

ISM-Funkanwendungen im und am Haus

ISM steht für *Industrial Scientific and Medical* und damit für Hochfrequenzanwendungen in Industrie, Wissenschaft und Medizin. Mehr oder minder unbemerkt sind ISM-Funkanwendungen immer mehr in den Gebäudebereich vorgedrungen.



© www.schmidiger.ch



© www.nextpit.de

Funkfrequenzen gelten längst als wertvolles Gut und wurden oft mit winzig kleinen Leistungen so vielfältig genutzt, dass die Störproblematik immer mehr hervortrat. Daher lag der Gedanke nahe, gewisse Frequenzen für Funkanwendungen vorzusehen, bei denen einerseits vorübergehende Störungen hingenommen werden können und bei denen andererseits nur kurze Entfernungen zu überbrücken sind. Die zündende Idee war, dass Funktechnik auf solchen ISM-Frequenzen ohne gesonderte Frequenzzuteilung gebührenfrei von Jedermann nutzbar ist.

In der Regel sind die ISM-Frequenzen bereits anderen Funkdiensten zugewiesen. Diese Nutzer dürfen durch ISM-Funkanwendungen nicht gestört werden. Umgekehrt haben ISM-Anwender jedoch Störungen durch andere Funkdienste klaglos hinzunehmen. Darüber hinaus spielen auch weitere Einflüsse eine Rolle, die den Empfang behindern können. In Innenräumen können beispielsweise Wände oder Schränke die Verbindung stören.

Im und am Haus

Die ISM-Frequenzbänder werden von zahlreichen Funkanwendungen genutzt. Schauen wir nur mal auf Anwendungen im oder am Haus:

- Audioanwendungen
- Babyüberwachungsanlagen
- BFWA
- DECT & VoIP (Schnurlostelefone)

- Funk-Alarmanlagen
- Funkbusse für die Gebäudeautomation
- Funkfinger
- Funk-Türklingel/Türsprechanlage
- Hörhilfen
- Internet of Things
- Mikrowellenöfen
- WLAN/WiFi

Allgemein zugeteilt wurden zahlreiche Frequenzbereiche. Die für Haus und Hof wichtigsten sind etwa 868 MHz und 2,4 bis 2,5 GHz. Wie auch immer: Vor dieser Strahlung muss man sich nicht fürchten. Für die für die Exposition der Bevölkerung relevanten ISM-Systeme wurde die maximal zulässige Feldstärke des Sendesignals auf ungefährliche Werte begrenzt. Etwa für Geräte, die zwischen 40,66 und 870 MHz arbeiten, beträgt die Strahlungsleistung je nach Anwendung zwischen winzigen 50 nW (Nanowatt) und 500 mW.

Audioanwendungen

Für die drahtlose Übertragung von Audiosignalen gibt es verschiedene Frequenzbereiche, wobei die Nutzung nicht an einen bestimmten Standard gebunden ist. Bluetooth, der Platzhirsch in privaten Gebäuden, kann jede Art von Daten übertragen, darunter Musik und Videos.

Die erste Version von Bluetooth gab es 1999 und seitdem wird Bluetooth kontinuierlich weiterentwickelt. 2016 wurde Bluetooth 5.0 vorgestellt. Bluetooth nutzt das 2,4 und das 2,48-GHz-

Band. Da auch andere Funkstandards, wie zum Beispiel WLAN/WiFi oder Mikrowellenherde, hier arbeiten, sind gegenseitigen Störungen möglich. Im Gegensatz zum WLAN/WiFi kommt Bluetooth ohne Mittler (Router) aus. Es gibt drei Geräteklassen, die richten sich an verschiedene mobile Geräte und deren Bedürfnisse: Klasse 1 für den Außenbereich, Reichweite maximal 200 m, Klasse 2 100 und Klasse 3 maximal 10 m. Laptops, PCs, Smartphones, Tablets oder Kopfhörer sind wohl die Hauptanwendungen. Im Vergleich zu WLAN/WiFi ist die Datenübertragung langsam. Die erste Bluetooth-Version schaffte nicht mal 1 Mbit/s, doch Bluetooth 5.x erreicht bis zu 50 Mbit/s.

