

03

Erstellen und Verwenden
eines intelligenten Objektes
für interaktive Zwecke

- 2020 -

Inhalt

| | |
|--|----|
| 1. Einführung..... | 3 |
| 2. Argumente für die Bildung durch Naturwissenschaft | 5 |
| 3. IoT in der Bildung | 10 |
| 3.1. Sensoren | 11 |
| 3.2. Kommunikationstechnologien | 12 |
| 3.2.1. Bluetooth | 12 |
| 3.2.2. ZigBee..... | 12 |
| 3.2.3. Z-Wave | 13 |
| 3.2.4. WiFi/WLAN..... | 14 |
| 3.3. Microcontroller und Microcomputer..... | 14 |
| 3.3.1. Arduino..... | 15 |
| 3.3.2. Micro:bit..... | 15 |
| 3.3.3. Raspberry Pi | 15 |
| 3.4. Interaktive Objekte | 16 |
| 3.5. 3D-Druck in der Bildung..... | 16 |
| 4. . Pädagogischer Rahmen & Lernmethoden für die Implementierung der WEMAKERS / IOT-Lernszenarien..... | 19 |
| 4.1. Pädagogischer Hintergrund | 20 |
| 4.2. Die WEMAKERS Lernmethode | 20 |
| 4.3. Projektbasiertes Lernen | 20 |
| 4.4. Teamarbeit..... | 21 |
| 4.5. Aufwärmübung und Erstellen von Regeln im Klassenzimmer | 21 |
| 4.6. Implementieren der WEMAKERS-Methode..... | 21 |
| 4.7. Rollenzuweisung bei der Teamarbeit | 22 |
| 4.8. Aufteilung der Aufträge/Sharing..... | 22 |
| 4.9. Die Rolle der Lehrkräfte | 22 |
| 5. Tutorials | 24 |
| 5.1. Tutorial 1. Richtungsanzeiger für Radfahrer | 25 |
| 5.2. Tutorial 2. Webbasierte Wetterstation..... | 33 |
| 5.3. Tutorial 3. Prothese mit elektromyographischer Steuerung | 41 |
| 5.4. Tutorial 4. Intelligentes Blatt (Smart Leaf)..... | 47 |
| 5.5. Tutorial 5: Visualisierung von Emotionen durch elektrodermale Aktivität | 52 |
| 5.6. Tutorial 6: Drahtlose Kommunikation mit Calliope Mini | 58 |
| 6. Bibliographie | 63 |



1



Einführung

Das Internet der Dinge ist eine Realität, die sich in allen Aktivitäten unseres täglichen Lebens ausbreitet und ein großes Potenzial zur Verbesserung des menschlichen Lebens bietet. Laut Burgess (2018) prognostizieren Experten, dass bis 2020 mehr als die Hälfte der neuen Unternehmen im Internet der Dinge tätig sein werden. Da das Internet der Dinge in den nächsten Jahren voraussichtlich erheblich wachsen wird, ist es ein Muss, die junge Generationen im Unterricht auf diese Veränderungen vorzubereiten, ihnen die Fähigkeiten zu vermitteln, diese Veränderungen zu verstehen und ihnen mit Freude und Begeisterung entgegenzutreten (Suduc, Bîzoi, & Gorghiu, 2018).

Da die gesamte Idee des Projekts „IoT in der Bildung – We are the Makers“ auch darin bestand, die Motivation der Schüler für Naturwissenschaften zu steigern, wird im ersten Teil dieses Handbuchs die Motivation zur Bewältigung realer Probleme im naturwissenschaftlichen Unterricht vorgestellt, die sich bewährt hat, das Interesse der Schüler an naturwissenschaftlichen Fächern erhöhen.

Das Hauptziel dieses Handbuchs ist es, die mit Hilfe des ersten Handbuchs (<http://www.WEMAKERS.eu/> ([O1 – Educational 3D Printing Manual](#))) gewonnenen Kompetenzen im 3D-Druck und die mit Hilfe des zweiten Handbuchs ([O2 – Educational IoT Manual – Online editor](#)) gewonnenen Programmierkenntnisse (Geräte und Elektronik) zu kombinieren und *interaktive Dinge* herzustellen.

Das Handbuch besteht aus **drei Hauptteilen**: Der erste Teil enthält einen Rahmen für Lehrkräfte, der zweite Teil ist ein theoretischer Teil, in dem verschiedene nützliche Konzepte und Technologien im Zusammenhang mit dem Internet der Dinge erläutert werden und der letzte Teil, der den praktischen Aktivitäten gewidmet ist, enthält eine Reihe von Tutorials. Die Tutorials sollen den Lehrern helfen, den Schülern verschiedene Aspekte des IoT beizubringen, indem sie Schritt für Schritt Anweisungen zum Erstellen verschiedener interaktiver Geräte, IoT- oder IoT-ähnlicher Geräte geben.

(Hinweis: Aus Gründen der Lesbarkeit wurde im Text größtenteils die männliche Form gewählt, nichtsdestoweniger beziehen sich die Angaben auf Angehörige beider Geschlechter.)



2. ● Argumente für die Bildung durch Naturwissenschaft

Argumente für die Bildung durch Naturwissenschaft

Autor: Gabriel Gorghiu, Universitatea Valahia din Targoviste, Rumänien

Die Bedeutung der Naturwissenschaft für die Entwicklung der Gesellschaft ist ein unbestreitbares Axiom. Als relevanter sozialer Faktor hat die Wissenschaft im gegenwärtigen soziokulturellen Kontext einen besonderen Status erlangt, und der Grad der Weiterentwicklung des wissenschaftlichen Wissensniveaus ist zu einem schlüssigen Indikator für die gesellschaftliche Entwicklung geworden.

Die wichtige Rolle, die die *Naturwissenschaft (Science)* heute spielt, spiegelt sich in der Unterstützung vieler Regierungen oder internationaler Organisationen wider, um Forschung auf dem Gebiet der Wissenschaft und Innovation zu betreiben, das positive Image der wissenschaftlichen Tätigkeit zu verbreiten und die Wissenschaft nicht nur für junge Menschen zu fördern, sondern auch für die breite Öffentlichkeit.

Eine Vielzahl von Studien zeigte jedoch einen starken Rückgang des Interesses junger Menschen an wichtigen naturwissenschaftlichen Studien und Mathematik. Trotz zahlreicher Projekte und Maßnahmen, die umgesetzt werden, um diesen Trend umzukehren, sind die Anzeichen einer Verbesserung immer noch bescheiden. Dies bedeutet, dass auch die längerfristige Innovationsfähigkeit und die Qualität der damit verbundenen Forschung massiv sinken werden. Darüber hinaus ist in der Bevölkerung im Allgemeinen der Erwerb von Fähigkeiten, die in allen Lebensbereichen, in einer Gesellschaft, die zunehmend vom Einsatz von Wissen abhängig ist, unverzichtbar werden, zunehmend bedroht (Rocard et al., 2007).

In jedem Fall ist es offensichtlich, dass die tatsächlichen gesellschaftlichen Veränderungen neue Anforderungen an die Bildung und im engeren Sinne an die naturwissenschaftliche Bildung stellen. Die Bedeutung von Wissen und traditionellen Fähigkeiten nimmt ab, da ihre Lebensdauer immer kürzer wird. Die Gesellschaft möchte, dass Schulen junge Menschen mit Kreativität, Neugier, Veränderungsmanagement und lebenslangem Lernen ausstatten. Diese hängen stark mit einer entscheidenden Steigerung der Motivation der Schüler zusammen, sich für Naturwissenschaften zu interessieren. Dies erfordert Änderungen im naturwissenschaftlichen Unterricht, indem verwandte wissenschaftliche Inhalte für Schüler überarbeitet und geeignete und moderne Lehr- / Lernmethoden angewendet werden (Trna, Trnova & Sibor, 2012) und Probleme des realen Lebens angegangen werden.

Aber warum sind die grundlegenden Kompetenzen und Fähigkeiten in der Naturwissenschaft so wichtig?

Die Kompetenzen in der Naturwissenschaft beziehen sich auf die Fähigkeit und Verfügbarkeit, Wissen und Methoden zu nutzen, um die natürliche Welt zu erklären, verwandte Probleme und Fragen zu identifizieren und evidenzbasierte Schlussfolgerungen zu ziehen. Hier können auch die technologischen Kompetenzen erwähnt werden, die die Anwendung von Wissen und Methoden als starke Reaktion auf die menschlichen Bedürfnisse oder Wünsche betrachten. Die Kompetenzen in Wissenschaft und Technologie implizieren das Verständnis der Veränderungen, die durch menschliches Handeln verursacht werden, und der Verantwortung des Bürgers in Bezug auf den Einsatz von Wissenschaft und Technologie zur Verbesserung unseres Lebens, indem wesentliche wissenschaftliche Kenntnisse, Fähigkeiten und Einstellungen bereichert und einbezogen werden. Das notwendige Wissen in Wissenschaft und Technologie umfasst die Grundprinzipien der natürlichen Welt und grundlegende wissenschaftliche Konzepte und Prinzipien, Hauptergebnisse und Produkte der tatsächlichen technologischen Prozesse sowie das Verständnis der Auswirkungen, die Wissenschaft und Technologie auf die natürliche Welt haben.

Diese Fähigkeiten sollten es dem Einzelnen ermöglichen, die Fortschritte, Grenzen und Risiken wissenschaftlicher Theorien, Anwendungen und Technologien in der gesamten Gesellschaft zu verstehen (in Bezug auf Entscheidungsfindung, Werte, moralische Fragen, Kultur usw.). Zu den Fähigkeiten gehört außerdem die Fähigkeit, Werkzeuge und technologische Geräte und Maschinen sowie wissenschaftliche Daten zu verwenden, um die Ziele zu erreichen oder Entscheidungen / Schlussfolgerungen auf der Grundlage von Beweisen zu ziehen. Der Einzelne muss in der Lage sein, die wesentlichen Merkmale der naturwissenschaftlichen Forschung zu erkennen und die Schlussfolgerungen und Gründe zu kommunizieren, die ihn zum technologischen und wissenschaftlichen Fortschritt geführt haben, aber auch über seine eigenen Gefühle, familiären, gemeinschaftlichen und globalen Probleme zu berichten.

Das Interesse und die Neugier der Schüler für die Welt um uns herum wird durch den naturwissenschaftlichen Unterricht gefördert und gefordert, mit dem Ziel, das wissenschaftliche Denken zu verbessern. Unter der offensichtlichen Annahme, dass der naturwissenschaftliche Unterricht Teil der Bildung ist, stellt sich die Frage nach der Rolle des naturwissenschaftlichen Unterrichts im Bildungsangebot.

Heute, da die *Naturwissenschaft* eine wichtige Rolle in der Gesellschaft spielt, können Studenten, aber auch die breite Öffentlichkeit, eine aktive Rolle spielen, um zu verstehen, wie die Wissenschaft wichtige Probleme der Neuzeit angeht. Mit einem wesentlichen Schwerpunkt auf Verantwortung, Respekt und Ethik. In der Tat bedeutet **Naturwissenschaft mit und für die Gesellschaft**, *„eine wirksame Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Gesellschaft aufzubauen, neue Talente für die Wissenschaft zu gewinnen und wissenschaftliche Exzellenz mit sozialem Bewusstsein und sozialer Verantwortung zu verbinden“* (Europäische Kommission). In dieser Hinsicht muss der naturwissenschaftliche Unterricht in der Schule in verschiedenen Entwicklungsrichtungen fortgesetzt werden, von der wirtschaftlichen über die demokratische bis hin zur Erreichung vielfältiger Fähigkeiten, insbesondere der interkulturellen (Tytler, 2007) (Turner, 2008) (Holbrook, 2011):

- Unterstützung der wirtschaftlichen Entwicklung - Die Schulwissenschaft stellt ein Ende einer wichtigen (wenn auch undichten) Pipeline dar, die wissenschaftsorientierte Schüler von den Schulen zu den postsekundären Einrichtungen führt. Die Pipeline liefert letztendlich hochqualifiziertes wissenschaftliches und technisches Personal an die Wirtschaft. Diese Personen sind für das wirtschaftliche Wohlergehen des Landes und die nationale Wettbewerbsfähigkeit von entscheidender Bedeutung.
- Verbesserung der demokratischen Entwicklung - Die Hauptaufgabe der Schulwissenschaften sollte darin bestehen, die Schüler darauf vorzubereiten, informierte Bürger und aufgeklärte Verbraucher zu sein, die intelligent über die technowissenschaftlichen Herausforderungen des modernen Lebens, der Politik und der Gesellschaft verhandeln können. Eine Einführung in grundlegende wissenschaftliche Prinzipien und Inhalte würde nicht fehlen, aber der Fokus würde sich auf zeitgemäße technologische und reale Anwendungen dieser Prinzipien und ihre Überschneidungen mit dem Leben der Studenten verlagern. Wissenschaftsunterricht, so das demokratische Argument, sollte sowohl naturwissenschaftliche als auch naturwissenschaftliche Bildung sein.
- Förderung der Kompetenzentwicklung - Eine dritte wichtige Begründung für die Schulwissenschaft hängt von der Behauptung ab, dass bestimmte Arten von naturwissenschaftlichen Studien wünschenswerte übertragbare Fähigkeiten vermitteln, darunter die Fähigkeit, Experimente zu formulieren und durchzuführen, empirische Belege zu bewerten, quantitative Argumente zu schätzen, induktive Verallgemeinerungen durchzuführen und kritisch denken. Befürworter des Kompetenzarguments fordern einen Lehrplan und eine begleitende Pädagogik, die die praktische Arbeit fördern, die die Schüler auffordern, gemeinsam über die Bedeutung und den Stellenwert

von Daten zu verhandeln und sogar unbefristete Untersuchungen im angeblichen Stil erwachsener Wissenschaftler zu planen und durchzuführen.

- den Bedarf an kultureller Entwicklung abdecken - die Wissenschaft spielt heute eine Rolle, ähnlich wie die großen Mythologien der Zivilisationen der Vergangenheit: Sie liefert die großartige Erzählung von Wahrheit, Bedeutung und Essenz, nach der wir leben. Das eigentliche Ziel der Schulwissenschaft ist es laut kulturellem Argument, die Schüler dazu zu bringen, diese großartige Geschichte und das Unternehmen dahinter zu verstehen, damit sie nicht ignorant bleiben und der modernen wissenschaftlichen Kultur fremd sind. Befürworter des kulturellen Arguments fordern manchmal eine starke Rolle für die Wissenschaftsgeschichte und die Wissenschaftsphilosophie im Lehrplan. Die Befürwortung von beiden war in den letzten dreißig Jahren eine wichtige Reform im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Heute ist der „naturwissenschaftliche Unterricht für alle“ immer beliebter geworden. Praktisch ist er eng mit der wissenschaftlichen Kompetenz und dem öffentlichen Verständnis der Wissenschaft verbunden, mit dem Ziel, zukünftige Bürger darauf vorzubereiten, in einer zunehmend wissenschaftlich geprägten Zukunft effektiver zu funktionieren. Es ist offensichtlich, dass alle jungen Menschen bereit sein müssen, tief und kritisch zu denken, damit sie echte Chancen haben, Innovatoren, Pädagogen, Forscher oder Führungskräfte zu werden, die die dringendsten Herausforderungen lösen können, denen ihre eigene Nation heute und morgen gegenübersteht.



3.

IoT in der Bildung

IoT in der Bildung

Autorin: Ana-Maria Suduc, Mihai Bizoi, Universitatea Valahia din Targoviste, Rumänien

Das Internet der Dinge ist „die Verbindung von Computergeräten, die in Alltagsgegenstände eingebettet sind, über das Internet, damit diese Daten senden und empfangen können“ (Oxford Dictionary). Die Dinge, die im IoT verbunden sind, sind entweder (McClelland , 2019)...

1. ... Dinge, die Informationen sammeln und dann senden - Sensoren (z. B. Temperatursensoren, Bewegungssensoren, Feuchtigkeitssensoren, Luftqualitätssensoren, Lichtsensoren usw.)
2. ... Dinge, die Informationen empfangen und dann darauf reagieren – ausführende Maschinen
3. ... Dinge, die beides können.

Alle drei sind sehr wichtig für die Entwicklung „intelligenter“ Objekte / Systeme.

3.1. Sensoren

Sensoren sind nützlich und sehr wichtig für die Geräte, um Daten aus der Umgebung zu erfassen. Ein Sensor ist ein elektronisches Gerät, das ständig eine physikalische Variable misst. Je nachdem, wie diese Variable gemessen wird, gibt es digitale und analoge Sensoren. Der analoge Sensor erfasst die externen Parameter (z. B. Windgeschwindigkeit, Sonneneinstrahlung, Lichtintensität usw.) und gibt eine analoge Spannung als Ausgang aus. Der **digitale Sensor** erzeugt diskrete Werte (0 und 1).

Die am häufigsten verwendeten Sensoren in den IoT-Geräten (Macharla, 2018) sind:

- Temperatursensor
- Drucksensor
- Näherungssensor
- Beschleunigungsmesser und Gyroskopsensor
- IR-Sensor
- Optischer Sensor
- Gassensor
- Rauchsensor

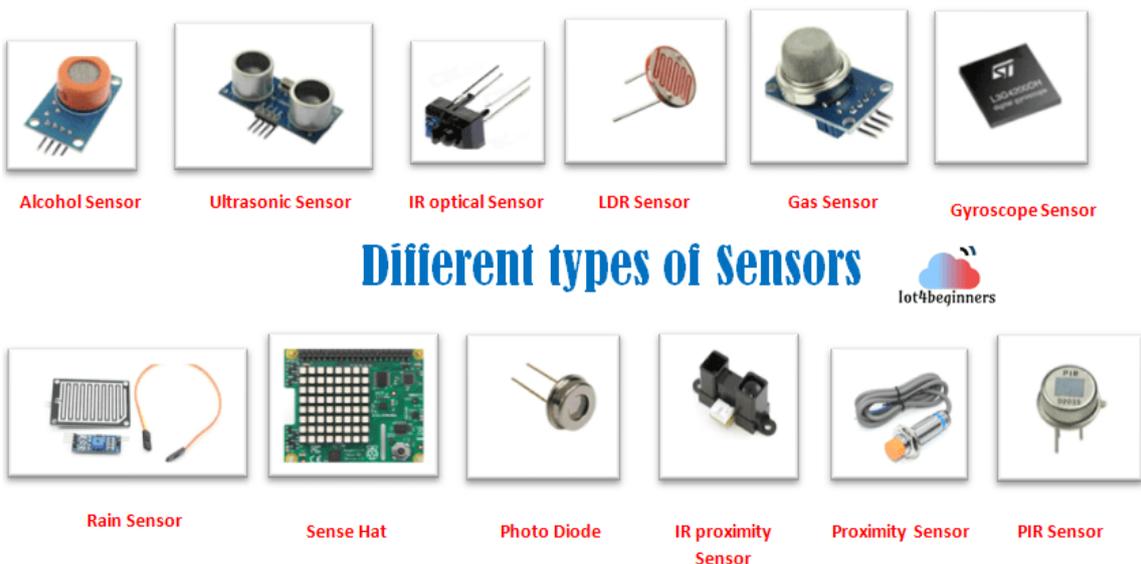


Bild 1: Unterschiedliche Sensortypen (Image credit: [lot4beginners](http://lot4beginners.com))

Weitere Informationen zu Sensoren und zur Funktionsweise der am häufigsten verwendeten Sensoren finden Sie unter [O2 – Educational IoT Manual – Online editor](#).

3.2. Kommunikationstechnologien

Kommunikationstechnologien spielen in jedem IoT-System eine wichtige Rolle. Die am häufigsten verwendeten Kommunikationstechnologien / -protokolle IoT werden in den folgenden Unterabschnitten vorgestellt.

3.2.1. Bluetooth

Bluetooth ist ein Kommunikationsstandard (IEEE 802.15.1-Standard) für kostengünstige Kurzstrecken, der einen erheblich reduzierten Stromverbrauch bietet (insbesondere neues Bluetooth Low-Energy (BLE) - oder Bluetooth Smart). Dieser reduzierte Stromverbrauch macht die Bluetooth-Kommunikation für das Internet der Dinge von großem Wert, da viele Geräte im Internet der Dinge nur über begrenzte Stromressourcen verfügen (Aqeel-ur-Rehman, Kashif & Ahmed, 2013). Der wichtigste Nachteil der Bluetooth-Kommunikation besteht darin, dass keine direkte Verbindung zum Internet hergestellt werden kann. Dies beinhaltet die Verwendung eines Zwischengeräts wie eines Bluetooth-Hubs, eines Smartphones oder eines PCs. Laut (DataFlair, 2018) wird Bluetooth voraussichtlich der Schlüssel sein, insbesondere für tragbare Produkte.

