

# IAS Spezielle Protokolle des IoT

## Bluetooth Low Energy



# Motivation

**Bluetooth Low Energy (BLE) ist speziell für batteriebetriebene Geräte (Knopfzelle) konzipiert worden**

**Bluetooth ist eine etablierte Technik für den Nahbereich, BLE ist ein einfach hinzufügbares Addon → weite Verbreitung durch Smartphones**



# Bluetooth Low Energy

## Spezifikation:

- ▶ Durchgeführt durch die Bluetooth Special Interest Group (SIG)
- ▶ Homepage: [www.bluetooth.com](http://www.bluetooth.com)

## Ziele speziell für Bluetooth Low Energy:

- ▶ Möglichst geringe Lizenzkosten
  - ▶ Weltweit freies 2.4GHz ISM Frequenzband (aber auch klassisches Bluetooth, Wifi, ...)
  - ▶ Lizenzmodell: Fair, Reasonable, and Non-Discriminatory
- ▶ Einfache Implementierung
  - ▶ Modulares Konzept
  - ▶ Klare Aufgabenverteilung zwischen einzelnen Bausteinen (logisch oder physikalisch)
- ▶ Niedriger Energieverbrauch
  - ▶ Kurze Paketlängen, wenig Protokoll-Overhead
  - ▶ Hohe Robustheit gegen Störungen



# Exkurs: IETF Design Regeln

**Die Internet Engineering Task Force (IETF) erstellt Regeln und Protokolle, die für Netzwerke genutzt werden können**

**Die IETF arbeitet in freien Arbeitsgruppen an sogenannten „Requests for Comments“ (RFC), die verschiedene Stati durchlaufen und durchaus den Wert eines Standards haben können, z.B. RFC 5905 Network Time Protocol Version 4 oder RFC 7230..7235 Hypertext Transfer Protocol**

**Die IETF und ihre RFCs werden von allen anderen Organisationen respektiert und akzeptiert**

## **Aufgaben:**

- ▶ Suchen Sie 3 bekannte Technologien oder Protokolle, die von der IETF standardisiert wurden
- ▶ Erarbeiten Sie sich die 12 Wahrheiten über Protokolldesign („Twelve Networking Truths“) aus dem RFC 1925 – insbesondere die Regel 12 ist für BLE wichtig.



# BLE – Fundamentale Design Prinzipien

## Zeit ist Energie

- ▶ Je weniger Zeit der Sender/Empfänger aktiv sein muss, um so länger hält die Batterie
  - ▶ Kurze Paketlängen
  - ▶ Verwendung von Spread-Spektrum Technologie
- ▶ 3 Basisfrequenzen als Kompromiss zwischen Robustheit und Aufwand/Energieverbrauch

## Speicher ist teuer

- ▶ Im Allgemeinen bedeutet mehr Speicher auch mehr Stromverbrauch durch Refresh-Mechanismen
  - ▶ Stateless Protokolldesign (aber: Speicherung von übertragenen Daten in nicht-batteriebetriebenen Geräten)
  - ▶ Connectionless Protokolldesign
  - ▶ Geringe Anzahl an Spezialprotokollen, dadurch Verringerung der Interpretationskomplexität



