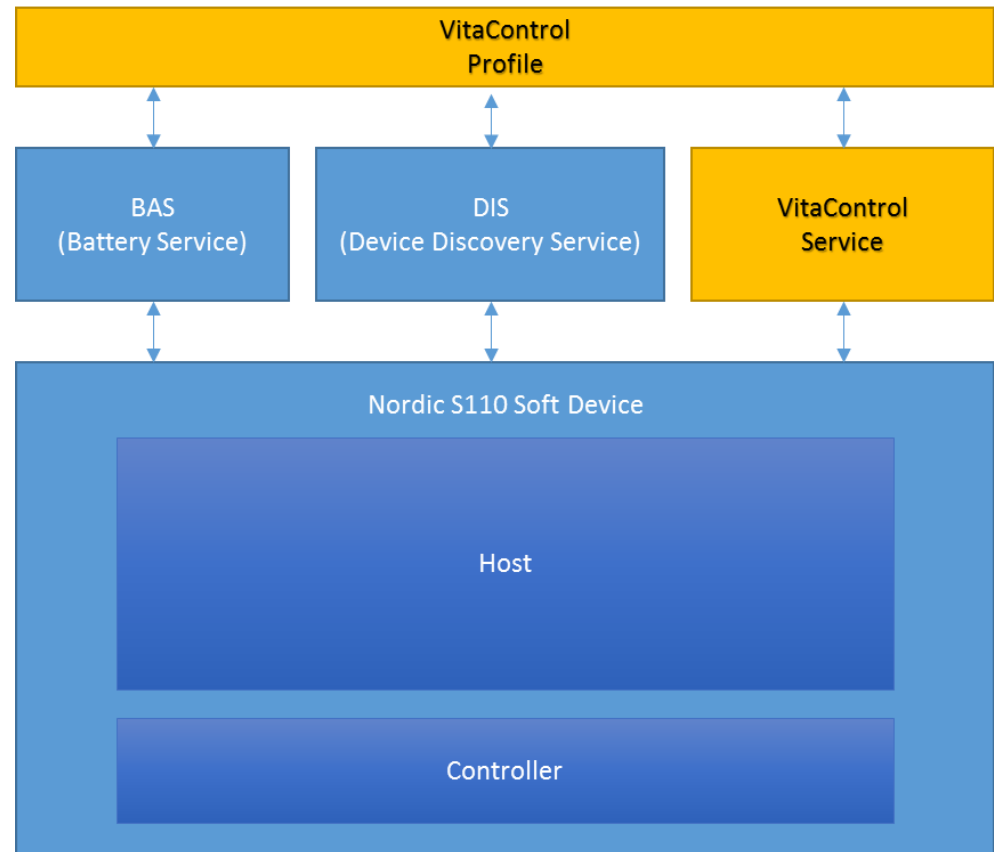
## Fallbeispiel – Software Architektur

### Legende:



## Fallbeispiel – Profile und Services

- Es existiert kein passendes Profil für die VitaControl Funktionalität
- Gewisse Adopted Services könnten verwendet werden
- Der Kunde möchte seinen Service nicht öffentlich haben
- Der Kunde will seine Lösung Qualifizieren



## Fallbeispiel - Energieverbrauch

Kundenforderung war

- Gleich lange Batterielebensdauer mit BLE (> 300 Kochvorgänge)
- Keine hohen Spitzenströme wegen Knopfzelle

