

#makers
DO IT.



Behandelt auch
openHAB, FHEM,
Home Assistant und ioBroker



Peter & Stephan Hüwe

IoT @ Home



Smart Gadgets mit **Arduino**, **Raspberry Pi**,
ESP8266 und **Calliope** entwickeln



HANSER

Generell gilt die VDE-Regel: Trennen und auf Spannungsfreiheit prüfen, bevor du Arbeiten durchführst. Speziell größere Kondensatoren können noch einiges an Ladung besitzen, auch wenn du die Stromzufuhr getrennt hast.

Kurzschlüsse und falsche Polungen von Bauteilen sind unbedingt zu vermeiden. Diese können zu Beschädigungen an Bauteilen und auch zu Bränden führen. Um Haustiere und Kinder zu schützen sowie die Schaltungen vor ungewollten Kurzschlüssen zu bewahren, empfiehlt es sich, jede Schaltung in ein Gehäuse zu verpacken. Dies erhöht auch die Wahrscheinlichkeit, dass die Schaltung im Wohnzimmer vom Partner akzeptiert wird.

2.2.3 Statische Aufladung vermeiden

Durch Kunststofffasern in Bodenbelägen und Kleidung kann man sich statisch aufladen. Das hat jeder schon einmal erlebt, wenn er an einen Türgriff fasst und einen kleinen Schlag bekommt. Bei der Berührung elektronischer Bauteile oder des Mikrocontrollers kann es dabei zu irreparablen Beschädigungen kommen, auch wenn man selbst nichts davon merkt. Im professionellen Bedarf gibt es spezielle Hilfsmittel, wie Schuhe, Armbänder und Matten, die die Aufladung verhindern sollen. Für unseren Bereich reicht es, sich kurz zu entladen, bevor du z. B. eine Schaltung zusammensteckst oder den Raspberry berührst. Hierzu genügt es, z. B. das PC-Gehäuse oder einen Heizkörper anzufassen.

2.2.4 Ohmsches Gesetz

Das wohl wichtigste Gesetz der Elektronik ist das ohmsche Gesetz.¹ Es dient als Grundlage zur Erklärung des Zusammenhangs zwischen Stromstärke, Spannung und Widerstand.

Durch eine Schaltung fließt Strom. Die Spannung, die in Volt (V) gemessen wird, regelt dabei, wie schnell dieser fließen kann, und ist die treibende Kraft der Ladungsbewegung. Der Stromfluss, also die Menge an Energie, die durch die Schaltung fließt, wird in Ampere (A) gemessen. Soll der Fluss gebremst werden, braucht es einen Gegenspieler. Beim Strom ist das der Widerstand, gemessen in Ohm (Ω). Mit Widerstand wird in der Regel das Bauteil bezeichnet. Jedoch hat auch jedes Material (z. B. ein Kupferdraht) einen spezifischen Widerstandswert.

Das ohmsche Gesetz ist eine Gleichung, die folgenden Zusammenhang herstellt:

- Der Quotient aus Spannung und Stromstärke definiert den Widerstand.
- Dieser Widerstand ist unabhängig von Spannung und Stromstärke und damit konstant.

$$\text{Widerstand} = \frac{\text{Spannung}}{\text{Stromstärke}} \rightarrow R = \frac{U}{I} \quad \text{Formel 2.1}$$

¹ Benannt nach dem deutschen Physiker Georg Simon Ohm (1789 – 1854)

Die Abkürzungen für Spannung, Widerstand und Stromstärke lauten:

- U ist die Spannung in Volt.
- R ist der Widerstand in Ohm.
- I ist die Stromstärke in Ampere.

Durch Umformen erhält man folgende Gleichungen:

$$U = R \times I$$

Formel 2.2

$$I = \frac{U}{R}$$

Diese Gleichung hilft z. B. bei der Berechnung des benötigten Widerstandes zum Betreiben einer LED. Mit zwei bekannten Werten kann der dritte jeweils berechnet werden.



In einer Schaltung fließt 0,5 A, der Widerstand beträgt 10 Ω . Welche Spannung liegt an?