Auch ans Stromsparen wurde immer gedacht. Bluetooth 4.0 hat den Begriffszusatz Low Energy (LE) erhalten.

Ab Bluetooth 5.0 ist es möglich, zwei Geräte zeitgleich zu verbinden. Die aktuellen Varianten 5.1, 5.2 und 5.3 können zudem beispielsweise Kopfhörer automatisch finden.

Das Schöne an Bluetooth: Über die verschiedenen Versionen muss man sich keine Gedanken machen. Handys, Kopfhörer oder Computer können trotz unterschiedlicher Versionen gekoppelt werden. Alle Spielarten von Bluetooth sind miteinander kompatibel. Einschränkungen gibt es höchstens vonseiten der Hersteller, doch in dem Fall helfen Adapter.

Wie sicher ist dieser Funkstandard? Sehr sicher, denn Hacker müssen sich in der Nähe befinden. Nutzern

stehen überdies Kontrollmechanismen zur Verfügung. So können sie die automatische Bluetooth-Verbindung ohne PIN in den Einstellungen eines Geräts deaktivieren.

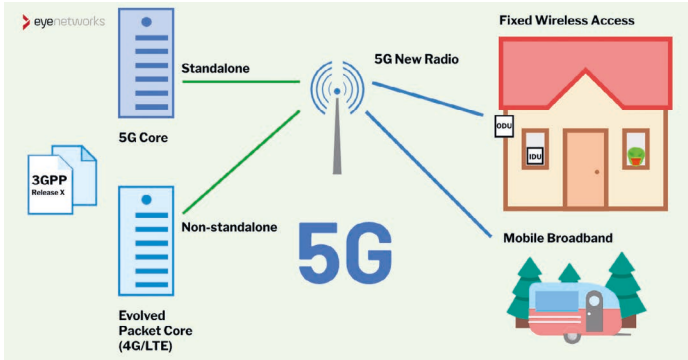
Als energieeffizienteres und moderneres Funkprotokoll hat Bluetooth die einfachen induktiven Funkanwendungen („Schleifen“) zur Übertragung von Sprachsignalen über kurze Entfernungen fast vollständig verdrängt. Übrigens: Der Name Bluetooth leitet sich vom dänischen König Harald Blauzahn ab. Er sorgte einst für ein Bündnis – also eine feste Verbindung – zwischen Norwegen und Schweden. Das Logo ist eine Kombination seiner Initialen H und B in germanischen Runen.

Babyüberwachungsanlagen



© www.babyone.de

Babyüberwachungsanlagen dienen der akustischen Überwachung von Personen, wobei die Frequenznutzung nicht an einen bestimmten technischen Standard gebunden ist. Zur Verfügung stehen die Frequenzen 26.995, 27.045, 27.095, 27.145 und 27.195 kHz. Die maximale Strahlungsleistung beträgt jeweils 50 mW. Zur



© <https://eyenetworks.no>

Vermeidung von Störungen anderer Funkanwendungen ist die Nutzung der Frequenzen nur im Zusammenhang mit einem Nutzsignal gestattet.

BFWA

Bei BFWA (Broadband Fixed Wireless Access) handelt es sich um gewerbliche, öffentliche, breitbandige und ortsfeste Informationsverteilsysteme auf Funkbasis. Hierfür steht der Frequenzbereich 5755 bis 5875 MHz zur Verfügung. Die Nutzung der Frequenzen ist nicht an einen bestimmten technischen Standard gebunden. Es gibt hier vier Konzepte: Punkt zu Punkt, Punkt zu Mehrpunkt, vermaschte und kombinierte Netze. Die effektive Strahlungsleistung ist auf 2 bzw. 4 W beschränkt.

Zur Vermeidung von Gleichkanalbetrieb mit Radarstationen ist ein dynamisches Frequenzwahlverfahren zu implementieren.