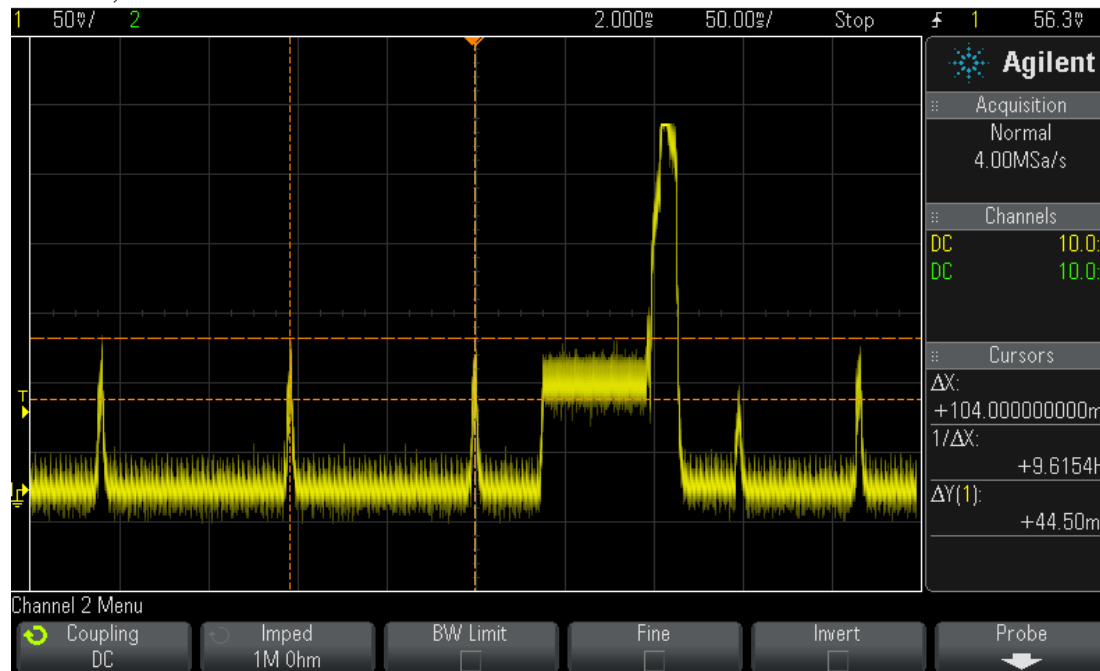
Herausforderung:

- Zwei Prozessorsystem in neuer Architektur
- Funk-Kommunikation in neuer Architektur



## Fallbeispiel – Energieverbrauch Advertising

MSO-X 3032A, MY50510664: Fri Jun 13 10:53:05 2014



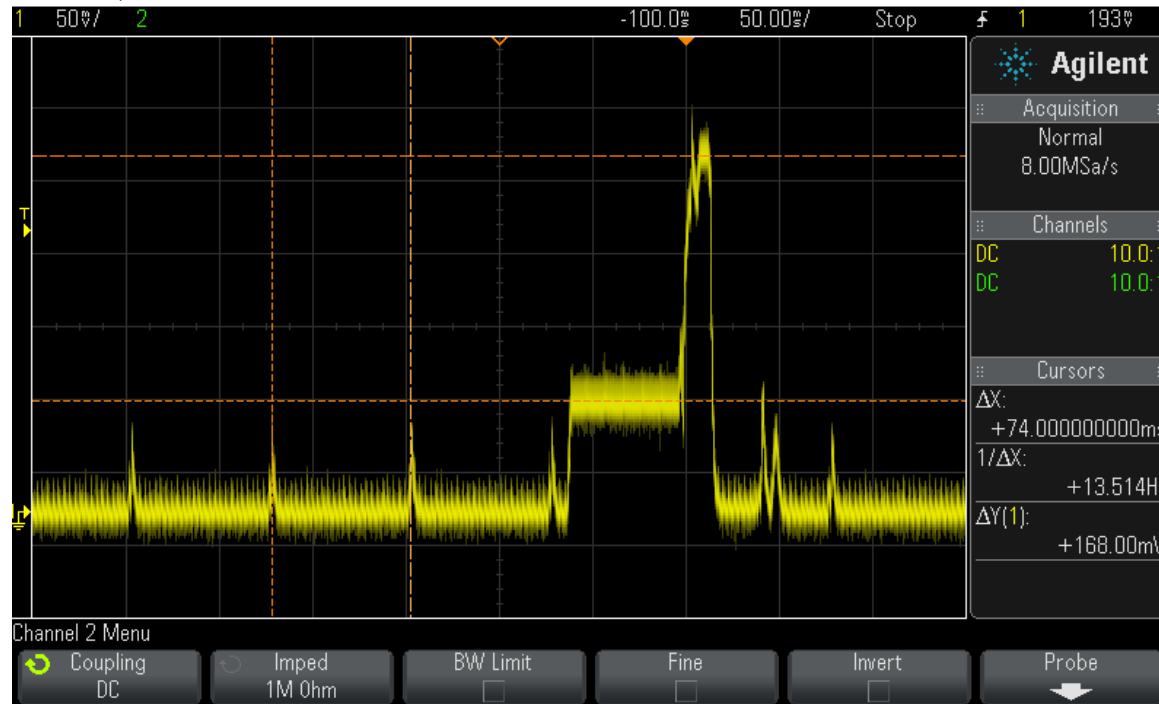
Das Bild zeigt den Stromverbrauch über einem 100Ohm Widerstand. Alle 100ms sind die Peaks des BLE advertising events zu sehen, alle 1.27 Sekunden wird eine Sensormessung gemacht und die LED eingeschaltet (grosser Peak).