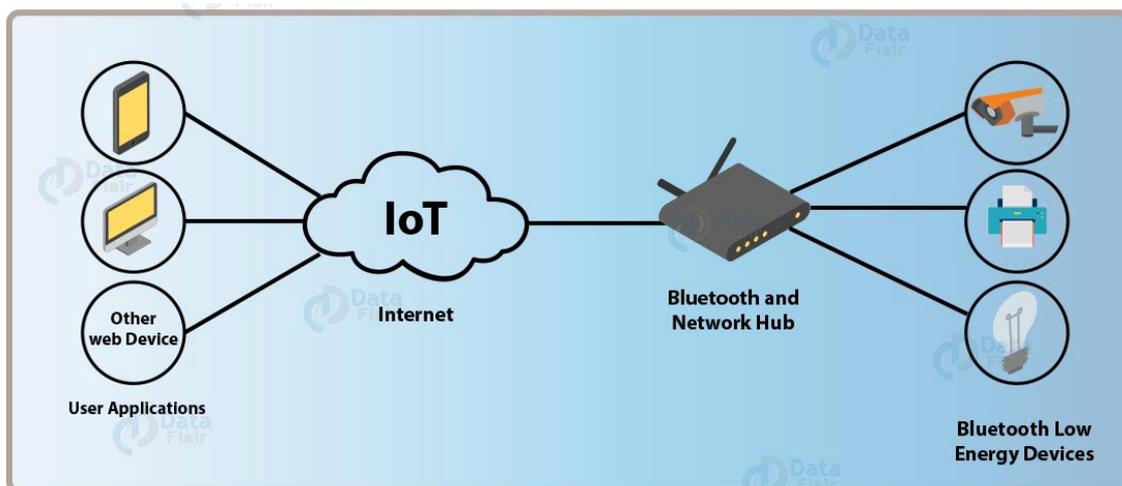


Bild 2: Bluetooth Kommunikation in IoT (Image credit: [Data Flair](#))

Eine nützliche Anleitung zu Bluetooth kann [hier](#) herunter geladen werden.

3.2.2. ZigBee

ZigBee ist ein IEEE 802.15.4-Standard, ähnlich wie Bluetooth, der aufgrund seiner geringen Datenrate und kurzen Reichweite für die Überwachung und Steuerung von Netzwerken mit begrenzter Reichweite entwickelt wurde. ZigBee wird allgemein als Alternative zu Wi-Fi und Bluetooth für einige Anwendungen angesehen, einschließlich Geräte mit geringem Stromverbrauch, die nicht viel Bandbreite benötigen - wie Smart-Home-Sensoren (Tillman & Hall, 2019). Einige der großen ZigBee-Benutzer sind: Amazon (z. B. Amazon Echo Plus), Honeywell, Huawei, Philips, SmartThings, Texas Instruments, Nokia, Osram, Bosch, Indesit und Samsung.

Zigbee erstellt ein Netz, in dem jedes interoperable Gerät zu einer Art Außenposten wird, der mit dem nächsten Gerät kommunizieren kann. Ein ZigBee-Netzwerk kann jederzeit 65.000 Geräte verbinden. In Bezug auf die Sicherheit der aktuellen Version, ZigBee 3.0, macht die symmetrische 128-Bit-Verschlüsselung die Daten im Netzwerk in hohem Maße sicher.

Da Zigbee mit 2,4 GHz arbeitet, liegt die Übertragungsdatenrate im Netzwerk bei etwa 250 kbit / s, was für einfache Signale, die in den meisten Anwendungen mit ZigBee üblich sind, mehr als ausreichend ist (Stables, 2019). Der Nachteil des Arbeitens mit 2,4 GHz besteht darin, dass es andere Geräte stören kann, die mit derselben Frequenz arbeiten (z. B. WiFi-Geräte).

Im Dezember 2019 kündigten Apple, Google und Amazon zusammen mit der Zigbee Alliance die Schaffung des Connected Home over IP-Projekts an: eine Initiative zur Vereinfachung der Entwicklung für Hersteller und zur Verbesserung der Kompatibilität für Verbraucher in der Smart Home-Welt. Das Projekt wurde eingerichtet, um Marken und Herstellern das Erstellen von Geräten zu erleichtern, die mit Alexa, Siri und Google Assistant kompatibel sind (Stables, 2019).

3.2.3. Z-Wave

Das Z-Wave-Protokoll ist eine interoperable, drahtlose, RF-basierte Kommunikationstechnologie, die speziell für Steuerungs-, Überwachungs- und Statusleseeanwendungen in Wohn- und Gewerbegebieten entwickelt wurde (Z-Wave Alliance, 2020). Wie bei ZigBee erstellt die Z-Wave-Technologie ein drahtloses Mesh-Netzwerk. Die Geräte „greifen“ ineinander, indem sie Signale über energiearme Funkwellen auf einer bestimmten Frequenz senden. Die Z-Welle arbeitet mit Frequenzen, die von Land zu Land unterschiedlich sind. Jedes Z-Wave-Gerät verfügt über einen winzigen integrierten Signalverstärker, der Netzwerkinformationen sendet und empfängt (Ferron, 2019). Bezogen auf die Anzahl der Knoten kann Zigbee bis zu 65.000 Knoten verarbeiten, während Z-Wave 232 Knoten verarbeiten kann (Alfrey, 2019).

In (Ferron, 2019) wird das Z-Wave-Protokoll im Vergleich zu anderen gängigen Protokollen / Technologien vorgestellt. Laut (Ferron, 2019) ist die größte Verbesserung, die Z-Wave gegenüber Bluetooth erzielt, die Signalstärke. Im Gegensatz zu Bluetooth, bei dem alle Bluetooth-Geräte um Bandbreite miteinander konkurrieren, da beim Senden und Empfangen von Informationen im selben 2,4-GHz-Band bei der Z-Wave das Signal mit jedem neuen Gerät im Netzwerk verstärkt wird (da sie als Repeater fungieren). . In Bezug auf WiFi hat der Z-Wave den gleichen Vorteil wie Bluetooth, aber in Anwendungen, die große Datenmengen erfordern, ist WiFi besser.

Die Z-Wave- und ZigBee-Technologien arbeiten mit derselben Mesh-Idee, aber Zigbee ist Open-Source-Software, während Z-Wave proprietäre Software ist, die von der Z-Wave Alliance unterstützt und zertifiziert wird. Unmittelbar nachdem Apple, Google, Amazon und Zigbee angekündigt hatten, gemeinsam an einem gemeinsamen Smart-Home-Standard zu arbeiten, kündigte Silicon Labs, der Eigentümer von Z-Wave, an, den Z-Wave-Standard für Dritthersteller zu öffnen und Entwicklung im Jahr 2020 (Kastrenakes, 2019). Diese beiden wichtigen Aktionen machen Z-Wave und ZigBee zu zwei sehr wichtigen Technologien für das zukünftige IoT.

3.2.4. WiFi/WLAN

Die WiFi-Konnektivität ist aufgrund der breiten vorhandenen Infrastruktur, die eine schnelle Datenübertragung und die Fähigkeit zur Verarbeitung großer Datenmengen bietet, eines der beliebtesten IoT-Kommunikationsprotokolle (DataFlair, 2018). Derzeit ist 802.11n der am häufigsten verwendete WLAN-Standard in Privathaushalten und vielen Unternehmen. Er bietet eine hohe Datenübertragungsrate, jedoch einen zu hohen Stromverbrauch für viele IoT-Anwendungen. Wi-Fi verwendet Funkfrequenzen, um Netzwerkkonnektivität bereitzustellen, und arbeitet entweder mit einer Frequenz von 2,4 GHz oder einer Frequenz von 5 GHz. Wi-Fi verwendet einen Router, der ein lokales Netzwerk für Smart-Home-Geräte erstellt. Jedes Gerät in der lokalen Verbindung kann miteinander kommunizieren, da es sich im selben Netzwerk befindet.

Nützliche Vergleiche zwischen Z-Wave, ZigBee und WiFi werden in (Pretty, 2018) und (Alfrey, 2019) vorgestellt. Die folgende Tabelle zeigt die Vor- und Nachteile jeder der drei Technologien.

Tabelle 1. Pro und Contra der drei Kommunikationstechnologien in IoT - WiFi, ZigBee and Z-Wave (Pretty, 2018)

| | WiFi/WLAN | ZigBee | Z-Wave |
|--------|---|---|--|
| Pro | <ul style="list-style-type: none"> - Allgegenwärtig - Die meisten Leute haben bereits ein Wi-Fi-Netzwerk eingerichtet - Kein Hub erforderlich - Die Geräte kommunizieren direkt mit dem Router - Kostengünstig | <ul style="list-style-type: none"> - Mesh-Netzwerk - bis zu 65.000 Knoten - Skalierbarkeit - Die Skalierbarkeit ist beispiellos - Niedrigster Stromverbrauch - verbraucht noch weniger Strom als Z-Wave | <ul style="list-style-type: none"> - Mesh-Netzwerk - bis zu 65.000 Knoten - Skalierbarkeit - Die Skalierbarkeit ist beispiellos - Niedrigster Stromverbrauch - verbraucht noch weniger Strom als Z-Wave |
| Contra | <ul style="list-style-type: none"> - Routerqualität ist wichtig - Hoher Stromverbrauch - Überfüllte Frequenz - Viele Geräte führen zu einer langsamen Verbindung | <ul style="list-style-type: none"> - Reichweite - Die Reichweite von ZigBee (10 m) beträgt nur ein Drittel der Z-Welle (35 m). - Sicherheit - ZigBee ist auch nicht so sicher wie ein Z-Wave- oder Wi-Fi-basiertes System - Zigbee Alliance - Alle Geräte müssen von der Zigbee Alliance (einer Standardisierungsstelle) zertifiziert werden | <ul style="list-style-type: none"> - Hub-Anforderung - Die Preise liegen zwischen 50 und 150 Euro - Kompatibilität - Abhängigkeit - Die Zukunft der Z-Welle wird weiterhin von Sigma Designs gesteuert |

3.3. Microcontroller und Microcomputer

Nicht nur im Bildungsbereich sind Arduino und Raspberry Pi die beliebtesten Plattformen, auf denen IoTs basieren. Für Bildungsaktivitäten wird sehr oft auch BBC Microbit verwendet.

Raspberry Pi ist ein **Mikrocomputer** (er verfügt über ein Betriebssystem und eine Schnittstelle, auf die durch Anschließen an einen Monitor zugegriffen werden kann). Arduino und Micro:bit sind **Mikrocontroller** (können jeweils nur ein Programm speichern und ausführen, können jedoch beliebig

viele Male neu programmiert werden). Ein nützlicher Vergleich zwischen den drei Plattformen findet sich in (Noor et al., 2018), einem Artikel, der [hier](#) zu finden ist.

3.3.1. Arduino

Arduino ist eine Open-Source-Elektronikplattform, die auf benutzerfreundlicher Hardware und Software basiert. Arduino wurde zu Beginn (im Jahr 2005) als einfaches Tool für schnelles Prototyping entwickelt und richtet sich an Studenten ohne Erfahrung in Elektronik und Programmierung. Anschließend wurde es für IoT-Anwendungen, tragbare Geräte, 3D-Druck und eingebettete Umgebungen angepasst. Alle Arduino-Boards und -Software sind vollständig Open Source und haben eine treue und unterstützende Community. Mehr über Arduino finden Sie unter <https://www.arduino.cc/>.

3.3.2. Micro:bit

Micro:bit ist eine Open-Source-Hardware, die von der BBC für den Einsatz in der Computerausbildung in Großbritannien entwickelt wurde. Es wurde erstmals beim Start der Make It Digital-Kampagne der BBC am 12. März 2015 angekündigt, mit der Absicht, 1 Million Geräte an Schüler in Großbritannien zu liefern. BBC micro: bit wurde als Plattform entwickelt, um Kindern die Prinzipien der Informatik und Ingenieurwissenschaften spielerisch und kreativ beizubringen. Laut (Knowles, Beck, Finney, Devine & Lindley, 2019) „setzt das micro:bit-Ökosystem im Gegensatz zu anderen programmierbaren IoT-Geräten (z. B. Arduino und Raspberry Pi), die im Klassenzimmer eine gewisse Akzeptanz gefunden haben, keine Erfahrungen voraus, welche Kenntnisse über Elektronik und Schaltkreise sowie die Fähigkeit zum Programmieren, Konfigurieren von Netzwerken oder zum Konfigurieren und Installieren von Software umfassen.“ Dies macht Micro: Bit ideal für Anfänger.

Mehr über Micro:bit finden Sie hier: <http://microbit.org>.

Inspiziert von Micro:bit wurde in Deutschland eine ähnliche Plattform für die Grundschulbildung entwickelt: Calliope Mini. Dieser winzige Controller verfügt als Micro:bt über eine 5x5-LED-Matrix, einen Kompasssensor, einen Beschleunigungsmesser, einen Lichtsensor, zwei Tasten sowie Radio und Bluetooth. Darüber hinaus verfügt er über eine RGB-LED, einen eingebauten Lautsprecher und ein Mikrofon und eine eingebaute Gleichstrommotorsteuerung für 2 Gleichstrommotoren (Codomo, 2017).

3.3.3. Raspberry Pi

Raspberry Pi ist eine Reihe von Mikrocomputern, die im Vereinigten Königreich von der Raspberry Pi Foundation entwickelt wurden, um den Unterricht in grundlegender Informatik an Schulen und in Entwicklungsländern zu fördern. Es hat ein eigenes Betriebssystem, das als Debian-Betriebssystem bekannt ist, und es verfügt über alle Komponenten eines Computers wie Prozessor, Speicher und eine GPU für die Videoeingangsverarbeitung und den HDMI-Ausgang. Obwohl Raspberry Pi keinen internen Speicher bietet, können SD-Karten als Flash-Speicher für das gesamte System verwendet werden. Der erste Raspberry Pi wurde 2012 veröffentlicht und die aktuelle Version ist Raspberry Pi 4 Model B.

Mehr über Raspberry Pi unter: <https://www.raspberrypi.org/>

3.4. Interaktive Objekte

Mit interaktiven Dingen / Objekten meinen wir die Art von Geräten, die einen Mikrocomputer oder Mikrocontroller, Sensoren und Aktoren enthalten und auf unterschiedliche Reize reagieren.

Wenn wir an IoT denken, nähern wir uns möglicherweise der Idee intelligenter Geräte, die im Allgemeinen mit anderen Geräten oder Netzwerken verbunden sind und in gewissem Maße interaktiv und autonom arbeiten können.

Auf dem Markt gibt es viele Arten von interaktiven Dingen / IoTs wie:

- Smartphones
- Smartwatches
- Fitness-Tracker
- Armbänder mit unterschiedlichen Funktionen (z. B. im Zuge der Anpassung an die Coronavirus-Situation hat ein Startup namens Slightly Robot sein Armband für Menschen mit Trichotillomanie neu gestaltet, eine Störung, die Menschen dazu zwingt, sich die Haare auszuziehen und zu vibrieren, wenn der Besitzer sein Gesicht berührt um eine Covid-19-Infektion zu verhindern (Constine, 2020))
- Vernetzte Autos
- Intelligente Kleidung mit integrierter Technologie
- Augmented Reality-Headsets
- ...

Im Klassenzimmer werden vor allem Roboter als interaktive Dinge entworfen.

3.5. 3D-Druck in der Bildung

In den letzten 10 Jahren haben wir ein enormes Wachstum bei der Produktion und Verwendung von Desktop-3D-Druckern verzeichnet. Dieses Wachstum wurde durch die sinkenden Kosten für 3D-Drucker und die zunehmende Verfügbarkeit vorangetrieben. Das Wachstum hat sich auch aufgrund der zunehmenden Anzahl von 3D-Designs, die von Menschen im Internet geteilt werden, weit verbreitet. Diese Designs können von allen Interessierten hergestellt und überarbeitet werden.

Der Einsatz von 3D-Drucktechnologien in der Industrie nimmt zu, da neue Anwendungen gefunden werden, die ihre Funktionen nutzen. In diesem Zusammenhang begann vor einiger Zeit die Ausbildung zur Integration des 3D-Drucks in Schulen.

Additive Fertigung und 3D-Drucktechnologien können das Lernen erleichtern, Fähigkeiten entwickeln und das Engagement der Schüler steigern (Berry, et al., 2010). Kreativität anregen, die Einstellung zu MINT-Fächern und Karrieren verbessern und gleichzeitig das Interesse und Engagement der Lehrer steigern (Horowitz & Schultz, 2014). Laut Ford und Minshall (2019) wird nach Durchsicht von 44 Artikeln der 3D-Druck in Schulen beim physischen Prototyping hauptsächlich zur Verbesserung des Verständnisses von Naturwissenschaften und Mathematik eingesetzt. Einige Beispiele für die Verwendung des 3D-Drucks in Schulen, die in der Literatur identifiziert und von Ford und Minshall aufgeführt sind, sind wie folgt:

- Einführung der Atomstruktur in Chemieklassen der 10. Klasse (Chery, Mburu, Ward & Fontecchio, 2015)
- Erlernen der Audiofrequenz durch Erstellen von 3D-gedruckten Polizeipfeifen (Makino et al., 2018)
- zum Bau von 3D-Druckern (Dumond et al., 2014)
- für rechnerisches Denken durch eine Kombination aus Minecraft und 3D-Druck (Roscoe, Fearn & Posey, 2014)
- für Design Thinking durch ein 3D-gedrucktes Stadtplanungsspiel, Kidville (Mahil, 2016)
- Herstellung von Handprothesen in Grundschulen (Cook, Bush & Cox, 2015) und Gymnasien (Jacobs et al., 2016)
- etc.

Die vielen Vorteile des 3D-Drucks gehen über das Verständnis von Mathematik und Naturwissenschaften hinaus. Ein wichtiger Aspekt ist, dass der 3D-Druck auch die Inklusionsbemühungen von Schülern verschiedener Lernarten unterstützt und die Zusammenarbeit und die Sprechfähigkeiten verbessert.

Ford und Minshall (2019) listen auch verschiedene 3D-gedruckte Artefakte auf, die während Designprojekten in Schulen erstellt wurden (z. B. biomedizinische Geräte, Brücken, Schreibtischlampen, Haushaltsgeräte, Orthesen, Roboter usw.) und Themen, in denen der Einsatz von 3D-Druck das Verständnis der Schüler für ein Thema verbessert hat:

- Biologie
- Chemie
- Design
- Ingenieurwesen
- Mathematik
- Pharmakologie

Weitere sehr interessante Informationen zum 3D-Druck in der Bildung, wie sie in der wissenschaftlichen Literatur zu finden sind, finden Sie im Artikel von Ford und Minshall [hier](#).

(MakerBot, n.d.) präsentiert 5 Hauptvorteile des 3D-Drucks in der Bildung:

- sorgt für Spannung - Der 3D-Druck bietet den Schülern die Möglichkeit, den gesamten Prozess vom Entwerfen bis zur physischen Welt zu erleben.
- ergänzt den Lehrplan - die Schüler werden durch die Konzeption, Gestaltung und Durchführung ihrer Projekte und die Interaktion mit dem 3D-Drucker und dem Lehrer zu aktiven und engagierten Teilnehmern.
- ermöglicht den Zugriff auf bisher nicht verfügbares Wissen. - Da der 3D-Druckprozess ein iterativer Prozess ist, der auch Fehler beinhaltet, beginnen die Schüler zu verstehen, dass Fehler Teil des Prozesses sind. Sie haben weniger Angst, neue und unterschiedliche Ideen im Leben zu versuchen und umzusetzen. Dies stärkt das Vertrauen der Schüler und die Lehrer genießen die Ergebnisse selbstmotivierter, selbstbewusster Schüler. “
- eröffnet neue Lernmöglichkeiten - die 3D-Drucker geben den Schülern die Möglichkeit, ihre Ideen zu visualisieren. 3D-Drucker eröffnen neue Möglichkeiten, um Schüler*innen Informationen auf wirtschaftliche und effiziente Weise zu präsentieren.

Eine schöne Liste von 3D-gedruckten Robotern oder mit 3D-gedruckten Teilen finden Sie auf der All3DP-Website unter: <https://all3dp.com/2/3d-printed-robot-print-robots/>. Viele dieser Roboterprojekte können zu Hause ausprobiert werden.

4.

Pädagogischer
Rahmen &
Lernmethoden für die
Implementierung der
WEMAKERS / IOT-
Lernszenarien

4. Pädagogischer Rahmen und Lernmethoden für die Implementierung der WEMAKERS / IOT-Lernszenarien

Autoren: Rene Alimisi, Anna Vasala, Dimitris Alimisis, EDUMOTIVA, Griechenland

4.1. Pädagogischer Hintergrund

Die vorgeschlagenen Lernmethoden haben ihre Wurzeln in der Maker-Bewegung (Blikstein, 2013) und in Paperts Konstruktivismus (Papert & Harel, 1991) und können eine Vision für die IOT-Ausbildung bieten, die es den Lernenden ermöglicht, ihre eigenen IoT-Artefakte unter Verwendung der Technologien des 21. Jahrhunderts herzustellen. Die Einbeziehung der Maker Movement-Kultur in die IoT-Bildung impliziert einen Paradigmenwechsel in den Lehrplänen der IoTs von schrittweisen geführten Aufgaben und vordefinierten Robotern hin zu offenen Projekten und Praktiken, bei denen Lernende zu „Machern“ ihrer eigenen transparenten IoT-Artefakte werden (Alimisis, 2013).