FWA (Fixed Wireless Access) ist ein Internet-Zugang, der drahtlos an einem festen Punkt/einer bestimmten Adresse bereitgestellt wird, ohne dass Glasfaser oder Kabel verwendet wird. FWA gibt es schon lange - zu den älteren Technologien gehören WiMAX, LTE und 4G -, aber Nachfrage und Popularität sind mit dem Aufkommen von 5G NR, das neue Möglichkeiten eröffnet, erheblich gestiegen.

DECT & VoIP

DECT ist die Abkürzung für Digital Enhanced Cordless Telecommunications („verbesserte digitale Schnurloskommunikation“) und wurde schon 1993 eingeführt auf Basis des Frequenzbands von 1880 bis 1900 MHz. DECT ist kein alter Hut, sondern für die Festnetztelefonie, was das WLAN für das Internet ist. Denn es hat eine ganze Palette von Vorteilen, u.a.:

- Reichweite innen (außen) bis zu 50 (300) m
- hohe Abhörsicherheit
- sehr energiesparend
- vom WLAN verschiedener, geschützter Frequenzbereich
- gleichzeitige Nutzung mehrerer Mobilteile möglich
- automatischer Wechsel der Basisstation (Handover)

Die maximal erlaubte Ausgangsleistung beträgt 250 mW.

Bei der IP-Telefonie (Internet Protocol), auch als Voice over IP (kurz VoIP) bekannt, nutzen schnurlose Telefone eine Basisstation, die mit einem Ethernet-Kabel mit dem Netzwerk verbunden ist. IP-Telefonie ermöglicht es also, den Telefondienst auf IP-Infrastruktur zu realisieren, sodass diese die herkömmliche Telefontechnik samt ISDN und allen Komponenten ersetzen kann. IP-Telefonie bedeutet damit eine Kostenreduktion durch ein einheitlich aufgebautes und zu betreibendes Netz. Während des Übergangs von DECT aus VoIP existieren beide Techniken meist parallel. Reine WLAN-DECT-Telefone lohnen sich für große Firmen, die über eine WLAN-Struktur verfügen.

Im Zusammenhang mit VoIP trifft man manchmal auf das Kürzel SIP für Session Initiation Protocol. Das ist ein Satz an Regeln, die es zwei Systemen ermöglichen, Informationen über ein Netzwerk, etwa eine Internet-Verbindung, auszutauschen. Eine SIP-Telefonanlage erlaubt also Gespräche über eine Internet-Verbindung mittels VoIP. Ein herkömmlicher Telefonanschluss ist somit nicht länger erforderlich. Moderne SIP-Telefonanlagen werden über die Cloud realisiert mit dem großen Vorteil, dass sie standortunabhängig betrieben werden können. Benötigt werden ein Internet-Anschluss sowie VoIP-fähige Endge-



Switch mit IP auf DECT-Basis © www.direct.de

räte wie z.B. ein SIP-Telefon, Laptop oder Smartphone.

Funk-Alarmanlagen

Für diese nichtöffentlichen Funkanwendungen zum Zwecke der Alarmierung wurden Frequenzen im 169- und 868-MHz-Bereich allgemein zugeteilt. Die Nutzung der Frequenzen ist nicht an einen bestimmten Standard gebunden. Da diese Frequenzen nun einmal gut bekannt sind (868 gilt als „Sicherheitsfrequenz“), so können Funk-Alarmanlagen auch durch sogenanntes Jamming leicht beeinträchtigt oder ausgelöst werden.

Auch für Alarmmeldungen durch hilfsbedürftige Personen gibt es bei 868 MHz enge Frequenzbereiche.

Bei Funk-Feueralarmsystemen handelt es sich u.a. um funktechnisch vernetzte Rauchmelder-Anordnungen. Hierfür wurden die Frequenzen 148,9375

und 148,9625 MHz allgemein zugeteilt. Die Nutzung dieser Frequenzen ist nicht an einen bestimmten technischen Standard gebunden.