### Advertising Mode

Advertising Intervall	LED blau	Sensor	LCD	PIC	ØStrom
100ms	ON	ON	ON	ON	1.3mA
100ms	OFF	OFF	ON	ON	666uA
100ms	OFF	OFF	OFF	OFF	290uA

## Fallbeispiel – Energieverbrauch Connected

MSO-X 3032A, MY50510664: Fri Jun 13 10:59:07 2014



Das Bild zeigt den Stromverbrauch über einem 100Ohm Widerstand. Alle 74ms sind die Peaks des BLE connection events zu sehen, alle 1.27 Sekunden wird eine Sensormessung gemacht und die LED eingeschaltet (grosser Peak).

### Connected Mode

Connection Intervall	LED blau	Sensor	LCD	PIC	ØStrom
74ms	ON	ON	ON	ON	1.15mA
74ms	OFF	OFF	OFF	OFF	155uA

## Fallbeispiel – Energieverbrauch Fazit

Mit dem Nordic nRF51822 als Hauptprozessor im dual Prozessorsystem hatten wir:

- Einen kleineren «off» Strom (nur **3.8uA**)
- Einen tieferen Durchschnittsstrom (wenn PIC komplett off) ohne Funk/LED/HALL Messung
- Einen Durchschnittsstrom des Systems (ohne LED und HALL, rein BLE) von **155uA @ 74ms** connection intervall und latency = 1

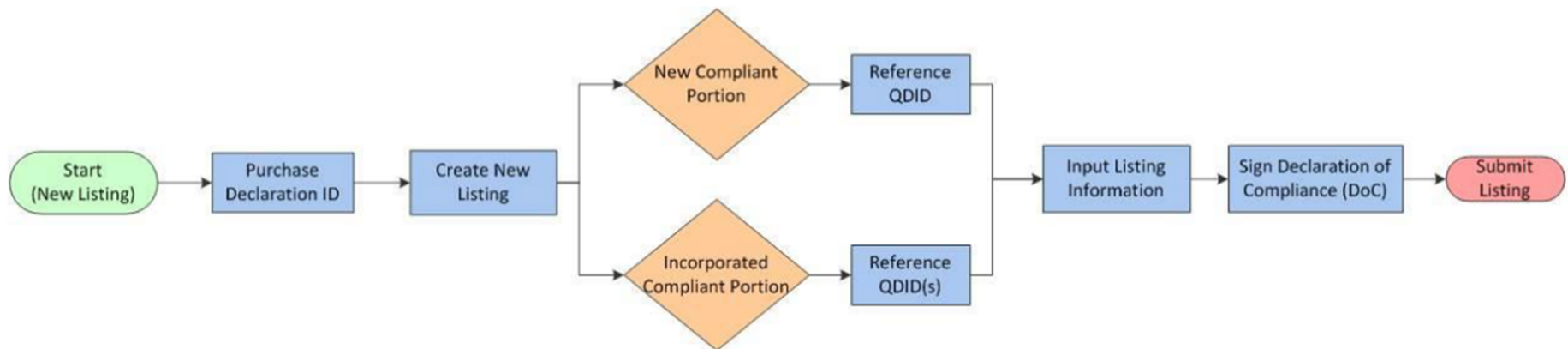
**Fazit** -> eine insgesamt deutlich höhere Batterielebensdauer (320-500 Kochvorgänge, je nach Batterietyp)