Die konstruktivistische „Learning by Making“-Methode ist stark mit der „Do-It-Yourself“-Philosophie (DIY) verbunden (Schon, Ebner & Kumar, 2014) und ist die treibende Kraft hinter der WEMAKERS-Pädagogik. Das WEMAKERS-Projekt schlägt daher vor, die Lernökosysteme des 21. Jahrhunderts so zu gestalten, dass die Schüler aktiv an Lernaufgaben, praktischen Aktivitäten und Lernerfahrungen teilnehmen können, die die Kreativität, das kritische Denken, die Teamarbeit und die Problemlösung junger Menschen fördern.

Um dieses Lernparadigma konkret zu veranschaulichen, stellen wir in den nächsten Abschnitten die WEMAKERS-Lernmethode vor.

4.2. Die WEMAKERS Lernmethode

Eingebettet in ein konstruktivistisches pädagogisches Modell soll die Lernmethode Lehrer*innen und Schüler*innen ermutigen, zusammenzuarbeiten und den Spaß und die Herausforderungen des Herstellungsprozesses zu erkunden. Die Methodik schlägt Phasen vor, die eng miteinander verbunden sind: Ideenfindung, Planung, Erstellung, Programmierung und gemeinsame Nutzung. Die Hauptpfeiler des pädagogischen Modells werden in den folgenden Zeilen kurz vorgestellt.

4.3. Projektbasiertes Lernen

Die WEMAKERS-Lernmethode konzentriert sich auf das projektbasierte Lernen, ein Modell für Unterrichtsaktivitäten, das sich von den traditionellen Unterrichtspraktiken kurzer, isolierter, lehrerzentrierter Lektionen abhebt. Die Methodik fördert das Engagement der Lernenden in einem realen Szenario, in dem Maßnahmen ergriffen werden müssen, um einen Roboter auf kreative Weise herzustellen oder zu verwenden, eigene IoT-Projekte zu planen und zu entwerfen, eigene IoT-Artefakte zu erstellen und zu programmieren, ihre Lösungen zu testen und zu reflektieren und schließlich ihre Erfahrungen mit der Gemeinschaft zu teilen. Die Schüler werden ermutigt und unterstützt, ihren eigenen heuristischen Ansatz für eine Lösung zu entwickeln, die den Lernenden im Vergleich zur geschlossenen Problemlösung viel mehr Raum für Kreativität und Beteiligung am kreativen Design bietet.

4.4. Teamarbeit

In Anlehnung an die pädagogischen Ideen, die der WEMAKERS-Methodik zugrunde liegen, wird die Teamarbeit nachdrücklich gefördert. Die Schüler sind von Anfang an eingeladen, Gruppen von 3-4 Personen zu bilden. Während der Sitzungen können die Schüler auch andere Gruppen unterstützen, Tipps austauschen und Rollen zuweisen. In einigen Gruppen sind die Schüler möglicherweise gleichermaßen an den Projektaufgaben beteiligt, in den meisten Fällen findet jedoch eine Rollenrotation statt. Zum Beispiel sind einige Schüler möglicherweise mehr in die Programmierung involviert, andere eher in die Herstellung elektrischer Schaltkreise, während andere sich um die handwerklichen Aufgaben oder die 3D-Modellierung kümmern. Die Gründe für diese Rollenzuweisung hängen normalerweise mit zeitlichen Einschränkungen und persönlichen Interessen zusammen.

Während der ersten Sitzung liegt der Schwerpunkt darauf, die Schüler mit den WEMAKERS-Tools, -Technologien und -Ressourcen vertraut zu machen. Einige Gruppen benötigen mehr Zeit für die Einarbeitung als andere, aber der gesamte Einarbeitungsprozess ist in den Herstellungsprozess integriert und erfolgt durch die praktische Beteiligung an Projekten für computergestützte Artefaktkonstruktionen. Es ist erwähnenswert, dass von den Studenten erwartet wird, dass sie im Verlauf der Workshops sicherer mit den verfügbaren Werkzeugen umgehen und eifriger verschiedene Ideen ausprobieren.

4.5. Aufwärmübung und Erstellen von Regeln im Klassenzimmer

Die erste Sitzung beginnt mit Aktivitäten zum Aufwärmen, der Festlegung der Grundregeln und der Ausarbeitung des Prozesses, den die Schüler durchlaufen werden. Diese Aktivitäten werden von den Lehrern im Voraus ausgewählt, um die notwendigen Mechanismen für den „Gruppenentwicklungsprozess“ und die Schaffung einer positiven und warmen Atmosphäre zu aktivieren.

Im Rahmen der Aufwärmaktivitäten werden die Schüler ermutigt, einen Kreis zu bilden und sich vorzustellen, um über ihre Hobbys und Interessen zu sprechen. Durch spielerische Techniken wurden auch kurze Einzelgespräche eingeladen. Diese Diskussionen werden auch als wichtige Schritte zur Teambindung und zum Aufbau einer guten Beziehung angesehen.

Während der ersten Sitzung liegt der Schwerpunkt (auf Gruppenebene) auch auf der Erstellung von Regeln, die das akzeptierte Verhalten in der Gruppe und im Labor sowohl für Lehrer als auch für Schüler widerspiegeln. Die Diskussion über Laborsicherheitsregeln wird im Verlauf der Sitzungen wiederholt. Nach den Eisbrechaktivitäten und der Festlegung der Regeln werden die Laborgeräte auf Gruppenebene untersucht.

4.6. Implementieren der WEMAKERS-Methode

Die Ideenfindungsphase wird als herausfordernder Prozess angesehen. Die Studierenden werden nach möglichen Ideen gefragt, die sie bald umsetzen möchten. Bemerkenswert ist, dass sie durch ihre Tagebücher auch ermutigt werden, ihre Ideen für neue Projekte regelmäßig zu dokumentieren. Ihre Antworten zu diesem Thema sind am Anfang nicht sehr aufschlussreich. Wenn sie jedoch mit Werkzeugen und Technologien vertraut werden, zeigen sie Interesse an der Arbeit an bestimmten oder thematischen Projekten.

Die Lehrer beobachten und unterstützen diesen Prozess diskret. Durch Bereitstellung nützlicher Erklärungen (d. h. um die Schaltung transparenter zu machen und das Verständnis der Schüler für Elektronik zu verbessern), um den Schülern zu helfen, vorwärts zu kommen. Die Lehrer ermutigen die Gruppenmitglieder, ihre Ideen im Plenum zum Nutzen der gesamten Gruppe einzubringen. Der Austausch bestehender Ideen, Umsetzungspläne, Problemlösungspraktiken und Gedanken in der Gruppe und im Plenum wird als ein Prozess angesehen, der die Generierung von Ideen für neue Konstruktionen erheblich fördern kann.

Es gibt auch Anregungen, Ideen zu analysieren, komplexe Aktivitäten in Unteraufgaben zu unterteilen, Notizen zu den Konzepten von Wissenschaft, Technologie, Technik, Kunst und Mathematik (STEAM) zu machen, die mit ihrem Projekt zusammenhängen (dh Herstellung elektrischer Schaltkreise), und die benötigten Materialien aufzulisten, Skizzieren der Struktur der Konstruktion, Visualisieren der Schlüsselprozesse. Dies ist die Planungsphase, die in vielen Fällen in den Ideenfindungsprozess eingebettet ist, von den Gruppen während der Erstellung der Artefakte und der Programmierphase erneut besucht und kreativ angesprochen wird. In gewisser Weise zeigen diese Praktiken, wie eng die Phasen der WEMAKERS-Methodik miteinander verbunden sind.

4.7. Rollenzuweisung bei der Teamarbeit

Die Rollenzuweisung kann auf Gruppenebene erfolgen und wird nicht von den Lehrern durchgesetzt. Die Gruppenmitglieder sind an allen Teilen der Entwicklung des IoT-Artefakts beteiligt, die sich gegenseitig unterstützen. Die Lehrer greifen nur in Fällen ein, in denen ein Mitglied der Gruppe inaktiv ist. Sie sollten hauptsächlich versuchen, die Gründe für die Inaktivität zu verstehen und eine Situation zu schaffen, in der durch die Interaktion mit den anderen Gruppenmitgliedern eine Rolle für sie entstehen würde.

4.8. Aufteilung der Aufträge/Sharing

Das Teilen der Lernprozesse und der Projekte mit anderen wird als von großer Bedeutung angesehen. Die Lehrer ermutigen alle Gruppen, am Ende jeder Sitzung den aktuellen Status ihrer Arbeit mitzuteilen, über die Prozesse, die sie durchlaufen haben, und ihre zukünftigen Pläne zu sprechen.

Darüber hinaus werden die Gruppen ermutigt, ihre Arbeit in der Schulgemeinschaft und in der breiten Öffentlichkeit zu präsentieren. Vor diesem Hintergrund können die Studenten ihre Projekte auf Festivals präsentieren und mit Menschen jeden Alters und mit unterschiedlichem wissenschaftlichen Hintergrund sowie mit anderen Gruppen von Studenten, die am Festival teilnehmen, entweder als Aussteller oder als Besucher interagieren.

Die Schüler und Lehrer werden außerdem aufgefordert, ihre Arbeit mit ihren Smartphones oder Kameras aufzuzeichnen. Zu einem späteren Zeitpunkt kann ein Teil dieses Materials von ihnen in ihre Social-Media-Konten hochgeladen werden.

4.9. Die Rolle der Lehrkräfte

Die obige Beschreibung enthüllte bereits viele interessante Aspekte der Rolle der Lehrer. Die Lehrer sind eingeladen, als Unterstützer des Lernprozesses, als Mitgestalter, als Förderer der Zusammenarbeit, der Diskussion und des Teilens auf Teamebene und darüber hinaus zu fungieren.

Die Lehrer unterstützen die Generierung von Ideen, die zu relevanten Gruppendiskussionen und zur Erweiterung bestehender Projektideen führen. Darüber hinaus fördern sie die „Can-do“-Haltung erheblich, teilen ihre Begeisterung mit den Schülern und schaffen eine lernfördernde Atmosphäre.

Die Lehrer in den WEMAKERS-Projekten sollten bereit sein, ihre Komfortzone zu verlassen. Unabhängig von ihrem Hintergrund und ihrer Erfahrung sind sie eingeladen, neue Methoden anzuwenden, neue Werkzeuge und Technologien zu erforschen (d. H. DIY-Elektronik, Sensoren, neue Programmierwerkzeuge und mehr).

Die WEMAKERS-Projekte laden zu Fehlern ein und nutzen sie aus Lernperspektive. Die Lehrer sollten Misserfolge als Chance betrachten, tiefere und reichhaltigere Lernerfahrungen zu schaffen.

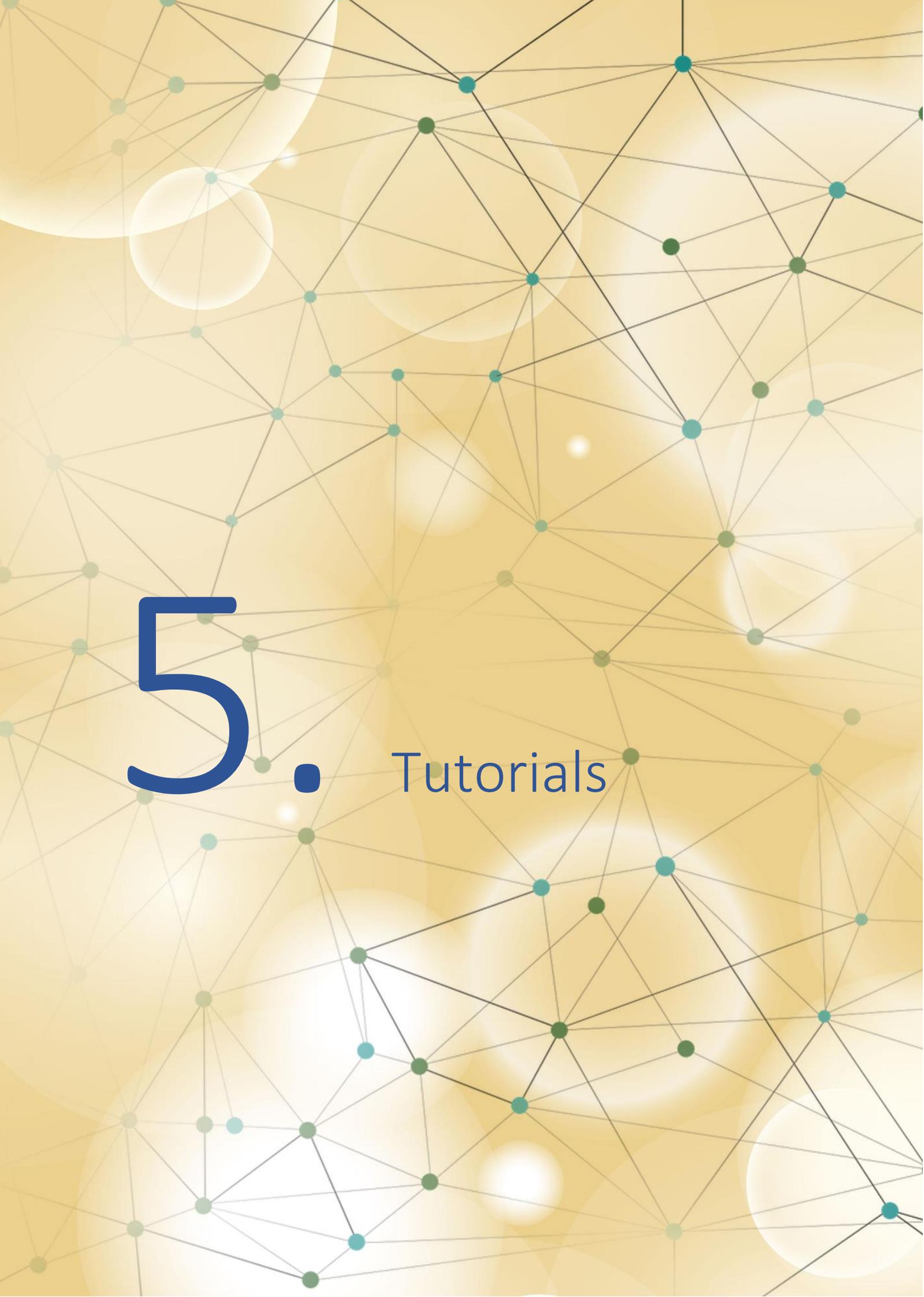
Es ist wichtig, die Schüler zu ermutigen, an Projekten zu arbeiten, die für sie von Bedeutung sind. Große Ideen können jedoch nicht leicht entstehen. Selbst wenn die Projektszenarien von den Lehrern vorgeschlagen werden, ist es wichtig, den Schülern die Möglichkeit zu bieten, das Szenario des Projekts basierend auf ihren persönlichen Interessen und Vorlieben zu erweitern. Wenn die Schüler an etwas arbeiten, das ihnen wirklich gefällt, ist es wahrscheinlicher, dass sie sich dem Herstellungsprozess widmen, sich auf Erkundungen einlassen und neue und fortgeschrittenere Ideen entwickeln.

Lehrer sind nicht die Weisen auf der Bühne, und sie sollen nicht alle Antworten auf die Fragen haben, die auftauchen könnten. Sie helfen und ermutigen die Schüler eher, ihr eigenes Wissen zu erforschen und aufzubauen, ihre Gedanken und Ideen zu organisieren und effektiv in Teams zu arbeiten. Sie fördern Teamwork, Experimente, praktische Aktivitäten, die Suche nach Herausforderungen und den Austausch von Wissen.

Es ist wichtig, den Schülern die Möglichkeit zu geben, ihre Ideen, Leistungen, Erfahrungen und Kämpfe miteinander zu teilen. Es ist wichtig, ihnen zu zeigen, dass sie auf den Erfahrungen und Ergebnissen anderer aufbauen können und andere aus ihren eigenen Erfahrungen und Ergebnissen lernen können. Das Teilen kann in der Klasse, in Teams, auf Online-Plattformen, bei öffentlichen Festivals, Schulveranstaltungen und vielem mehr erfolgen.

Der Herstellungsprozess ist nicht linear. Es handelt sich um mehrere Stufen, die miteinander verbunden sind und häufig parallel stattfinden. Infolgedessen werden die Lehrer dazu bewegt, verschiedene Rollen zu übernehmen (die Rollen des Mentors, Trainers, Vermittlers des Lernprozesses, des Selbstbewusstseins, des Mitmachers, des Mitlernalers, des Bewerbers und mehr) und ihre Unterstützung und Anleitung anzupassen basierend auf den Bedürfnissen auf dem Weg.

Die WEMAKERS-Projekte fordern Synergien und Partnerschaften zwischen Lehrern verschiedener Disziplinen (Wissenschaft, Technologie, Ingenieurwesen, Kunst, Mathematik). Auf diese Weise können interdisziplinäre Projekte und innovative Ideen besser unterstützt werden. Darüber hinaus ist es im Rahmen einer Partnerschaft von Lehrern wahrscheinlicher, sich mit organisatorischen und administrativen Problemen zu befassen, die häufig im formalen Bildungsumfeld auftreten.



5

• Tutorials

5.1. Tutorial 1. Richtungsanzeiger für Radfahrer

Autorin: Ana-Maria Suduc, Universitatea Valahia din Targoviste, Rumänien

A. Szenario

Alex ist ein 11 Jahre altes Kind. Er fährt gerne mit dem Fahrrad zur Schule und wieder heim. Alex ist in der 5. Klasse und hat Nachmittagsunterricht. Im Winter, wenn er den Unterricht beendet und von der Schule nach Hause zurückkehrt, ist es draußen schon dunkel. Nicht immer bemerken die Fahrer, dass seine Arme in die Richtung zeigen, in die er fahren muss. Helfen wir Alex, indem wir ein tragbares Gerät für ihn erstellen, das einen blinkenden Lichtpfeil anzeigt, der in die entsprechende Richtung zeigt!

B. Beschreibung

Ein tragbares Gerät, das Alex helfen kann, kann mit einem Micro:Bit auf der Rückseite seines Helms erstellt werden. Wenn er seinen Kopf nach rechts beugt, zeigt das micro: bit einen rechts blinkenden Pfeil an. Ein ähnliches Verhalten würde auftreten, wenn er den Kopf nach links neigt (aber ein Pfeil nach links wird angezeigt). Für die Erstellung dieses tragbaren Geräts benötigen Sie nur ein Micro:Bit und Batterien. In diesem Fall ist das Programm für das micro: bit das Programm für das micro: bit H in Abschnitt 2 dieses Tutorials (Entfernen der funkbezogenen Blöcke).

Ein Problem eines solchen Systems wäre das Folgende: Wie kann Alex sicher sein kann, dass der micro: bit den Pfeil in die Richtung anzeigt, in die er fahren will. Hat er seinen Kopf so weit gebeugt, dass das Mikro:bit seine Bewegung erkennen konnte? Aus diesem Grund schlagen wir in diesem Tutorial ein System vor, das aus zwei Mikro:Bits besteht: einem auf dem Radfahrerhelm (wir nennen es Mikro: Bit H) und einem zweiten Mikro:Bit am Lenker (wir nennen es Mikro: Bit B). Das zweite micro: bit wird verwendet, um genau das anzuzeigen, was das micro: bit auf dem Helm anzeigt.



Bild 3 Position der zwei micro:bit Microcontroller

Auf diese Weise weiß Alex sicher, dass den anderen Verkehrsteilnehmern der richtige Pfeil angezeigt wird.

Wenn Alex seinen Kopf nach links / rechts neigt, erkennt das Micro: Bit H die Bewegung und zeigt einen blinkenden Pfeil nach links / rechts an. Außerdem sendet es vom Lenker ein Funksignal an das Micro: Bit, um dasselbe zu tun. Das Micro: Bit B dient zur Überprüfung, ob das Micro: Bit H die Bewegung des Radfahrer Kopfes gut erkannt hat und den richtigen Pfeil anzeigt.