Funkbusse für die Gebäudeautomation

Hier versuchte zunächst einmal jeder Hersteller, sein eigenes System zu etablieren. Inzwischen haben sich Hersteller zu Allianzen formiert, um eine größere Interoperabilität zu ermöglichen. Einer anfangs vermuteten Störanfälligkeit wurde durch Auswahl der Frequenzen begegnet und ist bislang nicht aufgetreten. Hier die wichtigsten Protokolle/Hersteller (Quelle: Wikipedia):

- **KNX-RF (auch ISO/IEC 14543-3)** Übertragung auf 868 MHz des KNX-Standards, eine Erweiterung des EIB (EN 50090)



Basis-Set für eine größere Funk-Alarmanlage © <https://safe2home.de>

Viel los auf 2,4 GHz

Das ISM-Band 2,4 bis 2,483 GHz ist weitgehend unreguliert und kann lizenzfrei benutzt werden. So erklärt es sich, dass sich hier zahlreiche Anwendungen tummeln – von Bluetooth über 802.11b Wireless LAN, HomeRF bis hin zu Mikrowellenöfen. Für jede dieser Anwendungen existieren spezielle Transceiver, die ausschließlich für den jeweiligen Standard geeignet sind, obwohl sie sich kaum unterscheiden. Bluetooth ist für die Sprach- und Datenkommunikation über kurze Distanzen konzipiert. Es verwendet 79 Kanäle im ISM-Band mit einem Kanalraster von 1 MHz und einem Durchsatz von 1 Mbit/s. Moduliert wird nach dem GFSK-Verfahren (Gaussian Frequency Shift Keying). 802.11b ist einer der Wireless-LAN-Standards für z.B. drahtlose Internet-Netzwerke mit einer Reichweite von etwa 60 bis 100 m. Der Maximaldurchsatz beträgt rund 10 Mbit/s. QPSK-Modulation (Quadrature Phase Shift Keying) und das

DSSS-Verfahren (Direct Sequence Spread Spectrum) mit seiner größeren Bandbreite eignen sich besser als das Frequenzsprung-Verfahren (FHSS = Frequency Hopping Spread Spectrum) zum Erreichen größerer Distanzen und Übertragungsraten. HomeRF wendet sich vermehrt an private Anwendungen und nutzt ebenfalls das Frequenzsprung-Verfahren, hat eine Reichweite von 50 m und ermöglicht einen maximalen Durchsatz von 10 Mbit/s (HomeRF 2.0). Im Interesse hoher Datenraten wird die 4-FSK-Modulation (Four Frequency Shift Keying) angewandt. Da die Resonanzfrequenz von Wasser ebenfalls bei 2,4 GHz liegt, arbeiten auch Mikrowellenöfen mit dieser Frequenz. Insbesondere die Breitbandigkeit der von einem Mikrowellenofen ausgehenden Streustrahlung hat zur Folge, dass die FHSS-Immunität von Bluetooth und die DSSS-Immunität von 802.11b beeinträchtigt werden.

• ZigBee

ist eine Erweiterung des IEEE 802.15.4, wiederum eine Modifikation für sparsamen IEEE-802.11-Betrieb (868 MHz in Europa).

• EnOcean

Diese Alliance ist eine Non-Profit-Organisation zur Sicherung der Interopera-

bilität der Produkte die auf den internationalen Standard ISO/IEC 14543-3-10 basieren.

• IP500

Diese Alliance entwickelt mit dem Standard IP500 eine Plattform für die Gebäudeautomation, die durch Verwendung und Unterstützung wichtiger

Industrienormen sowie klare Spezifikation aller Schnittstellen Interoperabilität sichert. Verwendet und unterstützt werden IEEE 802.15.4-2006; 6LoWPAN, IPv6, IPSec, BACnet und AES128. Der IP500-Standard erfüllt die Regularien nach EN und VdS für elektronische Geräte in sicherheitsrelevanten Anwendungen wie Brandschutz, Einbruch oder Zutritt.