# BLE – Fundamentale Design Prinzipien

## Asymmetrisches Design:

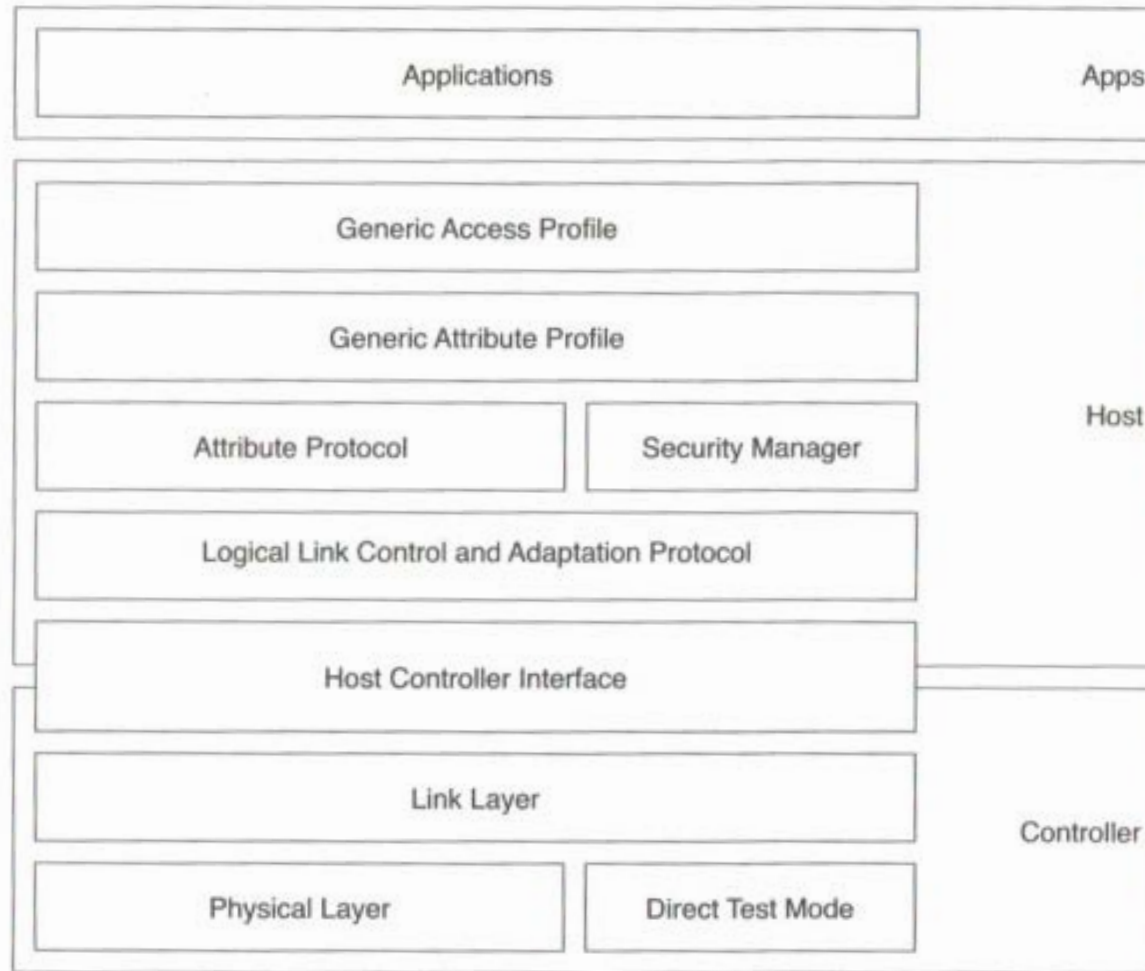
- ▶ Komplexität kann auf die Sende- oder Empfangsseite verschoben werden, je nachdem, welches Device über mehr Energieressourcen verfügt, BLE unterscheidet:
  - ▶ Advertiser: Nur Sendung
  - ▶ Scanner: Nur Empfänger
  - ▶ Slave: Nur Befehlsempfänger, aber Senden/Empfangen
  - ▶ Master: Senden/Empfangen, Durchführung komplexer Operationen
  - ▶ Aber auch: Client/Server, wobei der Server Daten bereithält, aber nicht unbedingt komplexe Operationen durchführen muss

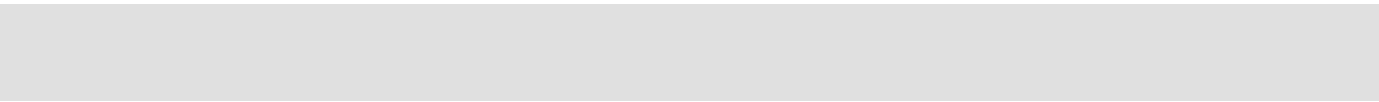
## Alles wird gespeichert:

- ▶ Protokoll ist so weit standardisiert, dass alle Informationen in einem zentralen Server (zwischen-)gespeichert werden können (siehe Generic Attribute Profile GATT, z.B. für Health Thermometer)

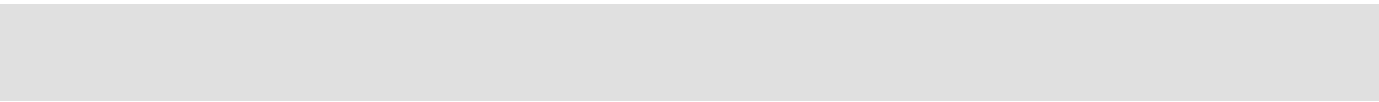


# Überblick BLE Architektur









**Danke für Ihre Aufmerksamkeit!**