C. Erforderliche Materialien:

- 1x micro:bit + Batteriehalter
- 1x USB-Kabel
- 1x micro:bit gedrucktes Gehäuse für micro:bit H
- 1x micro:bit gedrucktes Gehäuse micro:bit B
- Klettband, Klebeband oder anderes Klebeband /Band, um das micro:bit-Gehäuse, am Helm zu befestigen

D. Schritte

Schritt 1. Öffnen Sie den MakeCode für micro: bit-Editor unter <https://makecode.microbit.org/>

Schritt 2. Anwenden des in O2 Gelernten über MakeCode for Microbit, Code-Schreiben für micro:bit H. Beispiel für einen möglichen Code:

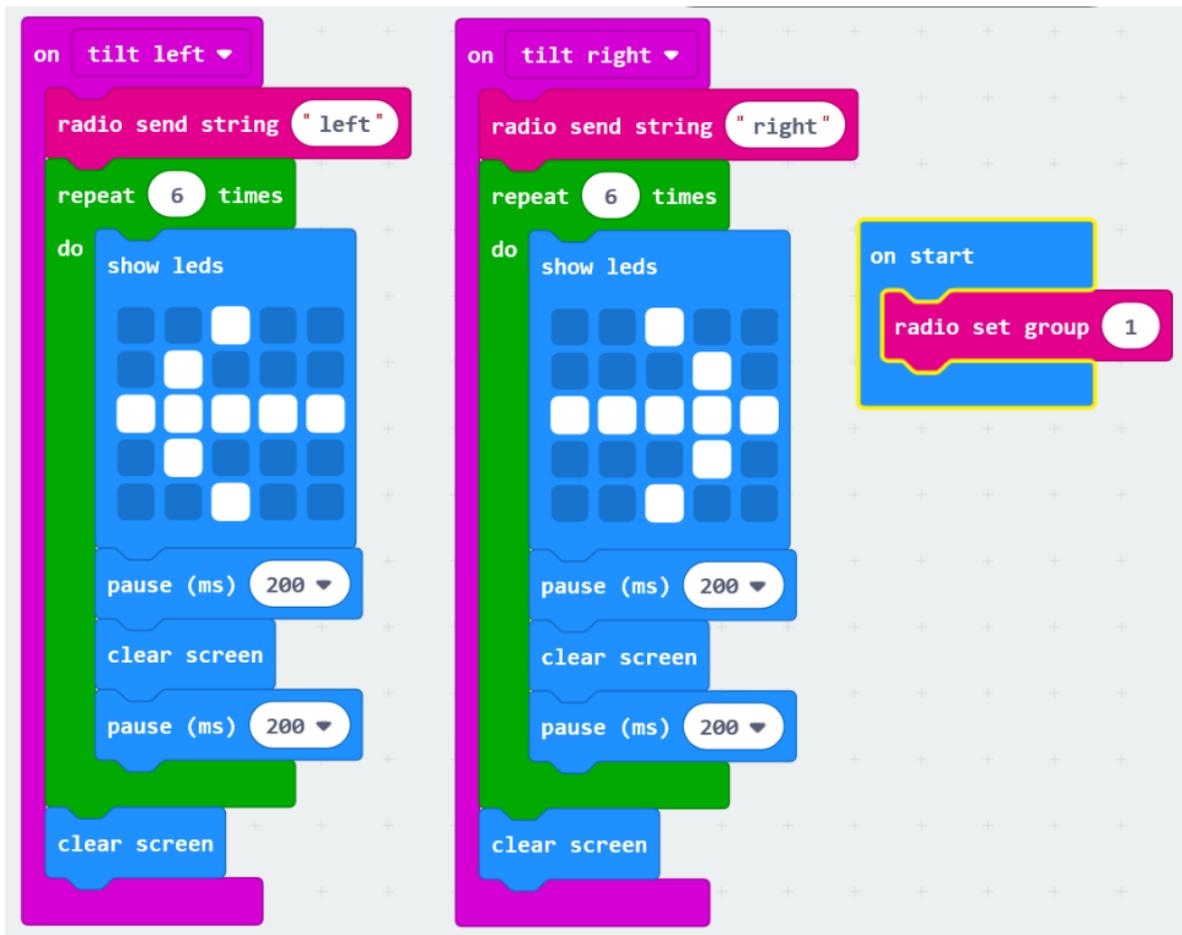
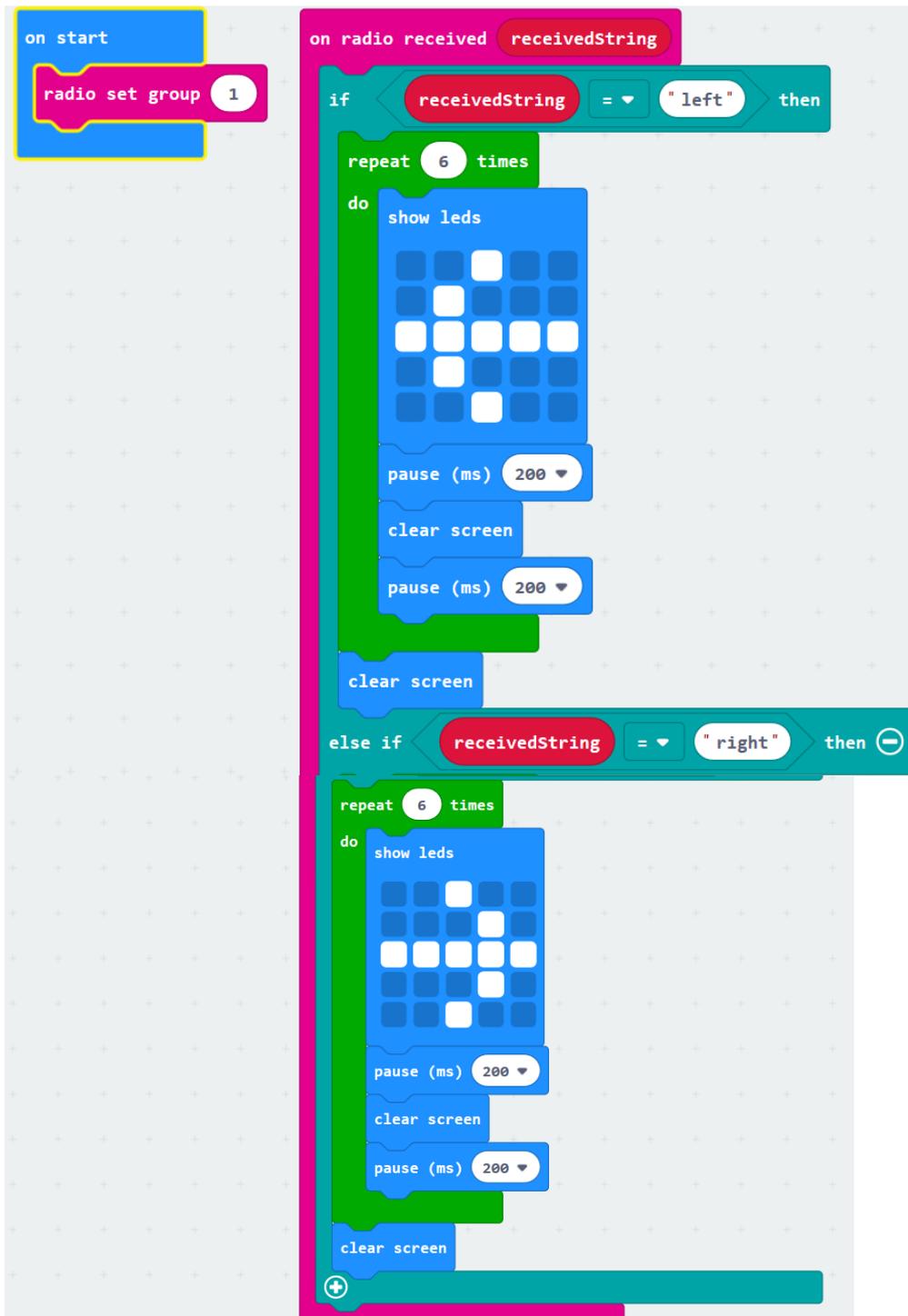


Bild 4: Code für micro:bit H (am Helm plaziert)

Schritt 3. Verbinden Sie den micro:bit H mit dem Computer mit Hilfe des USB-Kabels. Laden Sie die Hex-Datei mit dem Code auf micro: bit hoch.

Testen Sie es, indem Sie das micro: bit nach links kippen. Ein blinkender Pfeil nach links sollte angezeigt werden. Ähnlich sollte ein blinkender Pfeil nach rechts angezeigt werden, wenn das micro: bit nach rechts geneigt ist. Wenn es nicht gut funktioniert, überprüfen Sie den Code und laden Sie den korrigierten Code erneut hoch. Wenn das micro: bit H wie erwartet funktioniert, trennen Sie es vom Computer. Sie können den Batterieanschluss anschließen und erneut testen.

Schritt 4. Schreiben Sie den Code für micro: bit B. Beispiel für einen möglichen Code:



```

on start
  radio set group 1

on radio received receivedString
  if receivedString = "left" then
    repeat 6 times
      do
        show leds
        pause (ms) 200
        clear screen
        pause (ms) 200
    clear screen
  else if receivedString = "right" then
    repeat 6 times
      do
        show leds
        pause (ms) 200
        clear screen
        pause (ms) 200
    clear screen
  
```

Bild 5. Code für Micro:bit B (am Lenker plaziert)

Schritt 5. Laden Sie die .hex-Datei auf micro: bit B hoch. Testen Sie sie, indem Sie das micro: bit H nach links und rechts neigen. Beide Micro-Bit-Chips sollten entsprechende blinkende Pfeile anzeigen. Wenn es nicht wie erwartet funktioniert, überprüfen Sie den Code und wiederholen Sie diesen Schritt. Trennen Sie es dann vom Computer und schließen Sie die Batterien an. Testen Sie das System erneut. Wenn es wie erwartet funktioniert, fahren Sie mit dem nächsten Schritt fort.

Schritt 6. Entwerfen Sie anhand der in O1 gewonnenen Kenntnisse über 3D-Modellierung und -Druck Ihre eigenen Fälle für die Micro-Bit-Mikrocontroller oder laden Sie die STL-Dateien für bereits erstellte 3D-Modelle für Micro-Bit-Fälle von [hier](#) herunter.

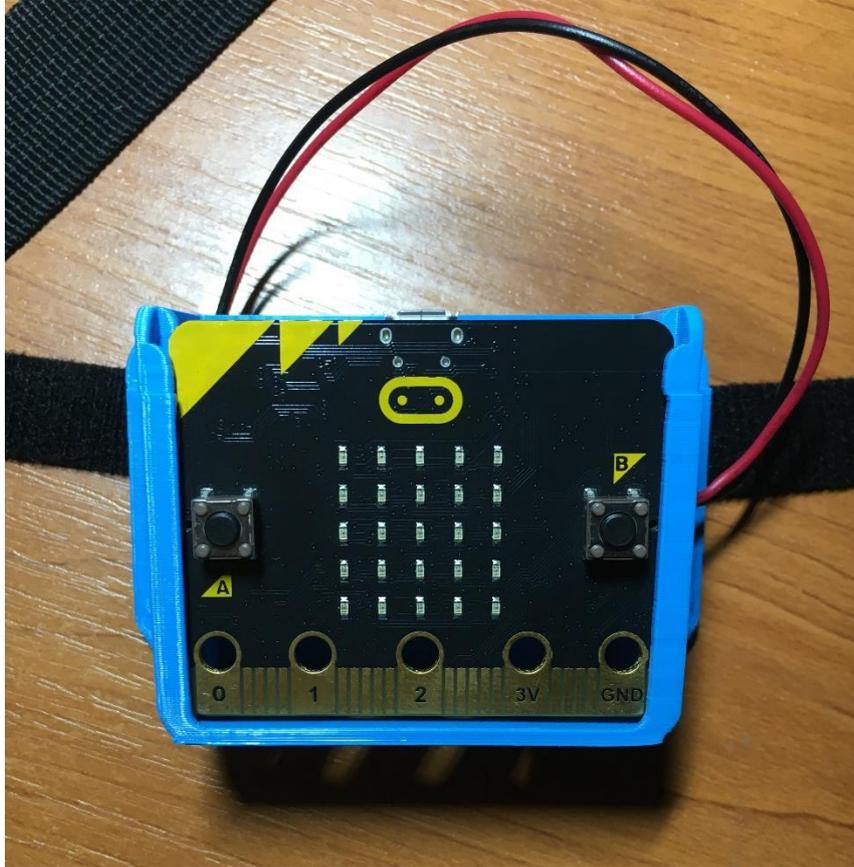


Bild 6: Gehäuse für Micro:bit H-Helm (stl-Datei Quelle: <https://www.myminifactory.com/object/3d-print-micro-bit-multi-mount-21845>)

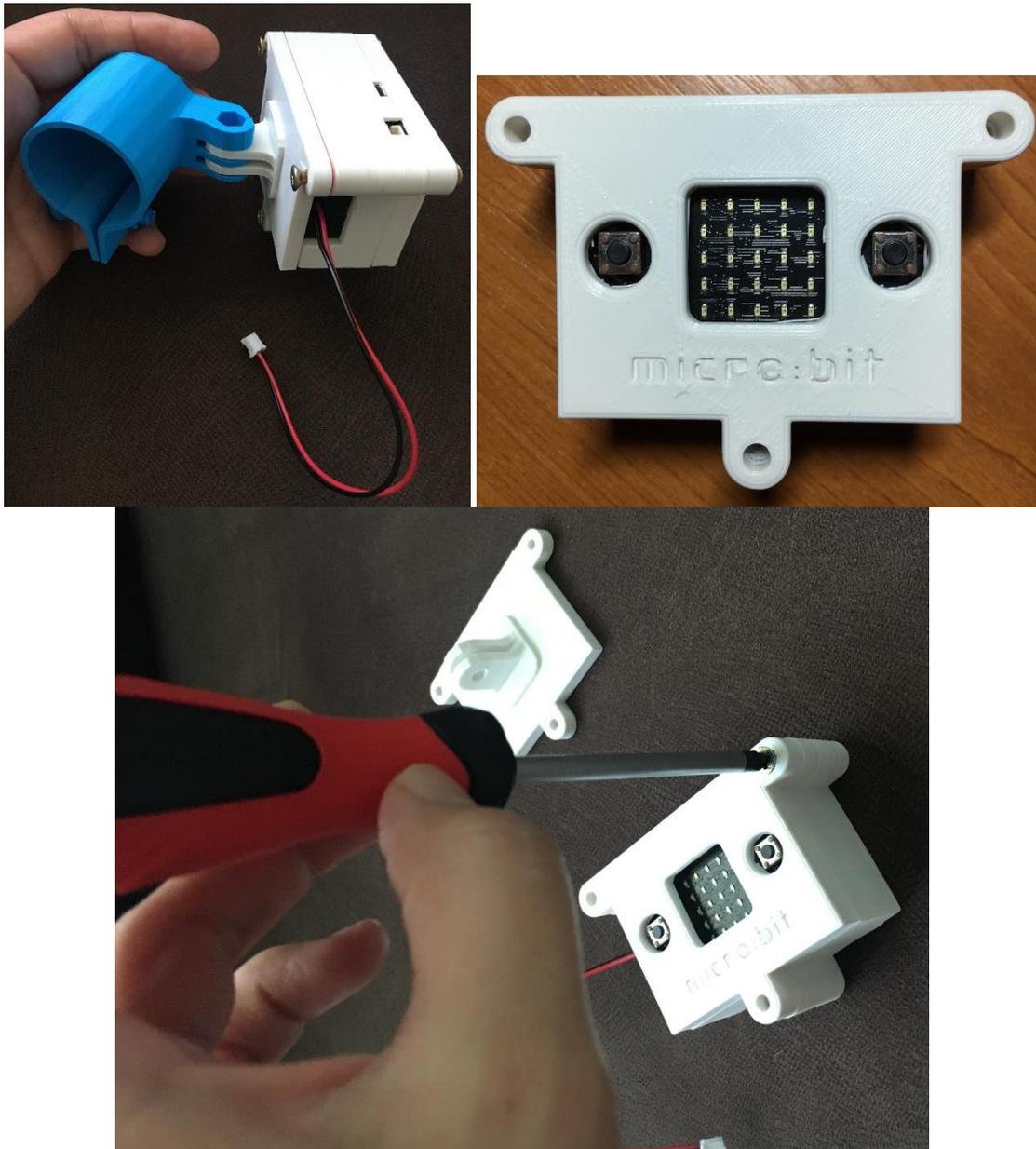


Bild 7: Gehäuse für Micro:bit B – Lenker – Variante 1 (adaptiert nach <https://www.thingiverse.com/thing:2676331>)



Bild 8: Gehäuse für Micro:bit 2 – Lenker – Variante 2 (Adaptiert nach <https://www.myminifactory.com/object/3d-print-micro-bit-post-box-21891>)



Bild 9: Rechtspfeil, angezeigt auf beiden micro:bit Chips, wenn der Helm nach rechts gedreht wird

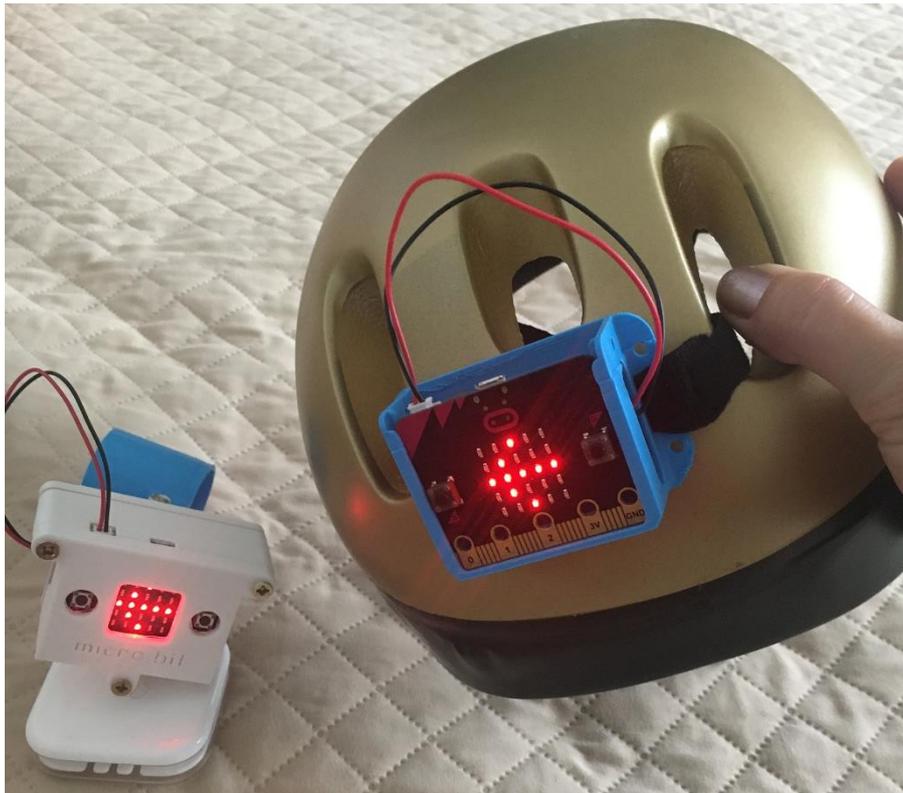


Bild 10: Linkspfeil, angezeigt auf beiden micro:bit Microcontroller, wenn der Helm nach links gedreht wird

Tutorials zu ähnlichen Geräten:

- <https://make.techwillsaveus.com/microbit/activities/mod-a-helmet>
- <https://www.instructables.com/id/A-Microbit-Direction-Indicator-for-Biking-Helmets/>
- <https://www.kitronik.co.uk/blog/zip-tie-microbit-bike-light-isaac-gorsani/>

5.2. Tutorial 2. Webbasierte Wetterstation

Autor: Mihai Bizoi, Universitatea Valahia din Targoviste, Rumänien

Die Überwachung von Umgebungsparametern an einem bestimmten Ort oder Raum ist ein sehr wichtiges Thema. Ein Projekt in diesem Sinne kann aus kindlicher oder aus beruflicher Sicht entwickelt werden.

A. Szenario

Dans Eltern haben ein Landhaus, in dem sie auch ein Gewächshaus haben, in dem viele Pflanzen wachsen. Vorausgesetzt, dass eine WLAN-Internetverbindung verfügbar ist, dachte Dan, er könnte ein einfaches Gerät zur Überwachung der Umgebungsparameter im Gewächshaus entwickeln.

Er führte eine Studie im Internet durch und kam zu dem Schluss, dass er eine Programmierplattform benötigt, an die Sensoren zur Überwachung von Umgebungsparametern angeschlossen werden können, um dieses Gerät so einfach wie möglich zu erstellen. Diese Plattform sollte auch über eine integrierte WiFi-Schnittstelle und ein Betriebssystem verfügen, auf dem ein Webserver installiert und konfiguriert werden kann. Ebenso eine zugängliche Programmiersprache.

Nach der Studie wählte Dan Raspberry PI als seine Entwicklungsplattform, da es die Installation eines Webserver und die Programmierung in der Python-Sprache ermöglicht. Ein weiterer Grund ist, dass der Raspberry PI eine elektronische Karte anschließen kann, die alle für sein Projekt benötigten Sensoren enthält (Sense HAT).

B. Beschreibung

Raspberry PI ist ein kleiner Computer, auf dem ein Linux-basiertes Betriebssystem ausgeführt werden kann - Raspbian. Aufgrund der Tatsache, dass ein Betriebssystem ausgeführt wird, kann es mit einer Vielzahl von Programmiersprachen und Tools programmiert werden. Aus Hardware-Sicht verfügt der Raspberry PI über 40 GPIO (General-Purpose Input / Output), mit denen verschiedene Sensoren oder Komponenten verbunden werden können.