• Z-Wave

ist der Standard der Firma Sigma Designs und hat in Europa die Frequenz 868 MHz als Basis.

• Thread Group

Eine Erweiterung des IEEE 802.15.4 (wie ZigBee). ZigBee Dotdot ist auf Thread lauffähig.

• HOMEeasy (ELRO)

Aber auch die Systeme Bluetooth sowie Bluetooth Mesh als Erweiterung von Bluetooth Low Energy und WLAN/WiFi werden für die Gebäudeautomation genutzt.

mit dem 868er Frequenzband arbeitet. Sie sind noch nicht Standard, aber immer häufiger im Handel anzutreffen. Dieses Frequenzband ist wesentlich weniger ausgelastet.



© www.pearl.de

Grundsätzlich halten gute Batterien in einer Funkklingel mindestens ein Jahr. Es gibt auch Modelle für die Steckdose. Eine Funkklingel verfügt ganz oft noch über zusätzliche Funktionen. So kann der Klingelknopf beleuchtet sein oder die Klingel ist mit einer Sprechanlage oder gar einem Kamerasystem ausgerüstet. Einige Funkklingelsysteme haben eine 360-Grad-Radarerfassung integriert und geben akustische Signale wie Hundegebell oder Sirenengeheul von sich, wenn sich eine Person der Türe nähert, noch ehe sie den Klingelknopf drückt. Da im Freien die Reichweite recht groß ist, können die Empfänger z.B. auch mit in den angrenzenden Garten oder die in Hausnähe stehende Garage genommen werden.

Funkfinger



© www.deutschesenior.de

Als Funkfinger bezeichnet man Einrichtungen, die es alten oder behinderten Menschen gestatten, in Notfällen Hilfe zu rufen. Sie bestehen aus einem Notrufsender (Funkfinger) und einer an einem Telefon angeschlossenen mit einer Freisprechanlage versehenen Basisstation zum Auslösen des Wahlvorgangs und zur Kommunikation mit dem Notdienst. Hierfür wurde die Frequenz 469,99 MHz allgemein zugeteilt. Die Frequenznutzung ist nicht an einen bestimmten technischen Standard gebunden.

Funk-Türklingel/ Türsprechanlage

Die Funk-Türklingel ist meistens ein Gong, dessen Ton und Lautstärke man einstellen kann. Diese Produkte arbeiten meist im 433-MHz-Bereich. Dieses Frequenzband nutzen auch recht viele andere Geräte. Daher gibt es auch Funkklingeln, die

Hörhilfen



TV-Hörhilfe von Sennheiser

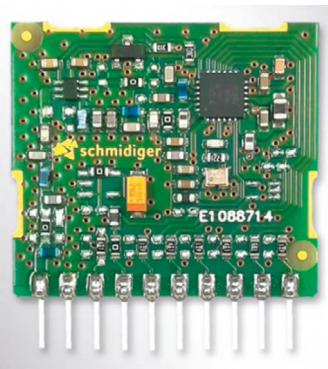
Hörhilfen dienen dazu, Personen mit Hörbeeinträchtigungen sowie Gehörlosen bei der Erkennung akustischer Signale (z.B. Rundfunk, Telefon) zu unterstützen. Die meisten Hörhilfen



Ein KNX-Funk-Aktor lässt sich nahezu unsichtbar in UP-Dosen installieren
© www.theben.de

arbeiten drahtlos unter Nutzung der Frequenzbereiche 169,4 bis 169,475 MHz und 169,4875 bis 169,5875 MHz. Dabei spricht man auch von Funkkopfhörern oder FM-Hörhilfen (Frequenzmodulation). Kopfhörer wie auch kleine Hörgeräte, die direkt im oder am Ohr getragen werden, können aber auch mit Bluetooth ausgestattet werden. Veraltet sind induktive Anwendungen im Bereich 3155...3400 kHz.