Lösung: $U = 10 \Omega \times 0,5 \text{ A} = 5 \text{ V}$

■ 2.3 Netzwerktechnik

Während früher noch aufwendig Kabel durch das komplette Haus gelegt werden mussten, um Dinge miteinander zu vernetzen, steht heutzutage eine Vielzahl von Standards und Technologien zur Verfügung, um deine Gadgets drahtlos zu verbinden. Damit steht dem Smart Home selbst in Altbauten nichts mehr im Wege. Obwohl alle der hier vorgestellten Technologien demselben Zweck der Vernetzung dienen, könnten sie teilweise unterschiedlicher nicht sein. Speziell beim Thema Reichweite wird dies sehr deutlich. Von ein paar Metern bis hin zu weltweitem Empfang ist alles möglich. Im Folgenden stellen wir einige wichtige Smart Home-Netzwerktechnologien kurz vor.

2.3.1 WLAN

Über WLAN braucht man heutzutage nicht mehr viele Worte zu verlieren. Fast jeder hat sein eigenes WLAN zu Hause und benutzt es täglich mit Smartphone, Tablet und Computer. Mittels WLAN Repeater ist das Zuhause meist schon perfekt ausgeleuchtet, sodass jeder Winkel im Haus zumindest akzeptablen Empfang hat. Genau dies ist der große Vorteil von WLAN für die Smart Gadgets: WLAN ist verfügbar, hat keine speziellen weiteren Anschaffungskosten und erlaubt dir, deine Smart Gadgets direkt vom Smartphone oder Tablet aus zu steuern oder Nachrichten von ihnen zu erhalten. Vom heimischen WLAN ins

Internet zu gelangen ist dann auch kein Problem mehr. Damit stehen dir alle Möglichkeiten offen.

Auch auf Gadget-Seite ist WLAN mittlerweile kostengünstig und einfach zu benutzen. Entweder rüstest du es per Shield nach oder greifst auf die oft eingebaute WLAN-Lösung (z. B. beim Raspberry Pi Zero W oder ESP8266) zurück – und schon ist dein Gadget ein vollwertiges Mitglied deines Netzwerkes mit voller Bandbreite und Übertragungsgeschwindigkeit.

Warum dann überhaupt noch auf andere Lösungen ausweichen, wenn WLAN so ideal ist? WLAN hat den entscheidenden Nachteil, dass es relativ stromhungrig ist, sowohl aufseiten der Hardware beim Senden und Empfangen als auch beim Verarbeiten der Daten im Protokoll. Somit kann es einen Akku relativ schnell leer saugen. Damit ist es für Gadgets, die nicht direkt am Stromnetz hängen, eher ungeeignet, und selbst für Geräte am Stromnetz kann sich dieser Verbrauch je nach Anzahl auf der Stromrechnung bemerkbar machen.²

Dass man dennoch stromsparende Gadgets mit WLAN aufbauen kann, zeigen wir in Abschnitt 5.8.4.3.

Auf einen Blick



Pro und contra:

- (+) Standardtechnologie
- (+) nah an Computer, Tablet und Smartphone
- (+) überall vorhanden, einfach in bestehende Infrastruktur integrierbar
- (+) Apps/Tools/Webserver lassen sich einfach betreiben.
- (+) hohe Geschwindigkeiten/hohe Bandbreite
- (-) hoher Stromverbrauch
- (-) Overhead bei der Verarbeitung
- (-) WLAN-Netzwerke in städtischen Gebieten sind relativ überlastet.

Datenrate:

Theoretisch bis zu mehreren Gigabit pro Sekunde (Gbit/s)

Reichweite:

Bis zu 100 m, in Gebäuden teilweise deutlich weniger

Anwendungsgebiete:

Universell einsetzbar im Heimbereich

Sonstiges:

Mit dem ESP8266 bzw. ESP32 und dem Raspberry Pi Zero W lässt sich jedes Gadget kostengünstig mit WLAN ausstatten.

