

# 11. Wireless

## 11.1 Bluetooth

Der Bluetooth-Standard bezeichnet eine Datenfunktechnologie, die ursprünglich dazu entwickelt worden ist, Kabelverbindungen zwischen dem PC und Peripheriegeräten zu ersetzen. Mittlerweile ist daraus ein universell einsetzbarer Standard zur Übertragung von Daten und Sprache über kurze Distanzen (bis ca. 10 Meter) geworden. Die Spezifikation liegt zur Zeit in der Version 1.1 vor und kann bei der Bluetooth-SIG (Special Interest Group) heruntergeladen werden (<http://www.bluetooth.com>).

Das Haupteinsatzgebiet von Bluetooth ist die Vernetzung von Computern und Peripheriegeräten und die spontane Bildung sehr kleiner Datennetze (Personal Area Networks (PAN), bei Bluetooth auch Piconet genannt) an beliebigen Orten. So wird der Austausch von Daten zwischen verschiedensten Geräten möglich, ohne Kabelverbindungen herstellen zu müssen. Dabei ist in einem Bluetooth-Netzwerk (Piconet) entweder eine Punkt-zu-Punkt oder eine Punkt-zu-Mehrpunkt-Verbindung möglich, mit jeweils einem Master und einem oder mehreren Slaves. Es kann auch weitere Master geben, die jedoch inaktiv, aber synchronisiert zum aktuellen Master bleiben, solange dieser aktiv ist. Damit ist ein Bluetooth-Netzwerk bedingt multimasterfähig.

Das System arbeitet im lizenzfreien 2,4GHz-Band. Schon aus dieser Tatsache heraus ergibt sich jedoch, dass ein Bluetooth-Netzwerk leicht durch andere, ebenfalls im 2,4GHz-Band arbeitende Funksysteme gestört werden kann. Damit ist das System absolut nicht für sicherheitskritische Systeme im Kraftfahrzeug (beispielsweise Fahrzeuglenkung, Motorsteuerung oder gar Airbag) geeignet, wohl aber für unkritische Komfortanwendungen, wie z.B. Multimedia-Systeme im Kraftfahrzeug oder ständige Überwachung des Reifendrucks während der Fahrt. Auch für Abrechnungssysteme in Parkhäusern oder an Mautstellen und für Diagnosegeräte mit drahtloser Anbindung ist der Einsatz von Bluetooth im Kraftfahrzeug sehr gut denkbar. Es ist dabei jedoch darauf zu achten, dass sich Bluetooth und andere im Fahrzeug vorhandene Systeme nicht gegenseitig stören.

Der Bluetooth-Standard teilt das zur Verfügung stehende 2,4GHz-Band in 79 Kanäle ein. Bluetooth-Knoten wechseln automatisch bis zu 1600 Mal pro Sekunde den Kanal, so dass andere Sender, die zufällig gerade denselben Kanal benutzen, nur kurz (für sicherheitsrelevante bzw. auf Echtzeitbetrieb angewiesene Systeme jedoch zu lange) stören können. Jedes Datenpaket wird auf einem anderen Kanal übertragen. Werden mehrere Bluetooth-Netzwerke nahe beieinander betrieben (was leicht der Fall sein kann, wenn mehrere mit Bluetooth ausgerüstete Fahrzeuge hintereinander oder nebeneinander stehen oder fahren), nimmt die Übertragungsgeschwindigkeit stark ab, da dann häufiger Wiederholungen von Datenpaketen notwendig sind. Somit kann eine Echtzeitfähigkeit nicht garantiert werden.

In einer Bluetooth-Verbindung stehen mehrere Übertragungskanäle zur Verfügung: ein asynchroner Datenkanal, der entweder im asymmetrischen Betrieb mit 723,2 kBit/s in der einen und 57,6 kBit/s in der anderen Richtung oder im symmetrischen Betrieb mit 433,9 kBit/s in beiden Richtungen arbeitet. Außerdem stehen drei synchrone Kanäle mit je 64 kBit/s zur Übertragung von Sprache zur Verfügung.

Jedes Datenpaket besteht aus einem Header und einem Nutzdatenteil. Der Header besteht dabei aus dem 72 Bit breiten „Access Code“ sowie einem 54 Bit breiten Adressfeld, welches sich aus einer 48 Bit breiten „Company ID“, einem beliebigen (vom Hersteller des Gerätes vergebenen) 16-Bit-Wert sowie Fehlerkorrekturbits zusammensetzt. Die Company ID wird dabei durch die Bluetooth Special Interest Group vergeben. Im Nutzdatenteil können pro Paket bis zu 2745 Bits (ungefähr 343 Bytes) übertragen werden. Zur Übertragung des Headers wird ein fehlerkorrigierender Code (FEC, Forward Error Correction) und für die Nutzdaten ein fehlererkennender Code (mit CRC-Prüfsummen) benutzt. Die Daten können verschlüsselt (mit 64 bis 128 Bits Schlüssellänge) oder unverschlüsselt übertragen werden.

Die Arbitrierung erfolgt nach dem TDD (Time Division Duplex)-Schema. Dabei wird jeder Kanal in 625µs lange Zeitscheiben aufgeteilt. Die Synchronisierung erfolgt durch einen vom Master vorgegebenen Zähler. Enthält der Zähler einen geraden Wert, darf der Master eine Übertragung starten. Enthält hingegen der Zähler einen ungeraden Wert, darf ein Slave eine Übertragung starten. Eine Übertragung darf insgesamt maximal 5 Zeitscheiben beanspruchen.

Da Bluetooth unter anderem auch für batteriebetriebene Mobilgeräte entwickelt wurde, wurde Wert auf minimalen Energieverbrauch der Interface-Module gelegt. Der Energieverbrauch solcher Module liegt bei 30 bis 100mA und ist somit für Anwendungen im Kraftfahrzeug als eher niedrig einzustufen.

Von mehreren Herstellern, unter anderem Ericsson, Nokia, Motorola, Intel und IBM, sind Chips und Multichip-Module für Bluetooth verfügbar. Dabei machen die Multichip-Module die Integration von Bluetooth in vorhandene oder neue Entwicklungen besonders einfach, da diese bereits alle notwendigen Komponenten enthalten, um eine Bluetooth-Schnittstelle zu realisieren.

## **Literatur**

[1] <http://www.bluetooth.com>