Raspberry PI ist eine gute Plattform für die Anbindung verschiedener Sensoren an das Web, da es die Installation und Konfiguration eines Webserver sowie die Entwicklung von Webanwendungen direkt darauf ermöglicht.

Der Sense HAT ist ein Add-On-Board für Raspberry Pi. Der Sense HAT kann in Python-Sprache programmiert werden und enthält zahlreiche Sensoren auf derselben Karte: Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftdruck, Magnetometer, Beschleunigungsmesser, Gyroskop usw. Die Verwendung von Sense HAT bietet den Vorteil, dass eine Vielzahl von Sensoren verfügbar ist, ohne dass dies erforderlich ist elektronisches Wissen zum Anschluss dieser Sensoren an die Raspberry PI-Karte.

Dieses Tutorial zeigt, wie Sie ein Gerät erstellen, das Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftdruck in einer Weboberfläche anzeigt. Wenn es mit einer öffentlichen IP-Adresse mit dem Internet verbunden ist, kann von überall auf der Welt von jedem Gerät, das auf das Web zugreifen kann, auf die Weboberfläche zugegriffen werden.

Zusätzlich zur Hardware und Konfiguration des Betriebssystems und der darauf enthaltenen Tools wird ein solches Gerät über ein Skript implementiert, das in der Python-Sprache erstellt wurde. Das Skript greift über eine Bibliothek auf die Temperatur-, Feuchtigkeits- und Drucksensoren zu und speichert die gelesenen Werte in lokalen Variablen. Eine weitere Rolle des Skripts in Python besteht darin, die Schnittstelle zum Web zu erstellen. In diesem Sinne wird eine HTML- und CSS-Vorlage (Sprachen, die von Webbrowsern interpretiert werden) verwendet, um die gesammelten Werte in einem attraktiven Format anzuzeigen.

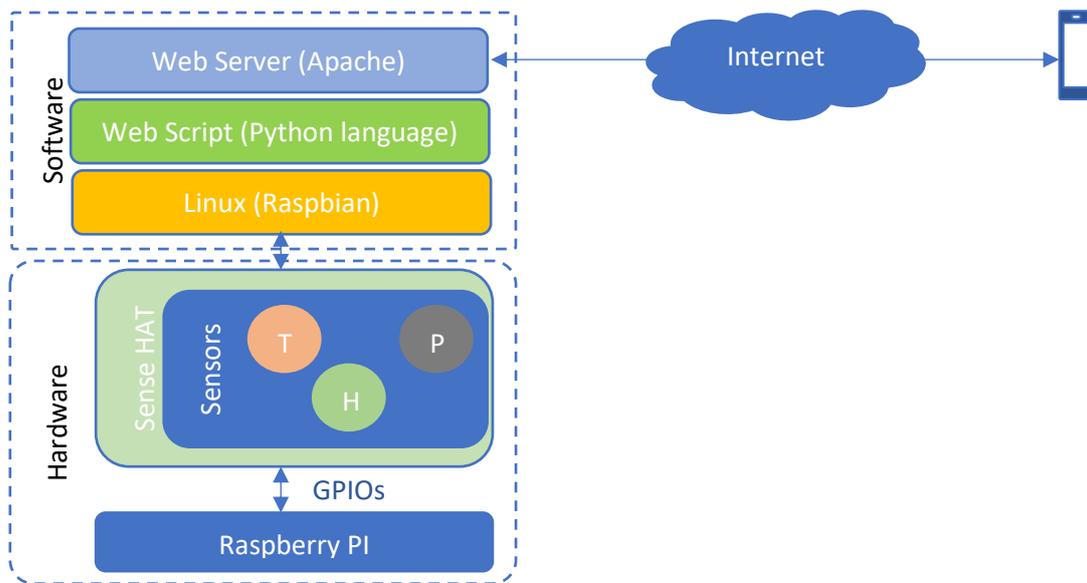


Bild 11: Vorgeschlagene Systemarchitektur

C. Erforderliche Materialien:

- 1x Raspberry PI 3
- 1x Micro SD Card mit Raspbian OS
- 1x Power Supply (5V/3A)
- 1x Sense HAT
- 1x WiFi oder Ethernet connectivity
- 1x HDMI Kabel
- 1x Monitor oder TV
- 1x 3D gedrucktes Gehäuse

D. Schritte

Schritt 1. Platzieren Sie den Sense HAT über den GPIO-Pins auf dem Raspberry PI, wie in der folgenden Abbildung dargestellt.

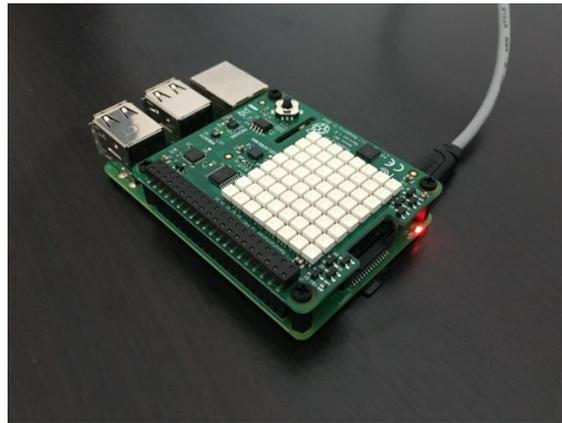


Bild 12: Raspberry PI mit Sense HAT

Schritt 2. Legen Sie die SD-Karte und das HDMI-Kabel in den Monitor ein und schließen Sie das Netzteil an, um das System zu starten.

Schritt 3. Vorausgesetzt, das Raspbian Betriebssystem ist auf der SD-Karte installiert -warten Sie, bis das Betriebssystem gestartet ist, und konfigurieren Sie die Internetverbindung (über WLAN oder ein Ethernet-Kabel).

Schritt 4. Wir müssen sicherstellen, dass Raspberry die letzte Version der Software ausführt. Öffnen Sie dazu ein Terminal und führen Sie die folgenden Befehle aus:

```
sudo apt-get update
sudo apt-get upgrade
```

Schritt 5. Wir sollten das Sense HAT-Softwarepaket installieren. Dadurch werden alle Bibliotheken bereitgestellt, mit denen wir mit Sense HAT interagieren können. Danach starten Sie Raspbian OS neu.

```
sudo apt-get install sense-hat
sudo apt-get install python-gpiozero
sudo reboot
```

Schritt 6. Wir beabsichtigen, die Wetterinformationen über das Internet zu erhalten. Der nächste Schritt besteht also darin, den Apache-Webserver zu installieren und mod *cgid* zu aktivieren. Öffnen Sie einen *Terminal* und schreiben Sie die Befehle:

```
sudo apt-get install apache2
sudo a2enmod cgid
```

Schritt 7. Ändern Sie die Konfigurationsdatei der Standardwebsite.

- Öffnen Sie die Datei mit dem *nano*-Editor:

```
sudo nano /etc/apache2/sites-available/000-default.conf
```

- Kommentieren Sie die folgende Zeile aus, indem Sie die Raute # am Beginn entfernen:

```
#Include conf-available/serve-cgi-bin.conf
```

- Fügen Sie die folgende Zeile unter "DocumentRoot ..." ein

```
DirectoryIndex /cgi-bin/webstation.py
```

- Speichern Sie die Datei mit CTRL+O und gehen Sie aus der Datei mit CTRL+X heraus

Schritt 8. Ändern Sie den Benutzer, der vom Apache Web server verwendet wird (change user *www-data* with *pi*).

- Öffnen Sie die Datei mit dem *nano* Editor:

```
sudo nano /etc/apache2/envvars
```

- Ändern Sie die Zeile:

```
export APACHE_RUN_USER=www-data
```

durch

```
export APACHE_RUN_USER=pi
```

- Speichern Sie die Datei mit CTRL+O und gehen Sie heraus mit CTRL+X.
- Starten Sie den Web Server neu.

```
sudo service apache2 restart
```

Schritt 9. Erstellen Sie ein kleines Web Skript mit dem Namen *webstation.py*. Das Skript sammelt die Daten von Sense HAT-Sensoren und präsentiert sie über eine Webschnittstelle

- Öffnen Sie die Datei mit dem *nano* Editor:

```
nano webstation.py
```

- Schreiben Sie das Programm in der Datei:

```
#!/usr/bin/env python
from sense_hat import SenseHat
from datetime import datetime
from gpiozero import CPUtemperature
import cgitb

print("Content-Type: text/html \n\n")

cgitb.enable()
sense = SenseHat()
sense.clear()

temp_nc = sense.get_temperature()
cpu = CPUtemperature()
temp = temp_nc - (cpu.temperature - temp_nc)
temp = round(temp,1)

humidity = sense.get_humidity()
humidity = round(humidity,1)

pressure = sense.get_pressure()
pressure = round(pressure,1)

now = datetime.now()
datetime = now.strftime("%d/%m/%Y %H:%M:%S")
```

```
html_code = """
<html>
  <head>
    <link rel="stylesheet"
href="https://stackpath.bootstrapcdn.com/bootstrap/4.4.1/css/bootstrap.min.
css" integrity="sha384-
Vkoo8x4CGsO3+Hhvx8T/Q5PaXtkKtu6ug5TOeNV6gBiFeWPGFN9MuhOf23Q9Ifjh"
crossorigin="anonymous">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1,
shrink-to-fit=no">
    <meta http-equiv="refresh" content="5">
    <Title>Weather station</Title>
  </head>
<body>
  <div class="container" style="padding-top: 20px;">
    <h2>Weather station</h2>
    <p>Current time: {datetime}</p>
    <table class="table table-striped" style="width:30%;">
      <tr><td>Temperature:</td><td>{temp} C</td></tr>
      <tr><td>Humidity:</td><td>{humidity} %</td></tr>
      <tr><td>Pressure:</td><td>{pressure} Millibars</td></tr>
    </table>
  </div>
</body>
</html> """

print(html_code.format(**locals()))
```

- Speichern Sie die Datei mit CTRL+O und gehen Sie heraus mit CTRL+X.

Schritt 10. Verschieben Sie die Datei *webstation.py* in das Verzeichnis */usr/lib/cgi-bin* und führen Sie die Ausführungsberechtigung hinzu:

```
sudo mv webstation.py /usr/lib/cgi-bin/.
Sudo chmod +x /usr/lib/cgi-bin/webstation.py
```

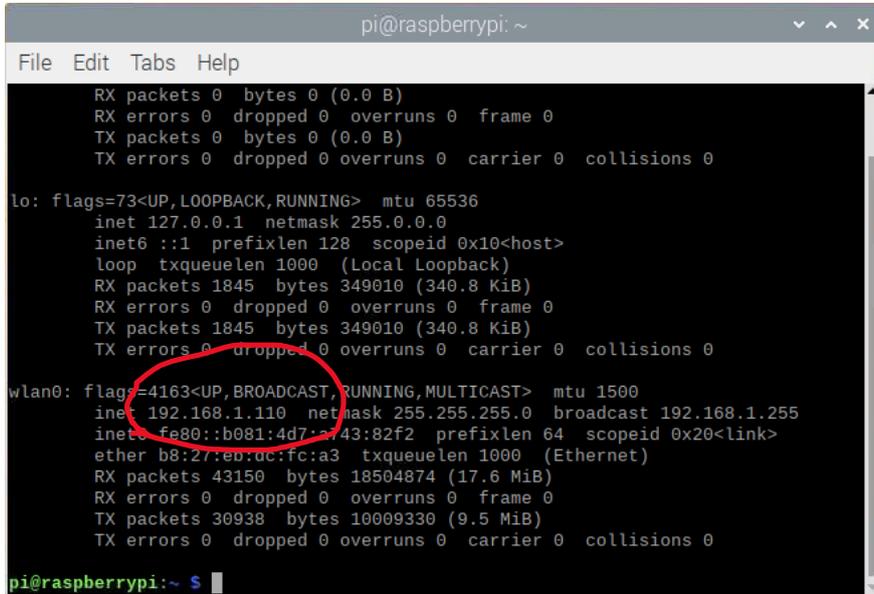
Schritt 11. Öffnen Sie den Webbrowser und testen Sie, ob die Anwendung funktioniert. Im Adressfeld, tragen Sie *localhost* ein.



Bild 13: Die Webinterface der Wetterstation

Schritt 12. Finden Sie die IP-Adresse des Raspberry PI heraus. Im Terminal lassen Sie folgenden Befehl laufen:

```
sudo ifconfig
```



```
pi@raspberrypi: ~  
File Edit Tabs Help  
RX packets 0 bytes 0 (0.0 B)  
RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0  
TX packets 0 bytes 0 (0.0 B)  
TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0  
  
lo: flags=73<UP,LOOPBACK,RUNNING> mtu 65536  
inet 127.0.0.1 netmask 255.0.0.0  
inet6 ::1 prefixlen 128 scopeid 0x10<host>  
loop txqueuelen 1000 (Local Loopback)  
RX packets 1845 bytes 349010 (340.8 KiB)  
RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0  
TX packets 1845 bytes 349010 (340.8 KiB)  
TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0  
  
wlan0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500  
inet 192.168.1.110 netmask 255.255.255.0 broadcast 192.168.1.255  
inet6 fe80::b081:4d7:343:82f2 prefixlen 64 scopeid 0x20<link>  
ether b8:27:eb:dc:fc:a3 txqueuelen 1000 (Ethernet)  
RX packets 43150 bytes 18504874 (17.6 MiB)  
RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0  
TX packets 30938 bytes 10009330 (9.5 MiB)  
TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0  
  
pi@raspberrypi:~$
```

Bild 14: Identifizierung der IP-Adresse des Gerätes

Schritt 13. Überprüfen Sie die Weboberfläche über das Netzwerk mit einem Mobiltelefon. Öffnen Sie den Webbrowser auf dem Telefon und geben Sie die zuvor gefundene IP-Adresse ein. Das Telefon muss mit Raspberry PI im selben Netzwerk verbunden sein.

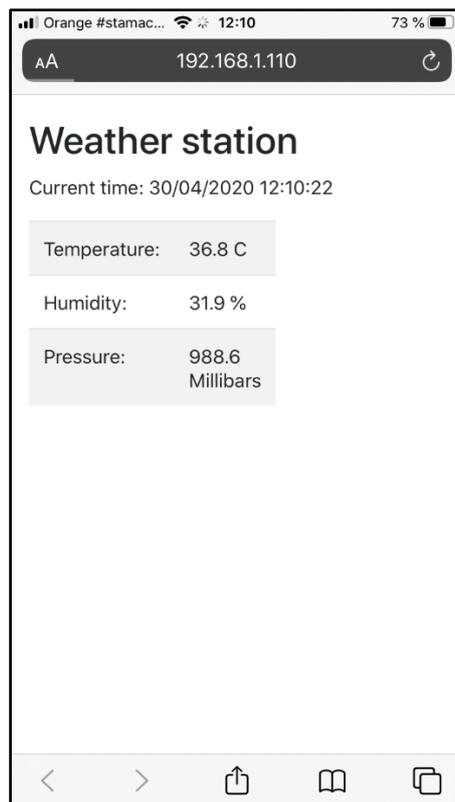


Bild 15: Wetterstation Webinterface-Zugriff vom Smartphone

Der Raspberry Pi und Sense HAT können in eine 3D-gedruckte Hülle gelegt werden. Im Folgenden werden drei Beispiele für Fälle vorgestellt, die in 3D gedruckt und in dieser Anwendung verwendet werden können:

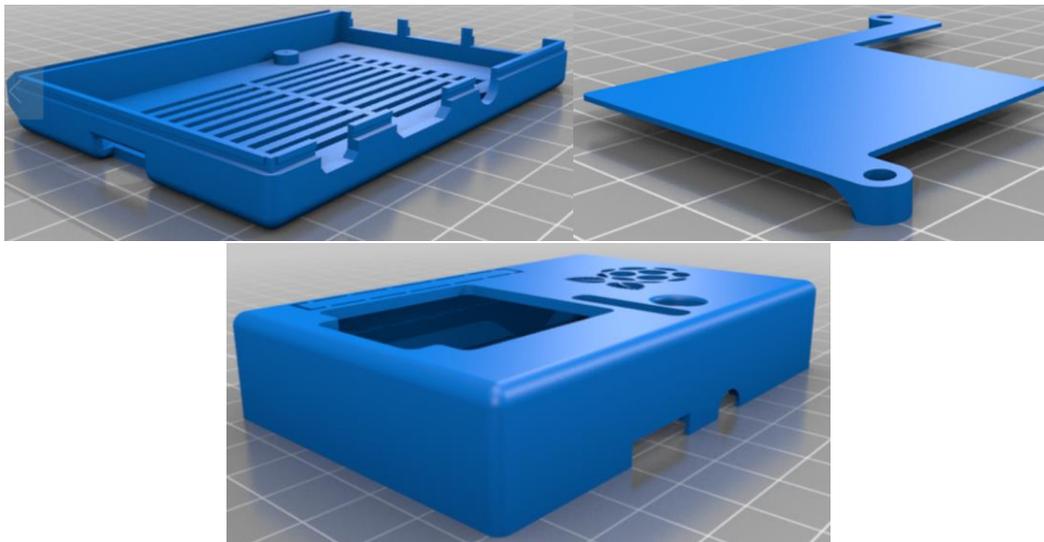


Bild 16: Beispiel 1. Die stl-Dateien können von <https://www.thingiverse.com/thing:4012845> heruntergeladen werden.

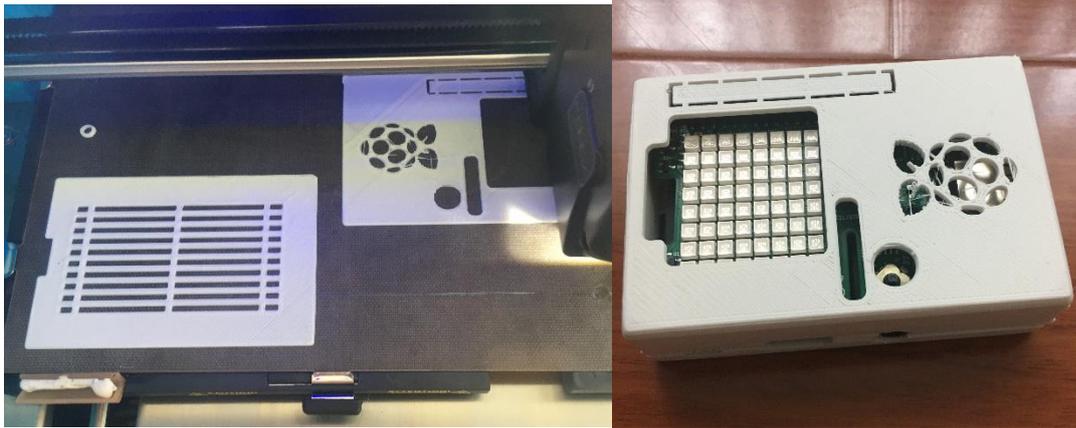


Bild 17: Beispiel 1, 3D-gedruckt

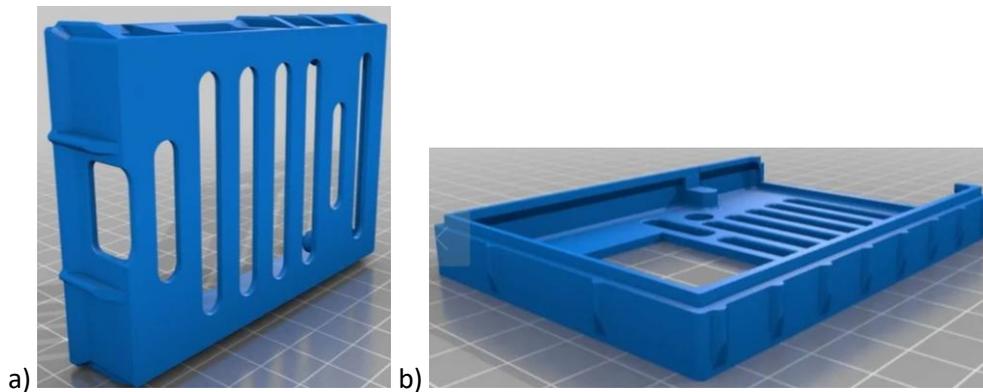


Bild 18: Beispiel 2. a) Die .stl-Datei für den unteren Teil finden Sie hier: <https://www.thingiverse.com/thing:1572173> ; b) Die .stl-Datei für den oberen Teil finden Sie hier: <https://www.thingiverse.com/thing:2757144>

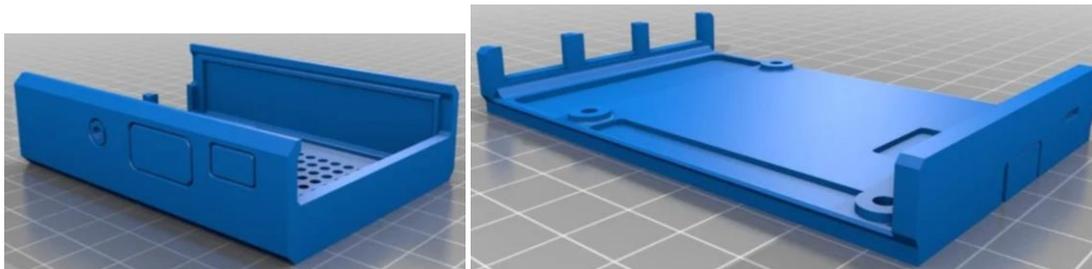


Bild 19: Beispiel 3. Die .stl-Dateien finden Sie hier: <https://www.thingiverse.com/thing:3454787>

Ein weiteres Beispiel kann hier gefunden werden: <https://www.stlfinder.com/model/raspberry-pi-23-case-compatible-with-pi-hats-9cK2tg7f/7742181/>

5.3. Tutorial 3. Prothese mit elektromyographischer Steuerung

Autoren: Davide Canepa, Emanuele Micheli, Michela Bogliol, Scuola di Robotica, Italien

A. Szenario

Diego ist ein 5-jähriger Junge. Er wurde mit dem Poland-Syndrom geboren, einer Krankheit, bei der normalerweise Menschen eine angeborene Aplasie und Syndaktylie haben. Normalerweise fehlt ein Teil einer Phalangen, Hand oder eines Arms. Diego hat die Hand und das Handgelenk, aber ihm fehlen Teile der Finger.