Internet of Things



Das TRX433-70 ist ein LoRa-Transceiver-Modul
© www.schmidiger.ch

Durch das IoT sollen viele Geräte drahtlos übers Internet gesteuert oder miteinander verbunden werden. Sei es ein freier Parkplatz, welcher auf dem Handy angezeigt wird, ein Tier, von dem man den Standort wissen möchte, oder die Heizung im Ferienhaus, welche von zuhause aus bedient werden soll. Doch wie verbindet man batteriebetriebene Sensoren und Aktoren drahtlos mit dem Internet? Die Distanz für die Verbindung mit WLAN oder Bluetooth ist oft zu groß.

Bisher liefen IoT-Daten oft über das bestehende Mobilfunknetz und das war relativ teuer. Daher gibt es nun verschiedene neue Funktechnologien im Bereich von LPWAN (Low Power Wide Area Network). Diese sind nicht nur sehr preiswert, sondern haben auch eine hohe Funkreichweite und geringen Energieverbrauch.

Das sind nahezu ideale Voraussetzungen für kostengünstige batteriebetriebene IoT-Sensoren und Aktoren, welche auch über große Distanzen ans Internet angebunden werden können. Die Batterielaufzeit soll mit diesen Technologien mindestens zehn Jahre betragen.

Dies alles wurde möglich, da hier nur eine geringe Kommunikationsgeschwindigkeit erforderlich ist.

Die bekanntesten neuen Vertreter der LPWAN-Technologie sind LoRaWAN, Sigfox und NB-IoT:

• LoRaWAN

Verwendet wird hier die Funktechnologie LoRa auf 868 MHz in Europa. Öffentliche Netzwerke sind zu erwarten, private möglich. Die maximale Datenrate beträgt 50 kBit/s.

• Sigfox

Verwendet wird eine Ultra-Schmalband-Funktechnologie ebenfalls auf 868 MHz in Europa. Das globale Sigfox-Netzwerk wird vom französischen Telekommunikationsunternehmen SIGFOX eigenständig aufgebaut und betrieben. Das Netzwerk ist unabhängig von bereits bestehenden Netzwerken. Ein eigenes privates Netzwerk ist nicht möglich. Die maximale Datenrate in Europa ist sehr klein und beträgt gerade mal 100 Bit/s.

• NB-IoT

Narrow-Band-IoT (Schmalband) arbeitet im lizenzierten Funkspektrum der Mobilfunkbetreiber. Ein öffentliches NB-IoT Netzwerk wird von einzelnen Mobilfunkbetreibern aufgebaut und betrieben. Für den NB-IoT Standard muss kein komplett neues Netzwerk aufgebaut werden, sondern es kann ein Großteil der vorhandenen Infrastruktur des Mobilfunknetzwerks verwendet werden. Ein eigenes privates Netzwerk ist nicht möglich. Die maximale Datenrate beträgt 250 kBit/s.

Mikrowellenöfen



Retro-Mikrowelle von Severin

Mikrowellenöfen funktionieren, indem Mikrowellen die Wassermoleküle in den Speisen zum Schwingen bringen. Dadurch erhitzen sich die Moleküle. So spart man beim Erwärmen von Speisen im Vergleich zum Herd bis zu 80% Energie. Mikrowellenöfen arbeiten mit hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung auf 2,45 GHz. Durch Abschirmmaßnahmen gewährleisten die Hersteller, dass im Betrieb

868 MHz – Tummelplatz für SDR

Die Frequenz 868 MHz im ISM-Band zwischen 863 und 870 MHz kann ohne Lizenzkosten genutzt werden kann. Lediglich die Produkthersteller müssen einige Regeln bezüglich der Sendeleistung und der Subbänder beachten. Der Vorteil gegenüber Mikrowellen liegt in der wesentlich geringeren Freiraumdämpfung. Der Pegelvorteil zwischen 868 MHz und 2,4 GHz ist ca. 9 dB. Das bedeutet, dass mit einer fast 90% niedrigeren Sendeleistung gleiche Reichweite möglich ist.

