

# Das IEEE 802.15.4 MAC Protocol

Philipp Lange

13. Juli 2017

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Der IEEE 802.15.4 Standard	4
3	Netzwerkarchitekturen	5
4	Das MAC Protokoll	6
5	Das CSMA/CA Verfahren	7
6	Das Superframe	8
7	Sicherheit	9
8	Zusammenfassung	10

# 1 Einleitung

Im Laufe der letzten Jahre wurde die Technik für elektronische Geräte immer günstiger in der Herstellung und auch die Größe eben dieser konnte immer weiter reduziert werden. Diese Faktoren sorgen auch dafür, dass der Fokus nicht nur wie bisher, auf Mobiltelefonen und Computer beim Thema Vernetzung von elektronischen Geräten liegt, sondern immer mehr Sensoren und sogar Haushaltsgeräte miteinander kommunizieren können. Um alle erdenklichen Geräte mit einander kommunizieren lassen zu können, erfordert es allerdings einen Standard, der Regeln für den Informationsaustausch zwischen ihnen vorgibt. Ohne diese Festlegungen ist es nicht möglich unabhängig von der Art des Gerätes oder dem Hersteller eine Verbindung herzustellen. In dieser Arbeit soll es um diesen angesprochenen IEEE Standard gehen. Im speziellen wird das Augenmerk auf dem MAC Protokoll liegen.

## 2 Der IEEE 802.15.4 Standard

Das IEEE 802.15.4 Protocol wurde in der ersten Version im Oktober 2003 veröffentlicht. Die aktuelle, dritte Version gibt es seit Ende 2015. [1] Ziel bei der Entwicklung des IEEE 802.15.4 Protocols war es einen einfachen Standard zu entwickeln, der eine Datenübertragung bei sehr niedriger Leistungsaufnahme und die Verwendung kostengünstiger Bauteile ermöglicht, um Drahtlose Sensornetzwerke aufzubauen, Hausautomation zu betreiben oder Geräte mit PCs zu verbinden. Es gab vorher bereits die Standards IEEE 802.11 und Bluetooth. Diese sind jedoch verhältnismäßig sehr komplex und auch der Energiebedarf ist höher als bei dem IEEE 802.15.4. [2]

Um die Kommunikation zwischen Devices herzustellen wird ein WPAN aufgebaut. WPAN steht für Wireless Personal Area Network und überbrückt Distanzen zwischen 20 Zentimeter und 50 Meter. Es deckt also nur das unmittelbare Umfeld, den "persönlichen Bereich". Davon wurde auch der Name abgeleitet. Der IEEE 802.15.4 Standard wird oft mit ZigBee verwechselt. ZigBee benutzt allerdings nur den IEEE Standard und erweitert ihn. Ein weiterer Vorteil liegt in der Nutzung der freien ISM-Bänder. Weltweit kann die 2,4 GHz Frequenz verwendet werden. Speziell in den USA steht die 900 MHz sowie in Deutschland die 800 MHz Frequenz zur Verfügung. Die übertragenen Datenraten belaufen sich auf nur 20 kb/s bis 250 kb/s, was aber dem Stromverbrauch zu Gute kommt. Wenn man das OSI-7-Schichten-Modell betrachtet, so deckt das IEEE 802.15.4 nur die untersten Beiden Schichten ab. Dabei handelt es sich um den Physical Layer sowie das MAC-Layer auf das später noch näher eingegangen wird.

## 3 Netzwerkkonstrukturen

Das IEEE 802.15.4 unterscheidet zwei Gerätetypen: FFD und RFD. FFD steht für Full Function Device und kann als PAN Coordinator, einfacher Coordinator oder Device fungieren. RFD steht für Reduced Function Device. Dieses kann nur als Device operieren. Mit diesen beiden Arten von Geräten lassen sich nun komplexe Netzwerke aufbauen. Dabei gibt es aber natürlich vom IEEE 802.15.4 festgelegte Regeln. Ein device kann nur mit einem Coordinator oder PAN Coordinator kommunizieren und so eine Sterntopologie aufbauen. Coordinators können via Peer-to-Peer miteinander verbunden werden. Verschiedene Coordinators mit den verbundenen Devices bilden so ein Personal Area Network (PAN). Die Coordinators haben mehrere Aufgaben, die im Folgenden kurz erläutert werden. Zum einen verwaltet ein Coordinator eine Liste mit verbundenen Devices und vergibt kurze Adressen für sie um die Kommunikation zu verbessern und Adressierungsprobleme zu umgehen. Des weiteren wird im beaconed mode regelmäßig ein frame beacon verschickt. Zuletzt, verschickt es auch Datenpakete an Devices und andere Coordinators.