Diego liebt es, seinem Großvater bei der manuellen Arbeit zu helfen, Werkzeuge und Hammernägel zu benutzen, aber leider hat er große Probleme.

Wir versuchen Diego dabei zu helfen, mit den Werkzeugen mit seinem Großvater zusammenzuarbeiten.

B. Beschreibung

Prothesen müssen individuell entwickelt werden. Dazu wurden bereits große Gemeinschaften gegründet. Der größte Teil der Entwicklung von 3D-gedruckten Prothesen begann nach der Gründung der globalen Community e-NABLE. Diese Community hat sich zu einer weltweiten Bewegung von Bastlern, Ingenieuren, 3D-Druck-Enthusiasten, Ergotherapeuten, Universitätsprofessoren, Designern, Eltern, Familien, Künstlern, Studenten, Lehrern und Menschen entwickelt, die 3D-gedruckte Prothesen entwickelt haben.

Eine dieser bereits in der E-nable-Community entwickelten Prothesen kann verwendet werden, um Diegos Bedürfnissen zu genügen.

Zusätzlich zu dieser 3D-Prothese, um alles intelligenter zu machen, könnten Sensoren und programmierbare Platinen hinzugefügt werden, um eine erweiterte Prothese zu erstellen.

Zum Erstellen dieser Prothese benötigen Sie einen programmierbaren Schild und einen Muskelsensor, um die Aktivität eines Muskels zu erfassen, mit dem er verbunden ist. Die Elektromyographie ist die Methode zum Nachweis dieser Muskelaktivität.

Die Elektromyographie (EMG) basiert auf der Aufzeichnung der elektrischen Muskelaktivität. Normalerweise werden zur Erkennung dieser Aktivität zwei Arten von Elektroden verwendet: Nadelelektroden, invasiv; Oberflächenelektroden, nicht invasiv.

Die in diesem Lernprogramm verwendeten Elektroden sind Oberflächenelektroden und werden an bestimmten Stellen auf der Haut platziert, wie im nächsten Abschnitt in Schritt 4 dargestellt.

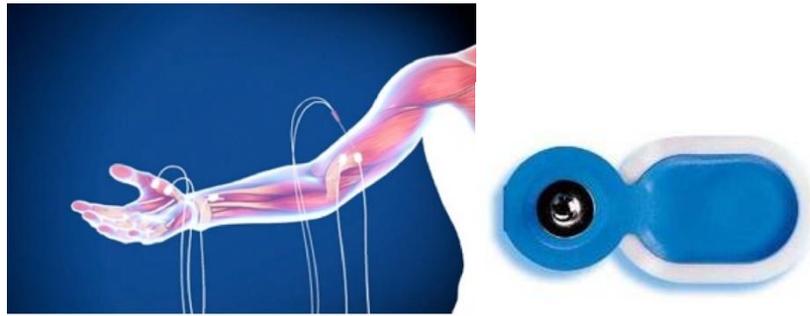


Bild 20: Elektroden

Die Kontraktion des Sarkomers erzeugt eine elektromagnetische Feldaktivität, deren Intensität die Muskelaktivität widerspiegelt.

Das Signal breitet sich durch Volumenleitung durch das Gewebe aus und ermöglicht seine Registrierung sowohl innerhalb des Muskels als auch auf der Haut.

In diesem Tutorial verwenden wir daher diese elektronische Komponente, die auf eine 3D-Prothese angewendet werden kann. Sie wurde von der E-nable-Community hergestellt und kann Belieben angepasst werden.

C. Erforderliche Materialien:

- 1x Arduino o. Ä.
- 1x USB-Kabel
- 1x Muskelsensor

Es wird empfohlen, eine zu verwenden, die über die dritte Referenzelektrode verfügt und das Gleichtakrauschen bereits beseitigt und daher die Messung der gefilterten und gleichgerichteten elektrischen Aktivität eines Muskels ermöglicht.

Ein Beispiel für einen Sensor, der gut funktioniert und eine gute Messung ohne Rauschen bietet, ist der **MyoWare-Muskelsensor** von **Sparkfun**.

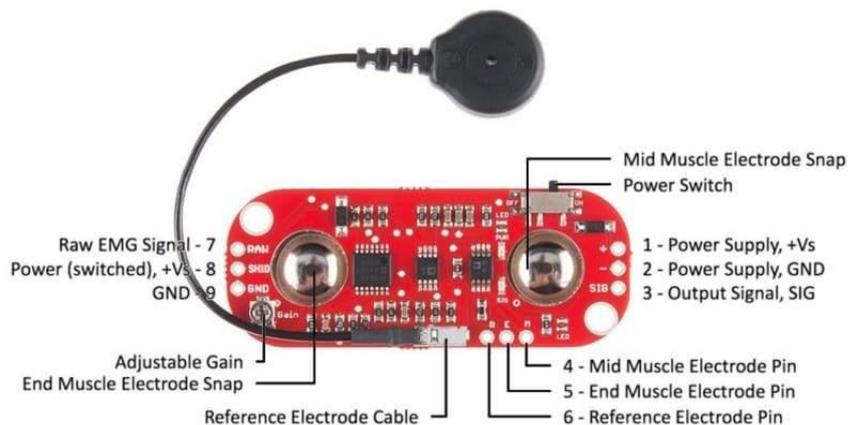


Bild 21: Sparkfun's MyoWare Muskelsensor

- Kinderelektroden mit Clips und Gel zum einmaligen Gebrauch
- 1x 9V Batterie
- 1x Servomotor

Es ist notwendig, eine zu verwenden, die eine 180 ° -Drehung hat. Wichtig ist, dass sie ein ziemlich hohes Drehmoment (2 / 3Kg) hat, damit sie alle Finger ziehen kann, um sie ohne Anstrengung zu schließen.

Beispiel für Funktionen:

1. Bearings 1
2. Drehmoment Kg*cm 3.5Kg (6Vdc)
3. Geschwindigkeit sec/60° 0.13 (6Vdc)
4. Gewicht 24.2 gr
5. Type Nylon Gears
6. Maße 27.9 x 11.4 x 29.2 mm

D. Schritte

Schritt 1. Mit 3D CAD Software (i.e Tinkercad, mit den Kenntnissen aus O1) erstellen Sie alle Teile der Prothese



Bild 22: 3D-Modelle der Teile der Phoenix-Hand

Schritt 2. Mit den gewonnenen Kenntnissen aus O1 bauen Sie die Prothese zusammen.

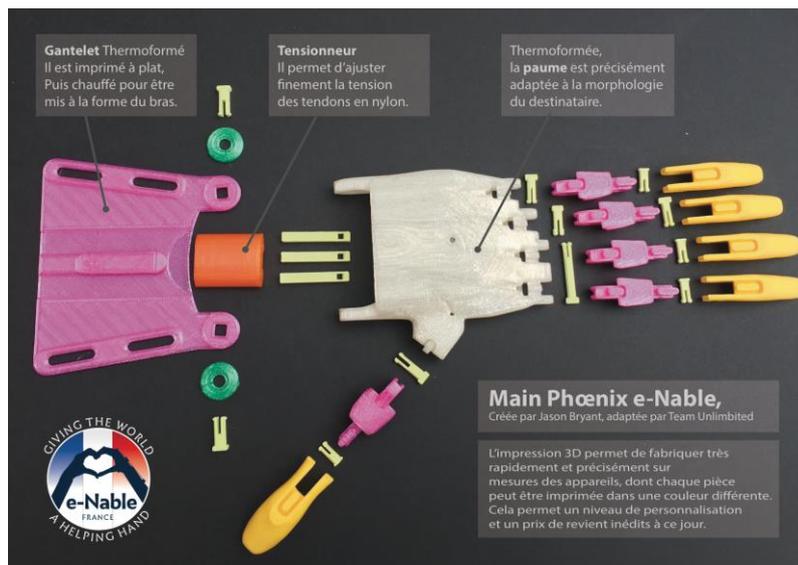


Bild 23: Zusammenbau der Phoenix-Hand

Folgen Sie diesem Video-Link: https://www.youtube.com/watch?v=Der_DD2_zps&feature=youtu.be

Schritt 3. Besorgen Sie sich alle notwendigen elektronischen Geräte.

Schritt 4. Verbinden Sie die Elektroden mit den Clips mit dem Muskelsensor. Platzieren Sie die Elektroden an folgenden Stellen auf der Haut:

- 2 Elektroden am Bizeps-Muskel (2 cm Entfernung zwischen jeder Elektrode)
- 1 Referenz-Elektrode am Ellbogen oder am kleinen Handwurzelknochen (Erbsenbein), wo es keine Muskelaktivität gibt

Schritt 5. Verbinden Sie den Arduino mit:

- dem Computer per USB-Kabel
- dem Muskelsensor
- dem Servomotor

Die herzustellenden Verbindungen sind unten gezeigt:



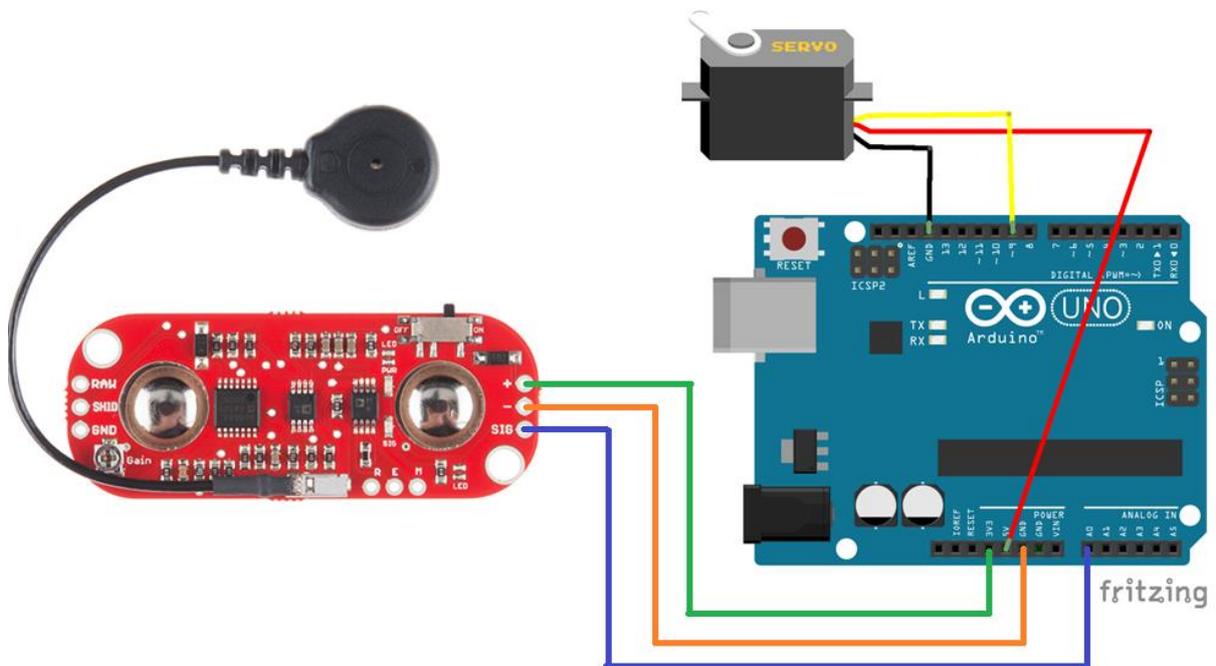


Bild 24: Erforderliche Verbindungen

Schritt.6 : Verbinden Sie den Servomotor mit allen Fingern der Prothese.

Die 5-Finger-Spanndrähte werden nicht an der Box am Handgelenk befestigt, sondern am Servomotor, insbesondere an den Propelleranschlüssen aus Kunststoff.

Der Servomotor wird dann auf das Handgelenk der Prothese gelegt, das bei der Bewegung der Beugung und Streckung des Handgelenks blockiert werden muss, da nun die Öffnungs- und Schließbewegung der Hand nicht mehr durch die Bewegung des Handgelenks angetrieben wird, sondern durch die Drehung des Servomotors.

Schritt 7. Beginnen Sie mit der Programmierung des Arduino-Boards.

Die Muskelsensorbibliothek muss in der Arduino IDE enthalten sein.

Ein Beispiel für einen Code zum Lesen des Muskelsignals und zum Aktivieren des Servos ist unten dargestellt.



```

#include <Servo.h>
Servo myservo;

int valori[15];
int sensorPin = A3; //sensore muscolare collegato ad A3
//int ledPin = 13;
int sensorValue = 0;

int somma=0;
float media=0;

int pos = 0;

void setup()
{
  myservo.attach(9); //servo collegato al pin 9
  //pinMode(led Pin, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  for(int i=0; i<15; i++)
  {
    valori[i] = analogRead(sensorPin); // leggo i valori rilevati dal sensore

    Serial.print("/");
    Serial.print(valori[i]); //stampo 20 valori rilevati dal sensore
  }

  for(int i=0; i<15; i++)
  {
    somma = somma + valori[i]; //sommo i 20 valori rilevati
  }

  media = somma / 15; // calcolo la media dei 20 valori

  Serial.print("---media=");
  Serial.println(media); //stampo la media

  // in base al valore della media, quindi a seconda se contraggo o meno il muscolo, si muove o meno il servo

  if (media>135)
  {
    myservo.write(180);
    delay(15);
  }

  else if(media<130)
  {
    myservo.write(0);
    delay(15);
  }

  somma=0;
  media=0;
}

```

Abhängig vom erkannten Wert wird der Servomotor gestartet oder nicht und folglich bewegt sich die Prothese.

Ändert die Muskelkontraktionsschwellenwerte, um die korrekte Aktivierung des Servomotors zu modulieren.

5.4. Tutorial 4. Intelligentes Blatt (Smart Leaf)

Autoren: Davide Canepa, Emanuele Micheli, Michela Bogliol, Scuola di Robotica, Italien

A. Szenario

Francesco ist ein 11-jähriger Junge mit einer Leidenschaft für Gartenarbeit. Jeden Tag pflanzt er neue Pflanzen, aber er hat ein Problem.

Er hat mehrmals versucht, eine Pflanze zu setzen, die eine bestimmte Temperatur und hohe Luftfeuchtigkeit benötigt. Nach einer Woche ist sie immer eingegangen.

Deshalb versuchen wir, ein Gerät herzustellen, das die Luftfeuchtigkeit im Boden, in dem die Pflanze gepflanzt wird, unter Kontrolle hält. Auf diese Weise hat Francesco eine bessere Chance, seine Pflanze durchzubringen.

B. Beschreibung

Heutzutage gibt es Geräte auf dem Markt, die folgendes messen können:

- Feuchtigkeit
- Temperatur
- Helligkeit

Diese Informationen werden an das Gerät des Benutzers gesendet, um den Status seiner Anlage oder des Bodens zu überprüfen, beispielsweise um festzustellen, ob diese bewässert werden muss.



Bild 25: Beispiele für Geräte, die Bodendaten erfassen

Ausgehend von diesen Beispielen versuchen wir, ein kostengünstiges Gerät zu bauen, das diese Informationen erkennt und den Wachstumsstatus der Pflanze am besten sicherstellt.

Die Parameter, die Sie überprüfen möchten, werden zuerst ausgewählt.

Dann wird ein Blatt gezeichnet, das mit einer 3D-CAD-Software in den Boden eingefügt wird, und schließlich wird es durch die Einbeziehung der elektronischen Komponenten ‚intelligent‘ gemacht.

Auf diese Weise können wir auf Francescos Bedürfnis reagieren und ihm erlauben, die Pflanze regelmäßig zu überprüfen, ohne dass sie stirbt.

C. Erforderliche Materialien:

- 1x Arduino o. ä.
- 1x USB-Kabel
- 1x Feuchtigkeitssensor
- 1 LED
- 1x 9V Batterie
- Eine Test-Pflanze

D. Schritte

Schritt 1. Unter Verwendung einer 3D-CAD-Software (d. H. Tinkercad, in O1 gewonnene Kenntnisse) entwerfen Sie ein Blatt. Ein Beispiel ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Nach dem Erstellen des Modells, kann es mit dem 3D-Drucker gedruckt werden. Bei der Gestaltung des Blattes muss Platz für die Batterie, die Arduino-Platine und den Feuchtigkeitssensor vorhanden sein.

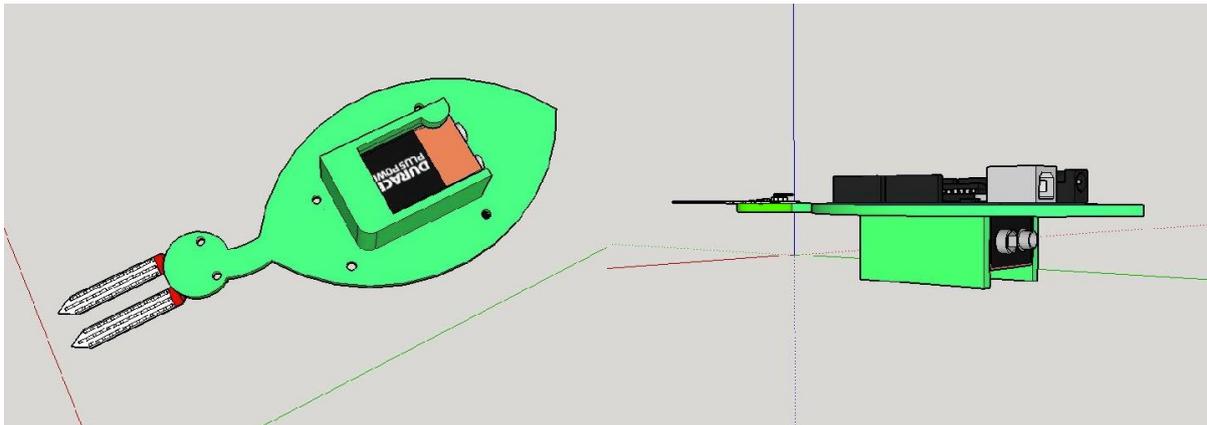


Bild 26: Beispiel eines 3D-Blatt-Modells

Schritt 2. Folgende Eigenschaften muss der Feuchtigkeitssensor besitzen:

- 5 V
- Analogsensor (0-1023)
- Einfache Verbindung

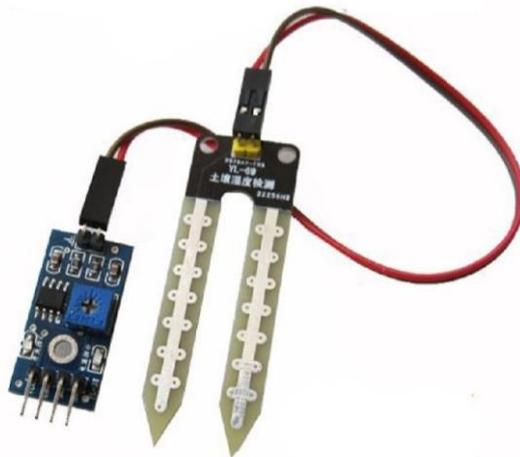


Bild 27: Beispiel eines Feuchtigkeitssensors

Schritt 3. Schließen Sie die Arduino-Karte wie in der folgenden Abbildung gezeigt an den Sensor an, wo auch eine mögliche Leiterplatte vorhanden ist.