## Fallbeispiel – Bluetooth Qualification

- Um den Bluetooth Brand nutzen zu können ist eine Bluetooth Qualifikation und damit ein sogenanntes Listing zwingend
- Ein Listing (Declaration ID) kostet 8'000 USD (Adopter) oder 4'000 USD (Associate Member)
- Das Listing muss zwingen von der Firma gemacht werden die zusammen mit dem Bluetooth Brand auf dem Produkt steht (neu: Feb 2014!)
- Ein Listing-Prozess kann vereinfacht werden da sogenannte Pre-Qualified Komponenten (QD-IDs) vererbt werden können
- Eine Qualifikation bedeutet alle relevanten Bluetooth Komponenten (PHY, Controller, Host, adopted profile/services) gemäss SIG Vorgaben zu testen und den sogenannten «test evidence» bei der SIG zu hinterlegen

## Fallbeispiel – Bluetooth Qualifikation

- Kunde fordert volle Qualifikation der Lösung um den Bluetooth Brand für Marketingzwecke zu nutzen
- Kunde muss das Produkt unter seinem eigenen Namen/Brand listen
- Arendi führt den Qualifikationsprozess für den Kunden autonom durch (in der Rolle des BQE)



## Fallbeispiel – Qualification für VitaControl

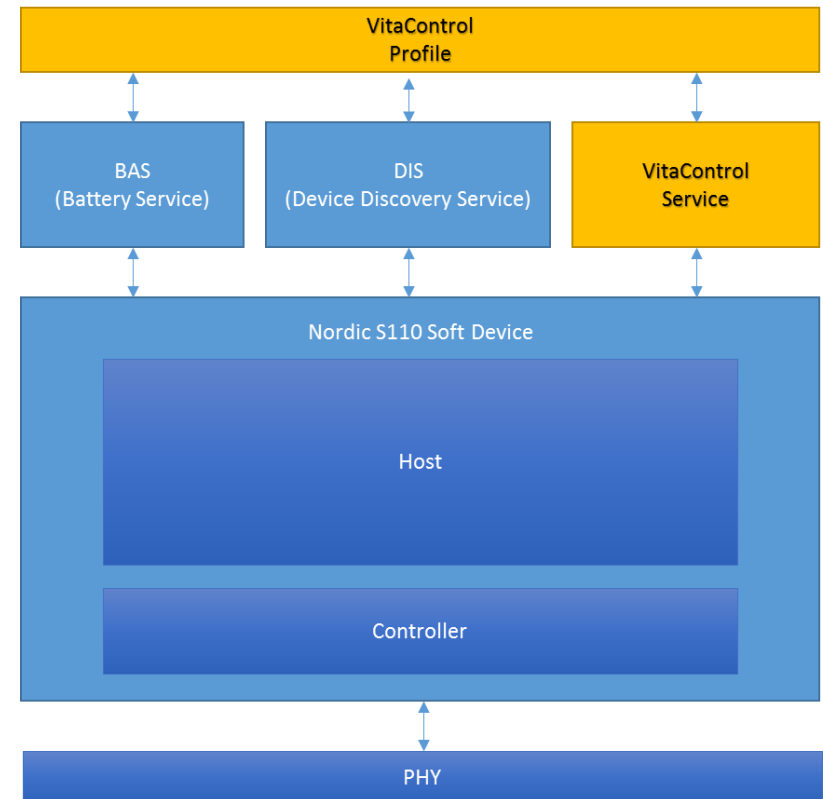
Qualified werden muss:

- Physical + Controller (von BQTF)
- Host part
- Adopted Profiles/Services

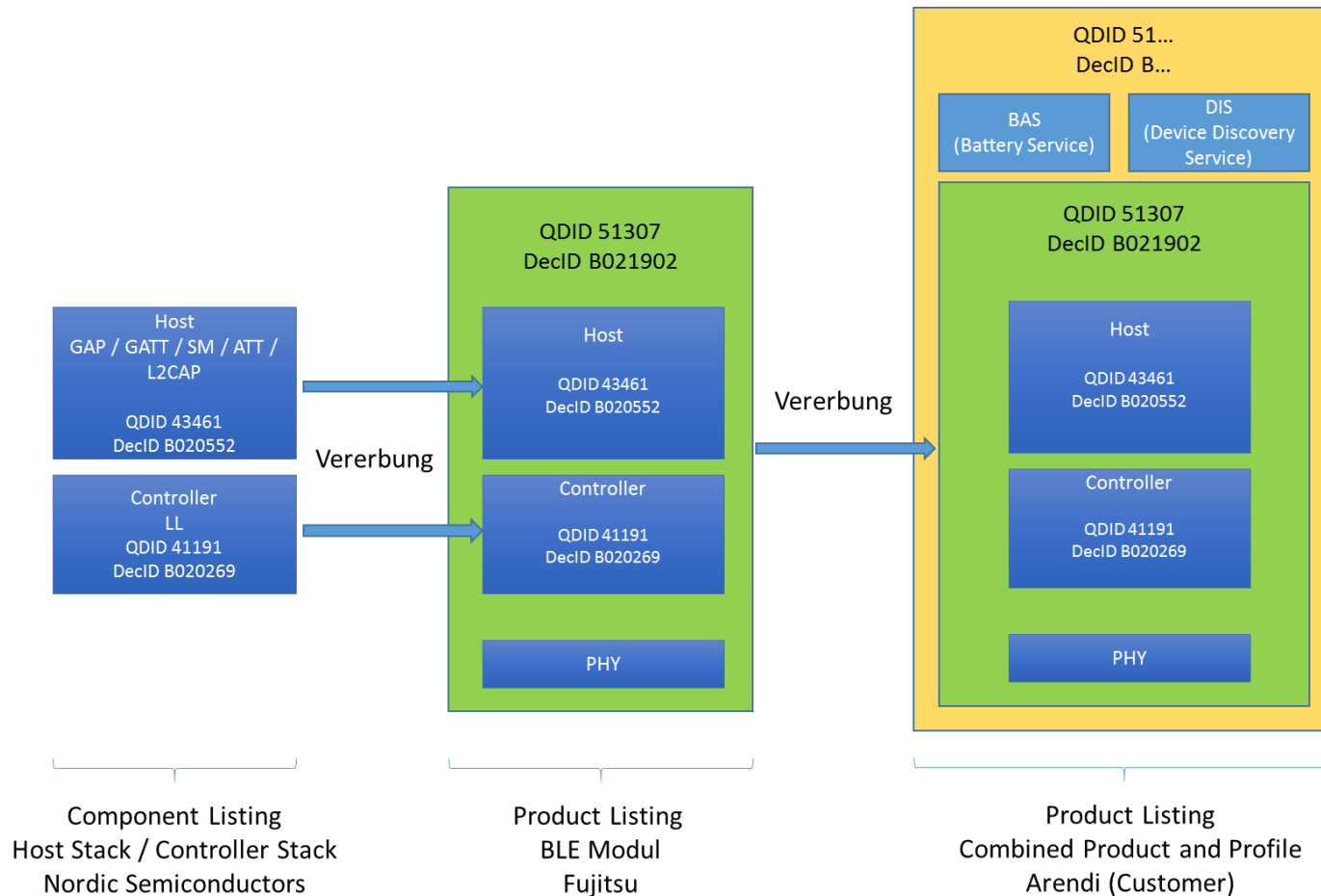
Nicht Qualified werden muss:

- Applikations Software
- Proprietäre Profile/Services

-> im Fall VitaControl alles was blau ist



# Fallbeispiel – Vererbungshierarchie VitaControl



## Fallbeispiel - Entwicklungstools

- Nordic nRF51 SDK und Keil Compiler für Cortex
- MPLAP IDE und HiTech Compiler für PIC Entwicklung
- iPhone/Android BLE Apps: LightBlue, TI Multitool, BLE Meter, BLE Diag Tool, ...
- Frontline FTS4BT™ Bluetooth® Protocol Analyzer and Packet Sniffer
- Bluetooth PTS (Protocol Test Suite) und TPG (Test Plan Generator)