Das PAN ist über einen PAN Identifier identifizierbar, der von dem PAN Coordinator bereitgestellt wird. Die Kommunikation nach außen kann nur von diesem PAN Coordinator übernommen werden. Es gibt auch nur einen in jedem Personal Area Network.

## 4 Das MAC Protokoll

Das MAC Layer umfasst grundsätzlich Netzwerkprotokolle und Bauteile, die regeln, wie mehrere Rechner sich ein Medium teilen, auf das sie alle zugreifen wollen, um Daten übertragen zu können. Denn wenn mehrere Daten gleichzeitig auf einem Medium transportiert werden, kommt es zu einer Kollision und die Daten gehen verloren.

Es gibt zwei Arten von Zugriffen um das Kollisionsproblem zu lösen. Zum Einen gibt es den konkurrierenden Zugriff und zum Anderen den kontrollierten Zugriff. Beim konkurrierenden Zugriff greift einfach jeder auf das Medium zu und wenn dann eine Kollision erkannt wird, treten Regeln in Kraft, die festlegen, wie weiter verfahren wird.

Vergleichbar mit diesem Verfahren ist zum Beispiel eine Situation, bei der zwei Personen über ein Dosentelefon miteinander sprechen wollen. Das Medium ist hierbei der Faden zwischen den Dosen. Wenn beider Personen gleichzeitig sprechen, also eine Kollision stattfindet, hören beide Personen auf zu sprechen. Sie warten dann eine zufällige Zeit ab und wer daraufhin zuerst wieder beginnt, führt seine Erzählung weiter. Dieses Beispiel lässt sich als Vereinfachung auf das CSMA/CD Protokoll anwenden. CSMA/CD steht dabei für Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection.

Bei dem IEEE 802.15.4 MAC Protocol wird allerdings der kontrollierte Zugriff verwendet mit dem CSMA/CA Verfahren.

## 5 Das CSMA/CA Verfahren

Die Abkürzung CSMA/CA steht für Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance. Bei diesem Verfahren werden Regeln festgelegt, die entscheiden wer auf das Medium zugreifen darf. Es darf nur Einer zur gleichen Zeit auf das Medium zugreifen.

Als Beispiel lässt sich das Verfahren anhand einer Situation in der Schule veranschaulichen. Nachdem der Lehrer eine Frage in die Klasse gestellt hat, geben die Schüler und Schülerinnen, die die Frage beantworten können ein Handzeichen. Der Lehrer wählt dann einen Schüler aus, der reden darf. Gäbe es die Selektion des Lehrers nicht, würden viele Schüler auf einmal sprechen und es würde zu Kollisionen kommen.

Im folgenden wird mit Hilfe des Ablaufdiagramms erläutert, wie das Verfahren genauer funktioniert.

Zuerst werden die drei Variablen initialisiert. NB zählt die Anzahl der Backoffs, die zum Verschicken des Datenpakets benötigt werden. Sie wird mit 0 initialisiert. CW steht für die Größe des aktuellen congestion window. Dieser Wert wird in diesem Beispiel auf 2 gesetzt. Die dritte Variable BE wird auf den Protokollparameter macMinBE gesetzt.

Nach dem initialisieren der Variablen wird nun auf den nächsten Backoff-Zeitabschnitt gewartet. Ein Backoff ist eine Unterteilung eines Zeitabschnitts im Superframe. Dann wird eine zufällige Zeit gewartet bevor dann Versucht wird auf das Medium zuzugreifen. An dieser Stelle kann das Medium entweder frei sein oder es ist in diesem Moment bereits belegt. Wenn es frei ist CW um 1 verringert. Ist CW 0, gilt die Übertragung als erfolgreich. Wenn CW noch nicht 0 ist, wird erneut Versucht auf das Medium zuzugreifen. Es kann jedoch auch sein, dass das Medium bereits belegt ist. Dann wird NB um 1 erhöht und CW wieder auf den ursprünglichen Wert gesetzt. Wenn das Zeitfenster abgelaufen ist, gilt der Übertragungsversuch als gescheitert. Falls das Zeitfenster noch nicht abgelaufen ist, so wird nochmal versucht auf das Medium zuzugreifen.

## 6 Das Superframe



## 7 Sicherheit

## 8 Zusammenfassung

# Literaturverzeichnis

- [1] Holger Karl and Andreas Willig. *Protocols and Architectures for Wireless Sensor Networks* -. John Wiley & Sons, New York, 1. Aufl. edition, 2007.
- [2] Wikipedia ieee 802.15.4. [https://de.wikipedia.org/wiki/IEEE\\_802.15.4](https://de.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.15.4).