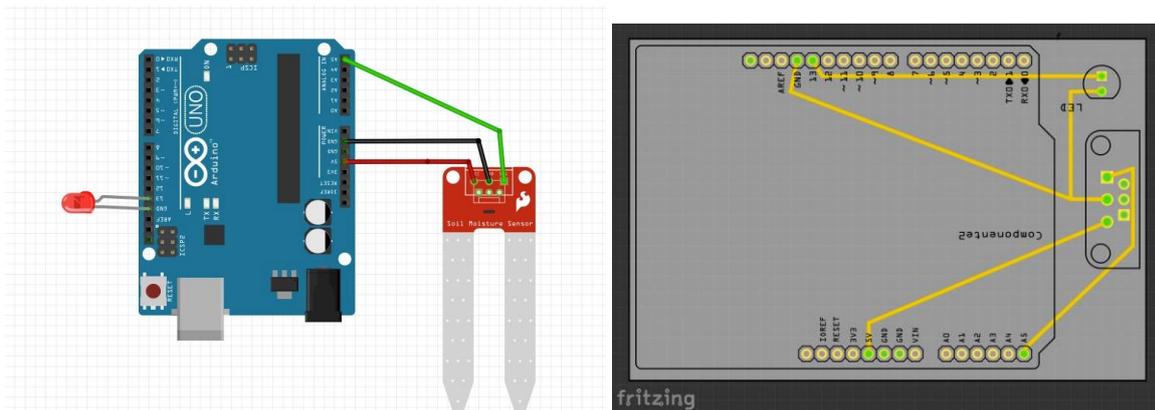


Bild 28: Erforderliche Verbindungen

Schritt 4. Verbinden Sie den Arduino per USB-Kabel mit dem Computer.

Gehen Sie zur Programmierung der Arduino-Karte über die Arduino-IDE, mit der Sie Arduino mit der Programmiersprache C ++ programmieren können. Ein Beispiel ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

```
int PinLed = 13; //led di allarme manca acqua
int PinSensore= A5;
int valSensore=0;

void setup()
{
  pinMode(PinLed, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  valSensore = analogRead(PinSensore);
  Serial.print("Umidita = " );
  Serial.println(valSensore);

  if (valSensore < 300)
  {
    digitalWrite(PinLed, HIGH);
    delay(500);
    digitalWrite(PinLed, LOW);
    delay(500);
  }
}
```

Schritt 5. Bauen Sie alle Komponenten zusammen: das 3D-Blatt und Elektronik

Schritt 6. Testen Sie die Funktionalität des intelligenten Blattes in einer Anlage

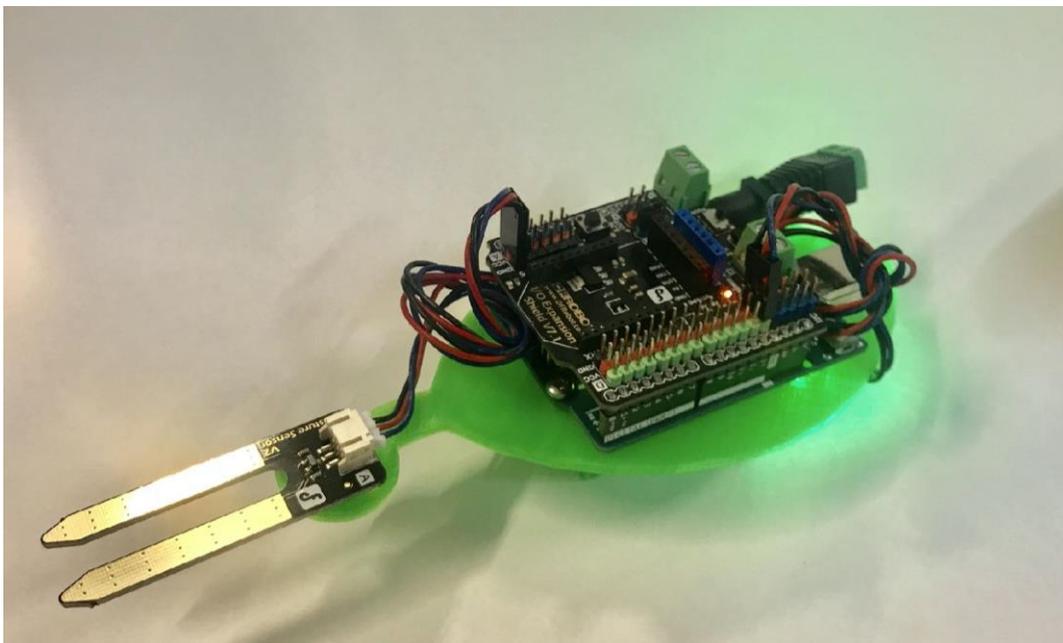


Bild 29: Fertiges Gerät

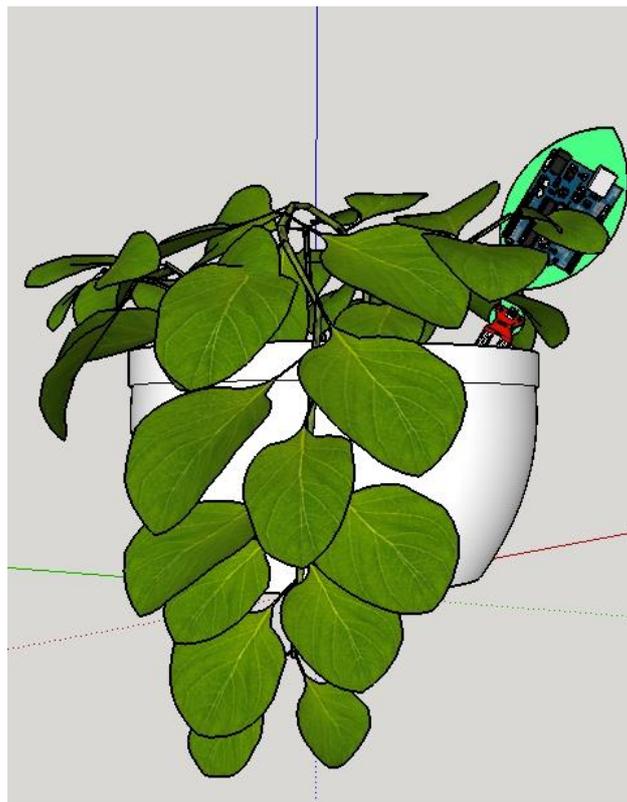


Bild 30: Nutzungsmöglichkeit

5.5. Tutorial 5: Visualisierung von Emotionen durch elektrodermale Aktivität

Autor: Thomas Jörg, Johannes-Kepler-Gymnasium Weil der Stadt, Deutschland

A. Szenario

Audrey und Brian wollen diskutieren.

Audrey und Brian wollen den nächsten Klassenausflug in der Schule besprechen. Jeder hat eine genaue Vorstellung davon, wo es am aufregendsten und am schönsten ist. Das Problem dabei ist, dass die Diskussion schnell hitzig und emotional wird und was man in solchen Situationen übersehen könnte: den anderen mit nachlässigen Worten zu beleidigen und so die Diskussion zu zerstören.

Um eine solche Situation zu vermeiden, beschließen sie, die Gefühle des anderen mit Hilfe eines elektronischen Geräts sichtbar zu machen. Ein Gerät, das über Körperreaktionen wie Schweiß auf der Haut einen guten Rückschluss auf die aktuelle emotionale Welt des Trägers ermöglicht. Dadurch können Audrey und Brian früh genug wissen, ob sie ihre Worte mit Bedacht gewählt haben oder ihren Partner verletzen.

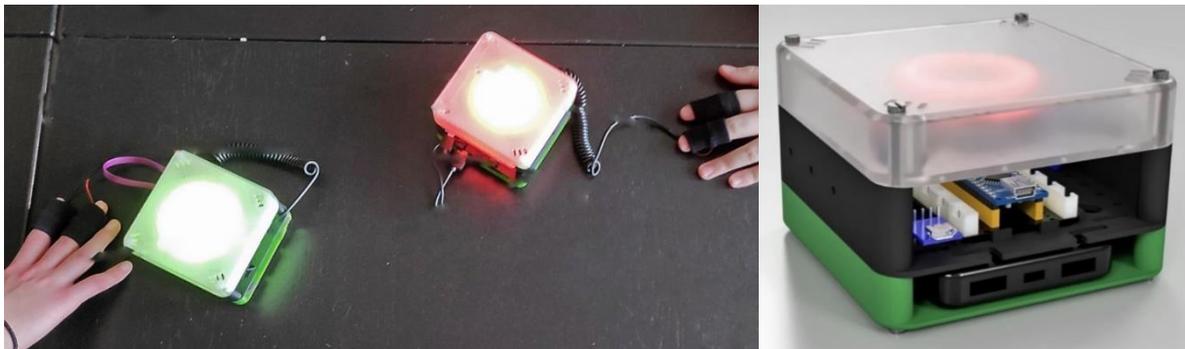


Bild 31: EDA Cube

B. Beschreibung

Der EDA Cube ist ein einfaches elektronisches Instrument, mit dem die Hautreaktionen einer Person wie bei einem Lügendetektor gemessen werden können. Wenn Sie die biologischen oder physiologischen Zusammenhänge kennen, kann man von der Hautreaktion des Trägers auf den emotionalen Erregungszustand Rückschlüsse führen. Der Wikipedia-Artikel über elektrodermale Aktivität gibt einen guten ersten Einblick: https://en.wikipedia.org/wiki/Electrodermal_activity

C. Erforderliche Materialien

Um das Gerät zu bauen, benötigen Sie einige elektronische Komponenten. Alle Teile sind an einen Arduino Nano-Mikroprozessor angeschlossen:

- Arduino Nano
- Seeed Studio Grove Nano Shield
- Adafruit RGB-LED-Ring
- Seeed Studio Grove GSR Sensor
- Seeed Studio Grove Kabel
- [Möglicherweise zwei ZigBee-Module oder zwei Wemos D1 Mini für die drahtlose Verbindung](#)

- Möglicherweise schraubt ein 3D-gedrucktes Gehäuse mit M3-Schrauben und Nylon-Sechskantabstandshaltern

OBLIGATORISCH: Eine externe Stromversorgung mit maximal 7,4 Volt.

NIEMALS Personen mit 230 V (oder 110 V) versorgen

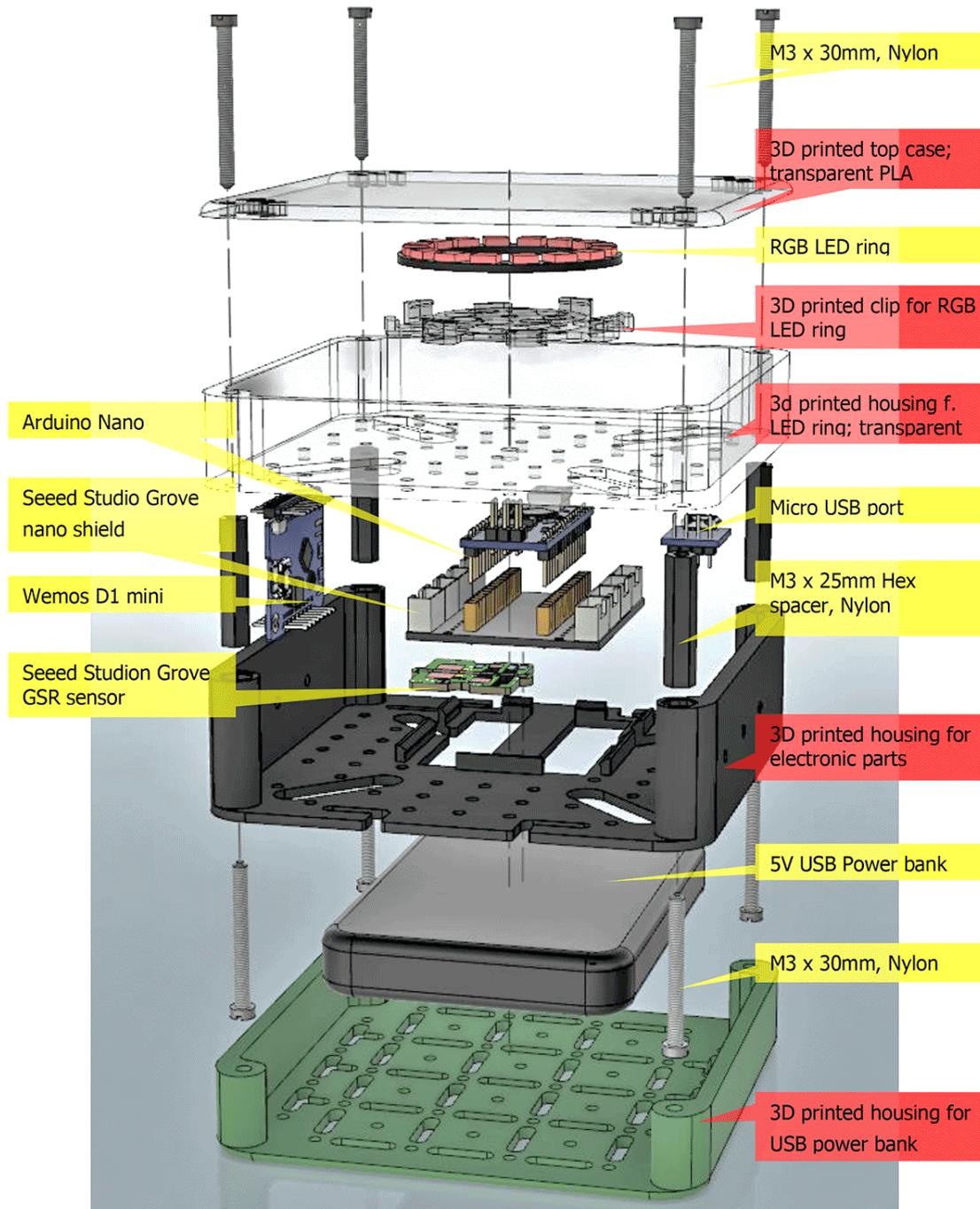


Bild 32: Zusammenbau des EDA Cube

D. Arduino-Programmierung

```
#include <Adafruit_NeoPixel.h>
#define NEOPIXELPIN 6
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial Serial_45(4, 5);
```

```
Adafruit_NeoPixel pixels(16, NEOPIXELPIN, NEO_RGBW + NEO_KHZ800);
const int GSR = A6;
long sum = 0;
int gsr_average, sensorValue, r, g, gsr_alt, delta = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial_45.begin(9600);
  pixels.begin();
  pixels.clear();
}

void loop() {
  pixels.clear();
  sum = 0;
  for (int i = 0; i < 20; i++)
  {
    sensorValue = analogRead(GSR);
    sum += sensorValue;
    delay(5);
  }
  gsr_average = sum / 10;
  delta = abs(gsr_average - gsr_alt);
  delta = constrain(delta, 0, 255);
  gsr_alt = gsr_average;
  Serial.println(gsr_average);
  Serial_45.println(gsr_average);
  r = 255 - (int) ((gsr_average - 600) / 3.125);
  g = (int) ((gsr_average - 600) / 3.125);
  for (int i = 0; i < 16; i++) {
    pixels.setPixelColor(i, pixels.Color(g, r, 0, delta));
  }
  pixels.show();
  delay(10);
}
```

E. Testen des Gerätes

Um die Wirkungsweise des Gerätes zu testen, können sich Audrey und Brian in verschiedene emotional aufregende Situationen versetzen und sich an das Gerät und ihre eigenen Körperreaktionen gewöhnen. Wie man zum Beispiel reagiert, wenn...

1. ... der Lehrer Brian eindringlich anschaut und droht, den letzten Wortschatz abzufragen?
2. ... man einen kurzen Film über eine Achterbahnfahrt anschaut?
3. ... man seine Lieblingsmusik hört?

Ein mögliches Szenario zum Testen Ihrer eigenen Reaktion könnte auch so aussehen:

Audrey erhält eine geheime Nachricht von Zoe und muss diese Nachricht so lange wie möglich geheim halten, zum Beispiel wenn etwas im Klassenzimmer versteckt ist. Brians Aufgabe ist es, Audrey zu befragen, bis er die Antwort weiß. Dabei muss er versuchen, mit Hilfe des FDFA-Würfels herauszufinden, ob Audrey lügt oder etwas versteckt.

F. Verwendung des Gerätes

Die Programmierung kann für den jeweiligen Träger weiter verfeinert werden. Die Erfahrung zeigt, dass jeder Mensch auf andere Weise reagiert. Der eine ist aufgeregter, der andere eher gelassen. Es gibt Menschen mit höherer Hautfeuchtigkeit und Menschen mit trockener Haut. Daher ist der oben gezeigte Quellcode nur ein Beispiel. Eine andere Möglichkeit wäre, die Antwort des Benutzers mit Funk an einen Computer zu senden, aufzuzeichnen und über einen längeren Zeitraum auszuwerten. Hier stößt man jedoch schnell an die Grenzen des Datenschutzes: Wie weit kann man mit der Überwachung unbewusster emotionaler Reaktionen gehen? Was ist ethisch noch akzeptabel und wo liegt die Grenze?

5.6. Tutorial 6: Drahtlose Kommunikation mit Calliope Mini

Autor: Thomas Jörg, Johannes-Kepler-Gymnasium Weil der Stadt, Deutschland

A. Szenario

Informatikunterricht kann manchmal sehr langweilig sein. Wer möchte sich alle möglichen Codierungen merken? Deshalb machten sich Alice und Benny daran, sich heimlich Nachrichten zu senden. Und als talentierter Informatikstudent verwendet er keine Papierbriefe, sondern die beiden Mikrocontroller, die er aus der Schule bekommen hat und beherrscht glücklicherweise die Kunst der drahtlosen Bluetooth-Kommunikation! 😊

B. Beschreibung

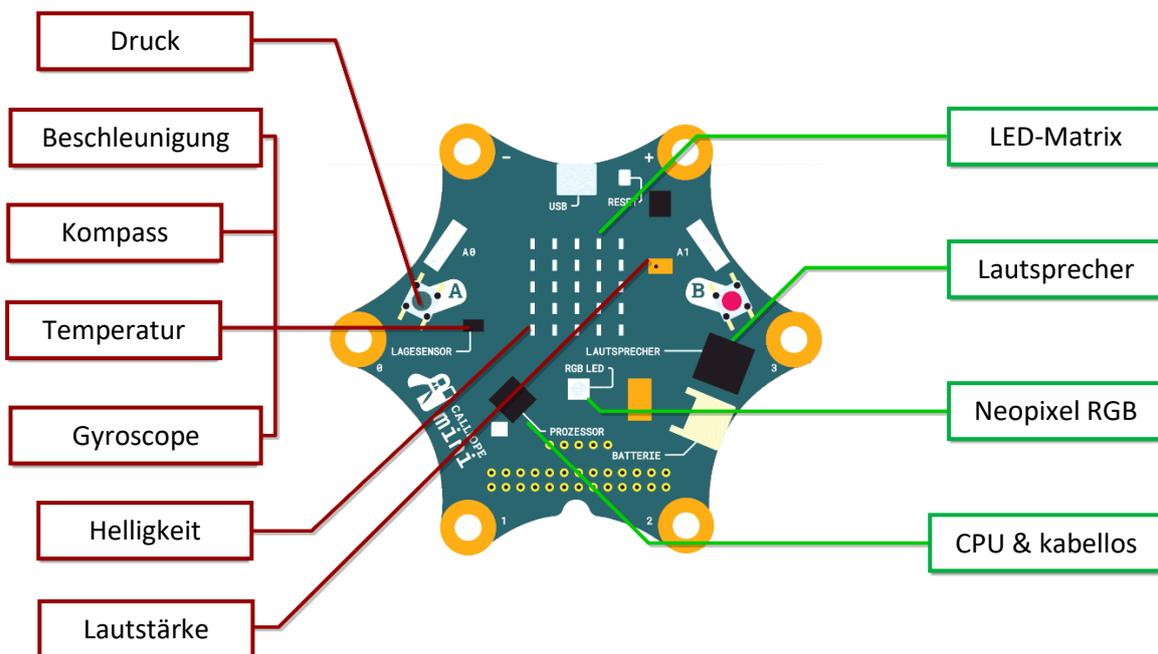


Bild 33: Calliope Funktionen

Calliope ist ein sogenannter Single-Board-Computer, der für den ersten Kontakt junger Schüler mit digitaler Technologie entwickelt wurde. Es enthält einen ARM Cortex-Prozessor auf einer gemeinsamen Karte, der verschiedene Aktoren und Sensoren verbindet und programmierbar macht.

Calliope kann kinderfreundlich mit einer grafischen Programmiersprache "Makecode" programmiert werden, ähnlich dem Micro: Bit, denn: Calliope kann als Weiterentwicklung oder Erweiterung des Micro: Bit angesehen werden.

1. Die Kommunikation zwischen zwei Calliope-Karten funktioniert über Bluetooth 4.0 mit einem mit BLE ausgestatteten ARM-Cortex M3-Chip.
2. Die Kommunikation zwischen Calliope und dem Computer erfolgt über eine serielle Schnittstelle mit einer Baudrate von 115200.