Daher wird das 868-MHz-Band für viele funktechnische Anwendungen genutzt. So u.a. für Low-Power WLAN (LPWAN) und allerlei

Short Range Devices (SRD), weswegen es auch als SRD-860-Frequenzband bezeichnet wird. Weitere Anwendungsbeispiele sind funkbasierte Alarmanlagen, Funkthermometer, schnurlose Telefonie, Funkmäuse, Funksensoren, Funktastaturen und RFID. Neben dem Kurzstreckenfunk mit Punkt-zu-Punkt-Verbindungen werden die 868-MHz-Frequenzen auch in Netzkonfigurationen wie ZigBee, Sensornetzwerken, IEEE 802.15.4 und für schlüssellosen Zugang zu Autos eingesetzt. Für SRD wird das 868-MHz-Frequenzband in sieben Subbänder mit unterschiedlichen Bandbreiten unterteilt.

nur sehr wenig Strahlung nach außen gelangt. Trotzdem gibt es in der Umgebung der Sichtblende und der Türen eine geringe Leck-Strahlung. Hierfür hat der Gesetzgeber aber einen Grenzwert (von 5 mW/cm²) festgelegt. Das Bundesamt für Strahlenschutz hat umfangreiche Messungen an Mikrowellen-Kochgeräten durchgeführt. Im Mittel lag die Leck-Strahlung bei einem Prozent des Grenzwertes. Mit zunehmendem Abstand vom Gerät nimmt die Intensität der Mikrowellenstrahlung rasch ab. Bei technisch einwandfreien Geräten besteht keine gesundheitliche Gefahr. Allerdings sollte man sich nicht direkt vor die Mikrowellenscheibe stellen. Die Augen könnten Schaden nehmen.

WLAN/WiFi



Der AVM FRITZ!Box 7590 AX WLAN-Mesh-Router leistet 2400 Mbit/s
© AVM

Für WLAN wollte man unbedingt ein Frequenzband benutzen, das weltweit konzessionsfrei zur Verfügung steht und genügend Bandbreite für eine hohe Datenrate bietet. Daher bot sich das weltweit frei benutzbare ISM-Band um 2,4 GHz an. In diesem

Band tummelten sich schon damals Mikrowellenherde, industrielle Anwendungen, Schnurlostelefone und mehr. Schon bald wurde der Platz knapp, sodass eine Entwicklung angestoßen wurde, die sich heute so darstellt: WLAN 1/WiFi 1: IEEE 802.11 (1999) WLAN 2/WiFi 2: IEEE 802.11b (1999) WLAN 3/WiFi 3: IEEE 802.11g (2003) WLAN 4/WiFi 4: IEEE 802.11n (2009) WLAN 5/WiFi 5: IEEE 802.11ac (2014) WLAN 6/WiFi 6: IEEE 802.11ax (2021) WLAN 6E/WiFi 6E: IEEE 802.11ax Die Frequenz 5 GHz fand erst ab 2009 mit WiFi 4 eine große Verbreitung. 2021 wurde mit WiFi 6E ein neues Frequenzband um 6 GHz eingeführt. Bis genügend 6E-fähige Router und Endgeräte verfügbar sind und sich der neue Standard durchsetzen wird, dürfte aber noch eine Weile dauern. Gut zu wissen: Das 2,4-GHz-Band bietet eine große Reichweite, ist aber häufig stark ausgelastet und anfälliger auf Störungen als die anderen Bänder. Das 5-GHz-Band bietet eine höhere Geschwindigkeit bei geringer Reichweite und ist meist weniger stark ausgelastet und weniger störungsanfällig als das 2,4-GHz-Band. Das neue 6-GHz-Band ermöglicht noch höhere Geschwindigkeiten als 5 GHz bei etwas geringerer Reichweite.

Streng genommen sind WLAN und WiFi nicht ganz dasselbe: WLAN bezeichnet das Funknetzwerk, WiFi hingegen die Zertifizierung anhand des IEEE-802.11-Standards. WiFi steht übrigens für Wireless Fidelity und ist ein Handelsname.

FS