² Ein ESP8266 verbraucht im Dauerbetrieb mit WLAN ca. 75 mA mit gelegentlichen Spitzen von 300 mA. Gehen wir von 200 mA im Durchschnitt aus, ergibt sich über das Jahr ein Verbrauch von 8 – 10 kWh, damit ca. 2 € Stromkosten (ohne Berücksichtigung des Steckernetzteils).

2.3.2 GSM/3G/LTE

In einer ähnlichen Kategorie wie WLAN spielt das mobile Internet: GSM, EDGE, UMTS, LTE und ihre Verwandten. Mobiles Internet ist fast weltweit verfügbar. Die Preise für die Datenübertragung sowie die „Modems“ werden immer preisgünstiger. Der große Vorteil ist, dass sich das Gadget nicht in einem festen Gebiet aufhalten muss, sondern, wie der Name sagt, mobil und dennoch vollwertiges Mitglied des Internets ist, mit allen Vor- und Nachteilen (Sicherheit).

Auf einen Blick

**Pro und contra:**

- (+) weltweit verfügbar und einsetzbar
- (+) Standardtechnologie
- (-) Kosten für Sim-Karte bzw. Daten
- (-) hohe Roaming-Gebühren im Ausland möglich
- (-) spezielles Modem/Stick notwendig
- (-) Missbrauch bei Verlust
- (-) Geräte hängen mit öffentlicher IP direkt am Internet (Sicherheit).

Datenrate:

56 kbit/s bis 300 Mbit/s bei diversen Anbietern, je nach Netzausbau und Technologie

Reichweite:

Quasi „weltweit“

Anwendungsgebiete:

- mobile Sensoren/Gadgets
- Location Tracker/Diebstahlschutz

Sonstiges:

Viele Prepaid-Anbieter (z. B. Blau) bieten 1–10 MB kostenlos an, zumindest im Inland und bei regelmäßiger Nutzung und Aufladung. Als weltweite Alternative bietet sich Hologram.io an (siehe Abschnitt 5.2.2).

2.3.3 ZigBee

Das ZigBee-Protokoll eignet sich speziell für stromsparende Sensornetzwerke. Dabei verbinden sich die einzelnen Netzwerkteilnehmer zu einem Mesh-Netzwerk, in dem Nachrichten von einem Gerät zum nächsten weitergeleitet werden. Dadurch kann man weite Strecken mit geringer Sendeleistung überbrücken. Die Datenrate ist jedoch mit 250 kbit/s sehr gering.

Auf einen Blick



Pro und contra:

- (+) sehr stromsparend
- (+) Mesh-Netzwerk
- (-) eigene Router/Gateways notwendig, parallele Infrastruktur

Datenrate:

250 kbit/s

Reichweite:

10 - 100 m, verlängert durch Mesh-Netzwerk

Anwendungsgebiete:

Kommerzielle Produkte im Smart Home

Sonstiges:

Philips-Hue-Produkte bzw. Osram Smart Plug verwenden ZigBee als Standard.

2.3.4 Z-Wave

Z-Wave könnte man als direkten Konkurrenten zu ZigBee sehen. Es verfolgt ähnliche Designziele wie ZigBee und wird ebenfalls als Mesh-Netzwerk aufgebaut. Das Z-Wave-Ökosystem ist sehr stark reguliert und spezifiziert. So beschreibt die Spezifikation feste Geräteklassen, die die Anforderungen z.B. an Lichtschalter festlegen. Die Datenrate ist mit 100 kbit/s und 40 kbit/s Nutzdaten sehr gering.

Auf einen Blick



Pro und contra:

- (+) sehr stromsparend
- (+) Mesh-Netzwerk
- (-) eigene Router/Gateways notwendig, parallele Infrastruktur

Datenrate:

100 kBit/s, davon 40 Nutzdaten

Reichweite:

200 m außen, 30 - 40 m innerhalb von Gebäuden, verlängert durch Mesh-Netzwerk

Anwendungsgebiete:

Kommerzielle Produkte im Smart Home

Sonstiges:

Z-Wave verwendet nicht das überladene 2,4-GHz-Band, sondern je nach Land bzw. Region eine andere Frequenz, z. B. 869 MHz in Europa.