C. Erforderliche Materialien

Die folgenden Utensilien werden benötigt, um die Experimente durchzuführen:

1. Zwei Calliope Mini
2. Zwei PCs mit Internetverbindung
3. Zwei Micro-USB-Kabel, um Calliope u. PC zu verbinden
4. Die Software "Makecode" zum Programmieren
5. Die Software "CoolTerm" für die serielle Verbindung



D. Schritte

Schritt 1: Programm für die Kommunikation mit dem PC

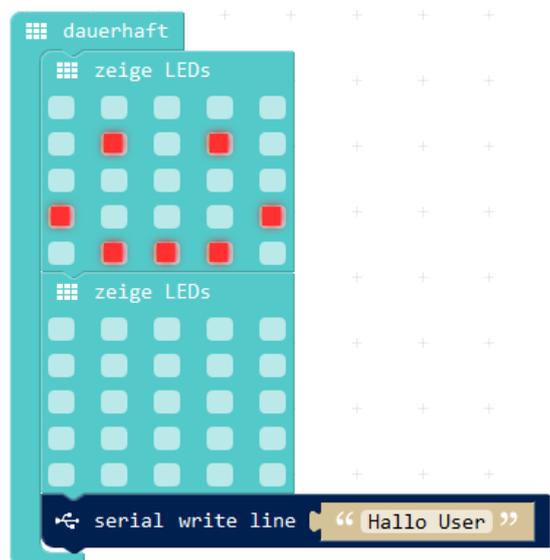


Bild 34: Erstes Programm auf Calliope

Wir wollen ausprobieren, ob wir mit Calliope sprechen können. Im Browser geben wir das folgende erste Programm ein.

Dieses Programm sendet über das USB-Verbindungskabel (**eine sogenannte serielle Verbindung**) eine Nachricht an unseren Computer. Mit dem kleinen Programm CoolTermWin können wir diese Nachricht lesen, wie im nächsten Abschnitt beschrieben.

Schritt 2: Lesen der seriellen Nachricht mit dem PC / CoolTermWin

Wenn die **Calliope** Nachrichten sendet, starten wir in **CoolTerm**. Dort schauen wir in die "Optionen" und klicken: "**Re-scan serial ports**". **Wichtig: Baudrate bei 115200!**

Stellen Sie den richtigen COM-Anschluss ein (falls er nicht selbst gefunden wurde) und klicken Sie auf „**OK**“. Dann versuchen Sie eine Verbindung herzustellen, indem Sie auf "**Connect**" klicken.

Wenn dies nicht funktioniert, trennen wir die Verbindung mit „Disconnect“, kehren zu den Optionen zurück und probieren den nächsten COM-Port aus. Wenn es funktioniert hat, können Sie im Nachrichtenfenster von CoolTerm Folgendes sehen:

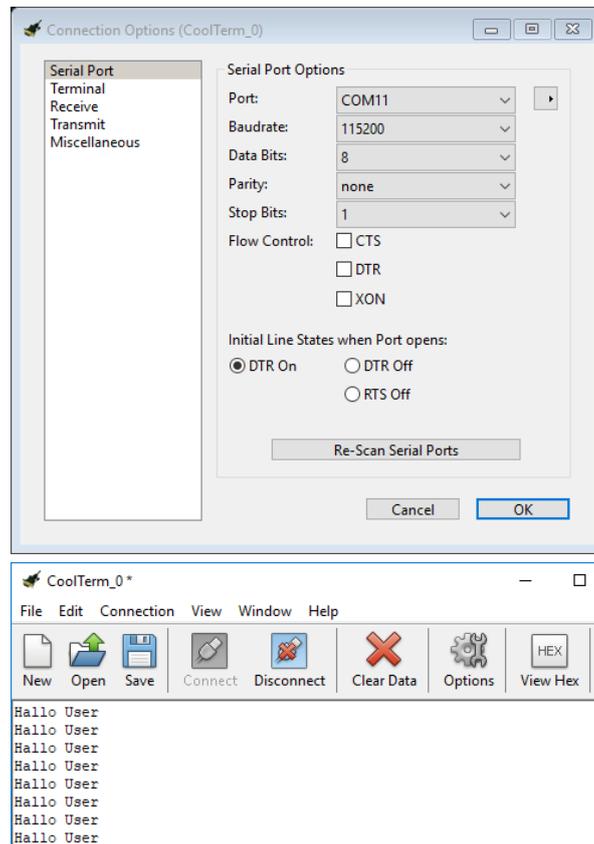


Bild 35: Das Nachrichtenfenster von CoolTerm

Schritt 3: Einige einfache Programme zum Einstieg

I) Wenn Sie einen Knopf drücken, erscheint ein anderes Smiley-Gesicht:



Bild 36: Beispiele von einfachen Programmen zum Einstieg

II) Lautstärke messen: Wenn die Lautstärke zu hoch ist, leuchtet die LED rot. Die Messwerte werden über Coolterm ausgegeben:

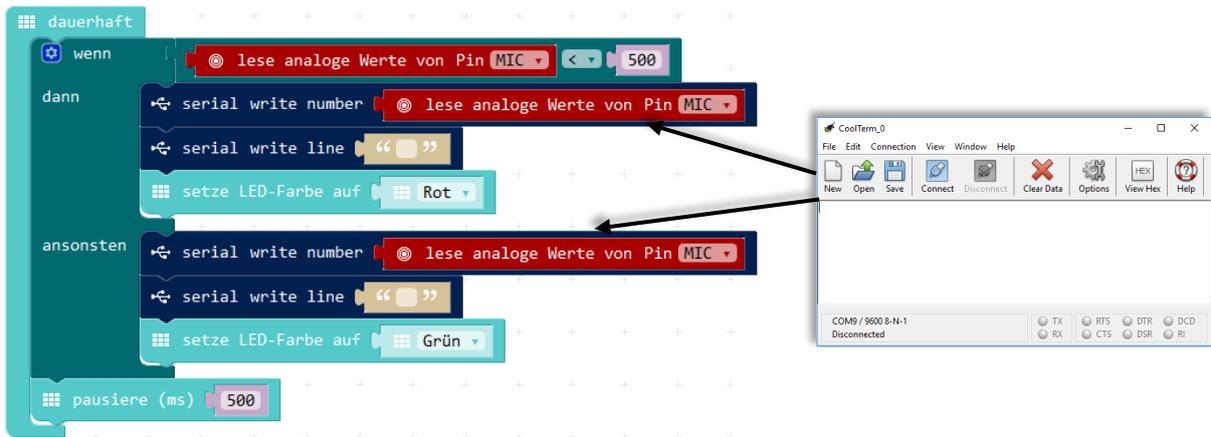


Bild 37: Lautstärkemessung

III) Eine Wasserskala: Wenn die Neigung nicht genau horizontal ist, ist das Smiley-Gesicht unglücklich. Die Werte werden erneut über Coolterm ausgegeben:

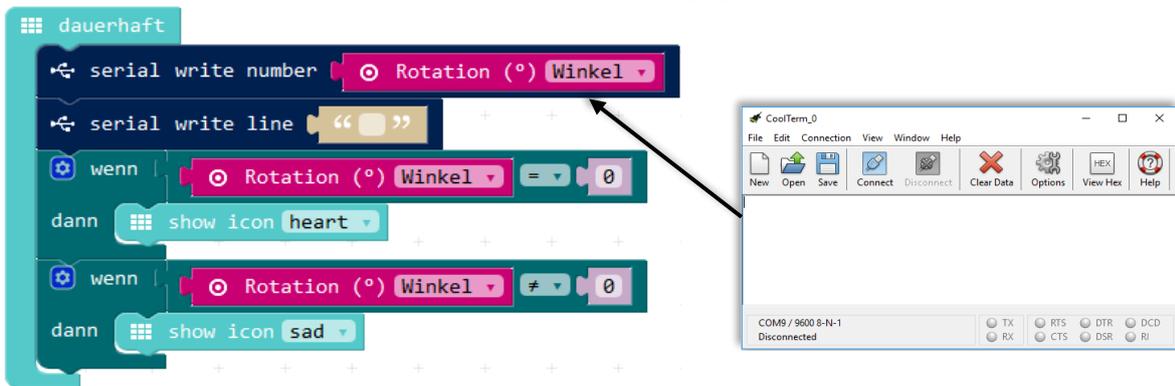


Bild 38: Eine Wasserskala

Schritt 4: Drahtlose Verbindung

Sobald wir diese ersten Übungen erfolgreich abgeschlossen haben, können wir die Funkverbindung nutzen. Auf beiden Calliope läuft das gleiche Programm (für wirklich geheime Nachrichten lassen Sie natürlich den Steuertone weg):

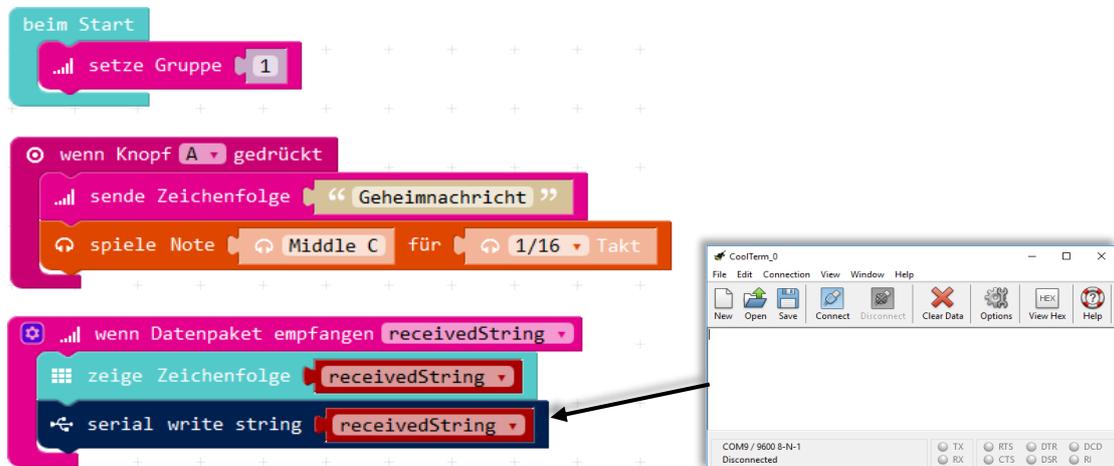


Bild 39: Drahtlose Verbindung

Schritt 5:

Und wenn uns das alles zu langweilig geworden ist, können wir mit Calliope auch ständig per Funk über viele verschiedene Sensorwerte informiert werden. Und fast wird die Calliope zu einer Wetterstation, die ihre Messwerte an eine zweite Calliope sendet

Sender:

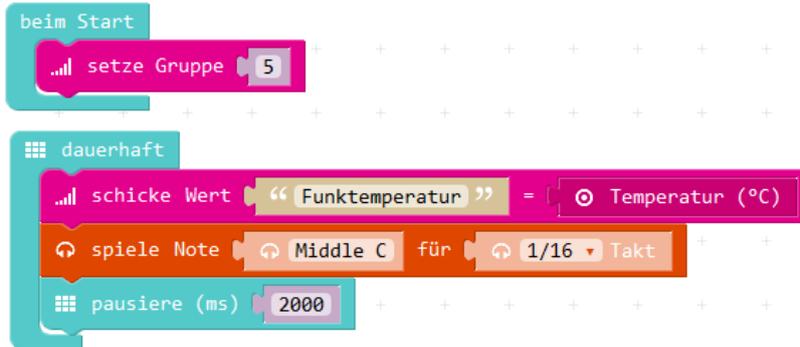


Bild 40: Calliope - Code des Senders

Empfänger:

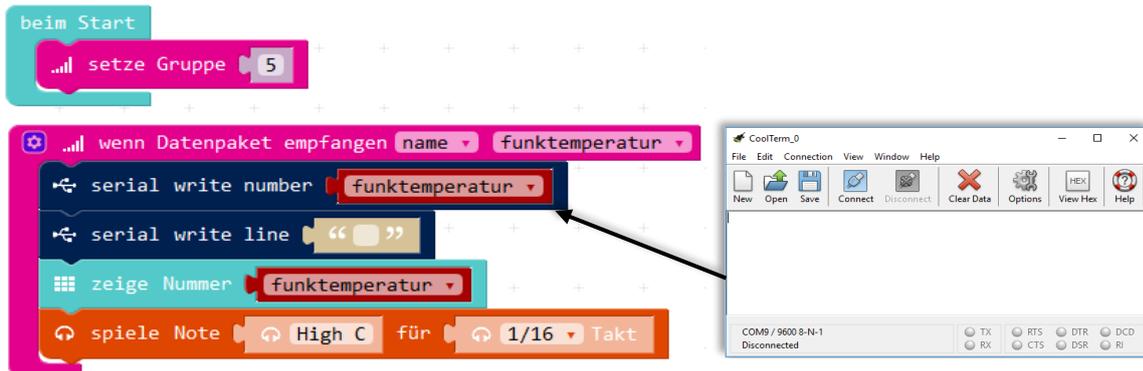


Bild 41: Calliope- Code des Empfängers



6.

Bibliographie

- Alfrey, J. (2019, June). *6 Keys to Choosing Between Wi-Fi or a Hub for Connecting Your Devices*. Retrieved January 2020, from Residential Tech Today: <https://restechtoday.com/choosing-between-wifi-or-a-hub/>
- Alimisis, D. (2013). Educational Robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63-71.
- Aqeel-ur-Rehman, Kashif, M., & Ahmed, B. (2013). Communication Technology That Suits IoT – A Critical Review. In F. Shaikh, B. Chowdhry, H. Ammari, M. Uqaili, & A. Shah (Eds.), *Wireless Sensor Networks for Developing Countries. WSN4DC 2013. Communications in Computer and Information Science* (Vol. 366). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Berry, R., Bull, G., Browning, C., Thomas, C., Starkweather, G., & Aylor, J. (2010). Use of digital fabrication to incorporate engineering design principles in elementary mathematics education. *Contemp. Issues Technol. Teach. Educ*, 10, 167–172. Retrieved from <https://www.learntechlib.org/p/35289/>
- Blikstein, P. (2013). Digital Fabrication and 'Making'. In J. Walter-Herrmann, & C. Büching (Eds.), *Education: The Democratization of Invention. FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors*. Bielefeld: Transcript Publishers.
- Burgess, M. (2018, February). *What is the Internet of Things?* Retrieved 2020, from WIRED: <https://www.wired.co.uk/article/internet-of-things-what-is-explained-iot>
- Chery, D., Mburu, S., Ward, J., & Fontecchio, A. (2015). Integration of the arts and technology in GK-12 science courses. *Frontiers in Education (FIE) Conference*. El Paso, TX, USA: IEEE.
- Codomo. (2017, August 21). *Micro:Bit vs Calliope Mini*. Retrieved July 2020, from Codomo: <https://medium.com/codomo/micro-bit-vs-calliope-mini-160015182c41>
- Constine, J. (2020, March). *Immutouch wristband buzzes to stop you touching your face*. Retrieved from TechCrunch: <https://techcrunch.com/2020/03/09/dont-immutouch/>
- Cook, K., Bush, E., & Cox, R. (2015). Creating a prosthetic hand: 3D printers innovate and inspire and maker movement. *Science and Children*, 80-86.
- DataFlair. (2018, September). *IoT Technology & Protocols – 7 Important IoT Communication Protocols*. Retrieved from DataFlair: <https://data-flair.training/blogs/iot-technology/>
- Dumond, D., Glassner, S., Holmes, A., Petty, D., Awiszus, T., Bicks, W., & Monagle, R. (2014). Pay it Forward: Getting 3D Printers Into Schools. *2014 IEEE Integrated STEM Education Conference*. Princeton, NJ, USA: IEEE. Retrieved from <https://ieeexplore.ieee.org/document/6891015>
- European Commission. (n.d.). *Horizon 2020 Programme*. Retrieved from <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/science-and-society>
- Ferron, E. (2019, November). *What is Z-Wave?* Retrieved January 2020, from Safety.com.
- Ford, S., & Minshall, T. (2019). Invited review article: Where and how 3D printing is used in teaching and education. *Additive Manufacturing*, 25, 131-150.
- Holbrook, J. (2011). *PROFILES Guidebook for CPD Providers: The PROFILES Concept*. Estonia, Tartu: UTARTU.

- Holbrook, J., & Rannikmäe, M. (2007). Nature of Science Education for Enhancing Scientific Literacy. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1347-1362.
- Horowitz, S., & Schultz, P. (2014). Printing space: using 3D printing of digital terrain models in geosciences education and research. *J. Geosci. Educ.*, 62, 138–145. Retrieved from <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.5408/13-031.1>
- Jacobs, S., Schull, J., White, P., Lehrer, R., Vishwakarma, A., & Bertucci, A. (2016). e-NABLING education: curricula and models for teaching students to print Hands. *2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1-4). Erie, PA, USA: IEEE. doi:10.1109/FIE.2016.7757460
- Kastrenakes, J. (2019, December). *Z-Wave is making a huge change so it doesn't get left behind in the smart home wars*. Retrieved January 2020, from The Verge: <https://www.theverge.com/2019/12/19/21029661/zwave-open-standard-radios-smart-home-multiple-vendors-silicon-labs>
- Knowles, B., Beck, S., Finney, J., Devine, J., & Lindley, J. (2019). A Scenario-Based Methodology for Exploring Risks: Children and Programmable IoT. *DIS '19: Proceedings of the 2019 on Designing Interactive Systems Conference* (pp. 751-761). San Diego: ACM. Retrieved from <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3322276.3322315>
- Macharla, M. (2018, December). *Commonly used Sensors in the Internet of Things (IoT) devices and their application*. Retrieved January 2020, from IoT4beginners: <https://iot4beginners.com/commonly-used-sensors-in-the-internet-of-things-iot-devices-and-their-application/>
- Mahil, S. (2016). Fostering STEM+ education: Improve design thinking skills. *2016 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 125-129). Abu Dhabi: IEEE. doi:10.1109/EDUCON.2016.7474542
- MakerBot. (n.d.). *The Top 5 Benefits of 3D printing in education*. Retrieved June 2020, from <https://www.makerbot.com/>: <https://www.makerbot.com/stories/3d-printing-education/5-benefits-of-3d-printing/>
- Makino, M., Suzuki, K., Takamatsu, K., Shiratori, A., Saito, A., Sakai, K., & Furukawa, H. (2018). 3D printing of police whistles for STEM education. *Microsystem Technologies*, 24, 745–748. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s00542-017-3393-x>
- McClelland, C. (2019, May). *What Is IoT? – A Simple Explanation of the Internet of Things*. Retrieved from IoT for all: <https://www.iotforall.com/what-is-iot-simple-explanation/>
- Noor, N., Jamaludin, A. A., Azizan, A., Abas, H., Kamardin, K., & Yakub, M. (2018). Arduino vs Raspberry Pi vs Micro Bit: Platforms for Fast IoT Systems Prototyping. *Open International Journal of Informatics (OIJI)*, 6(1). Retrieved from https://www.academia.edu/41579612/Arduino_vs_Raspberry_Pi_vs_Micro_Bit_Platforms_for_Fast_IoT_Systems_Prototyping
- Papert, S., & Harel, I. (1991). *Constructionism*. NY: Ablex Publishing Corporation.
- Pretty, B. (2018). *Wi-Fi, Zigbee, and Z-Wave: What's the difference?* Retrieved January 2020, from mysa: <https://getmysa.com/blog/home-automation/wifi-zigbee-zwave/>

- Rocard, M., Cesrmley, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Herniksson, H., & Hemmo, V. (2007). *Science education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels, Belgium: Office for Official Publications of the European Communities. Retrieved from http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
- Roscoe, J., Fearn, S., & Posey, E. (2014). Teaching computational thinking by playing games and building robots. *2014 International Conference on Interactive Technologies and Games*. Nottingham, UK : IEEE.
- Schon, S., Ebner, M., & Kumar, S. (2014). The Maker Movement Implications from modern fabrication, new digital gadgets, and hacking for creative learning and teaching. *Laia Canals, P.A.U. Education (Ed.) eLearning Papers Special edition*, 86-100.
- Stables, J. (2019, December). *Zigbee explained: Super-charged tech powering your smart home devices*. Retrieved January 2020, from The Ambient: <https://www.the-ambient.com/guides/zigbee-devices-complete-guide-277>
- Suduc, A. M., Bîzoi, M., & Gorghiu, G. (2018). A Survey on IoT in Education. *Revista Românească pentru Educație Multidimensională*, 10(3), 103-111.
- Tillman, M., & Hall, C. (2019, October). *What is Zigbee and why is it important for your smart home?* Retrieved January 2020, from Pocket-lint: <https://www.pocket-lint.com/smart-home/news/129857-what-is-zigbee-and-why-is-it-important-for-your-smart-home>
- Trna, J., Trnova, E., & Sibor, J. (2012). Implementation of Inquiry-Based Science Education in Science Teacher Training. *Journal of Educational and Instructional Studies in the World*, 2(4), 199-209.
- Turner, R. (2008). Why We Teach School Science, and Why Knowing Why Matters. *Keynote Address to the CRYSTAL Atlantique Annual Colloquium, Fredericton, New Brunswick, Canada*.
- Tytler, R. (2007). *Australian Education Review: Re-imagining Science Education Engaging Students in Science for Australia's Future*. Victoria, Australia: ACER Press.
- Z-Wave Alliance. (2020). *About Z-Wave Technology*. Retrieved January 2020, from Z Wave Alliance: https://z-wavealliance.org/about_z-wave_technology/