## Agenda

- Einleitung
- Kriterien
- Fallbeispiel
- Fazit

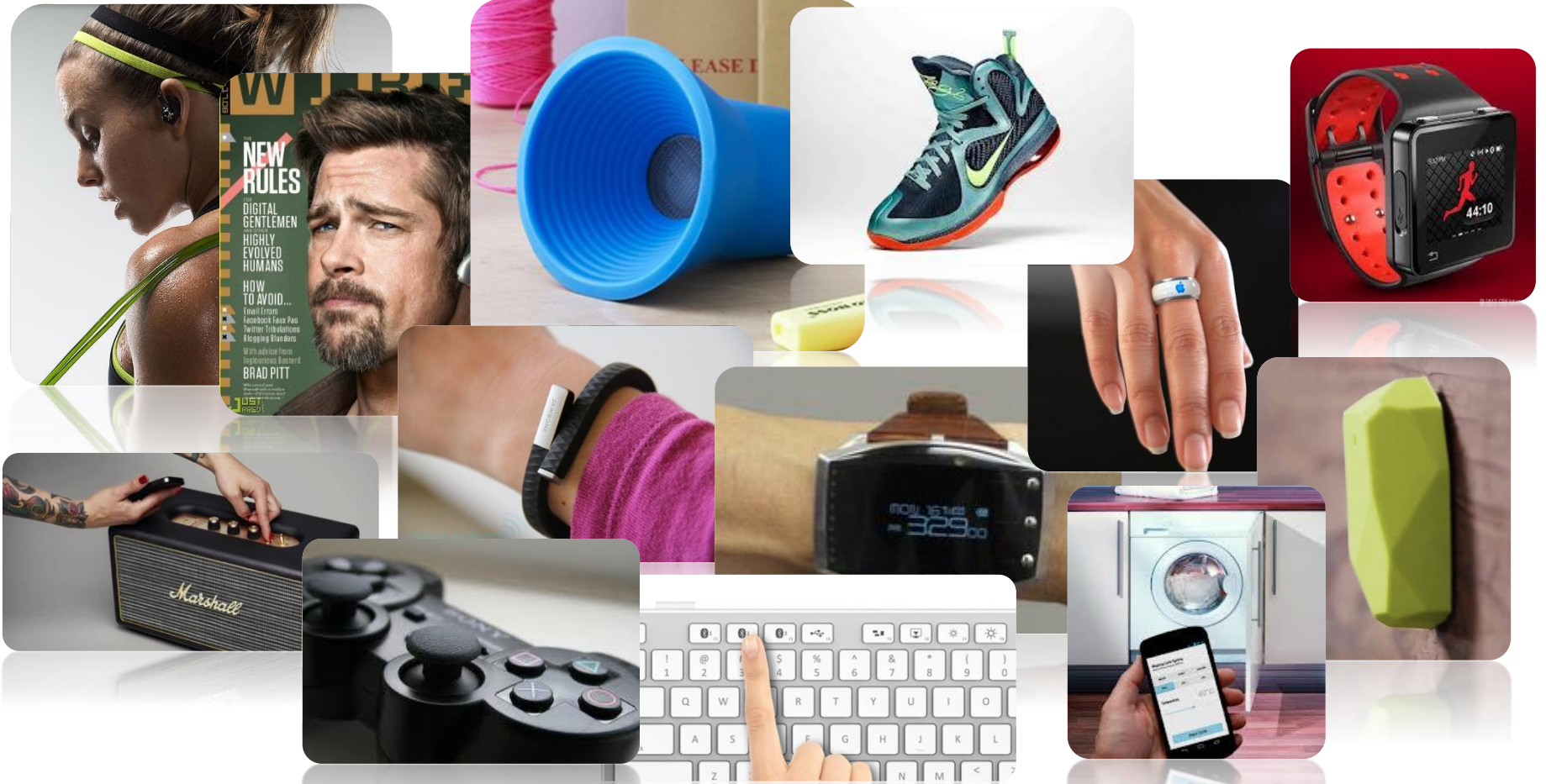
## Fazit – Bluetooth LE ist..

- .. einfach
- .. stromsparend
- .. günstig
- .. robust



Ideal für eine Man2Machine Anbindung im Industriellen Umfeld

## Fazit – Just jump on the bandwagon..



**Wir sind Ihre Lösung.**

**Arendi AG**

Eichtalstrasse 55  
8634 Hombrechtikon  
Schweiz

Telefon +41 55 254 30 30

Fax +41 55 254 30 31

[www.arendi.ch](http://www.arendi.ch)