

# Informatik

## GESCHICHTE DES COMPUTERS

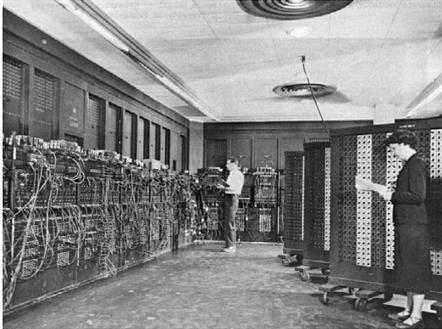


Abb. 151 | Der ENIAC auf einem Bild der US-Armee

### Aufgabenstellung

Informiert euch im Internet (z. B. auf Wikipedia) über die binäre Addition und Subtraktion. Rechnet wie ein Computer und stellt euch gegenseitig Aufgaben.

### WELTVERÄNDERNDE ZIFFERN

Die Erfindung des 01000001 01101111 01101101 01110000 01110101 01110100 01100101 01110010 01110011 (binär für «Computer») veränderte das tägliche Leben wie kaum eine andere Erfindung.

Im 17. Jahrhundert suchte man einen Weg, mathematische Berechnungen von einer Maschine erledigen zu lassen. Doch die technische Umsetzung des Dezimalsystems (0–9) erwies sich als kompliziert. 1623 erfand Wilhelm Schickard die erste Rechenmaschine, die sechsstelligen Zahlen addieren und subtrahieren konnte. Mithilfe verschiedener Zahnräder konnten die Zahlen eingestellt und berechnet werden. Auch die späteren Rechenmaschinen von Pascal oder Leibniz nutzten Zahnräder. Doch sie stiessen bald einmal an ihre Leistungsgrenzen.

Im Jahr 1703 erfand Leibniz das Dualsystem, das mit zwei Ziffern (0 und 1) auskommt. Die Vereinfachung des Zahlensystems löste viele der technischen Probleme. Die Maschinen mussten nur noch zwei Zustände, «an» und «aus», kennen. Ein einfacher Schalter genügte.

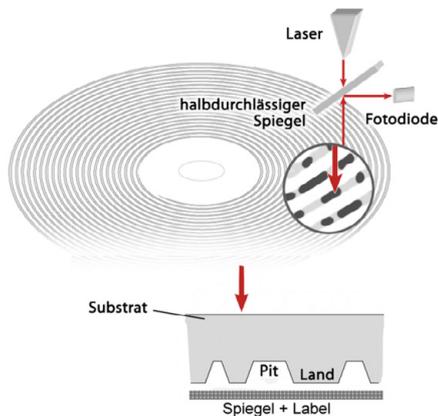
1946 entstand der erste leistungsfähige Computer – der ENIAC (John Presper Eckert und John Mauchly). Dieser Computer war für heutige Verhältnisse riesig und füllte ganze Räume. Auch die Umprogrammierung gestaltete sich als schwierig. Wollte man mit dem ENIAC eine neue Berechnung durchführen, mussten Hunderte von Steckern umgestöpselt werden. Dieses «Umprogrammieren» konnte Tage dauern. Dies erkannten auch Mauchly und Eckert und entwickelten die Idee des EDVAC, der als erster Computer Anweisungen elektronisch speichern sollte.

Mauchly und Eckert hätten damit die Grundlage für alle modernen Computer gelegt – hätten, denn Maurice Wilkes kam ihnen zuvor. Er übernahm die Idee der beiden, und es gelang ihm vor dem US-Team, nämlich 1949, den ersten Computer mit einem Programmspeicher zu bauen. Es folgte die Entwicklung immer neuer und schnellerer Computer. Doch ein Nachteil aller Röhrencomputer bestand darin, dass die Röhren gross waren und sehr heiss wurden. Erst die Erfindung des Transistors durch William Shockley verhalf dem Computer zum endgültigen Siegeszug.

## COMPACT DISC – CD



**Abb. 152** | Bereits 1984 wurden in Deutschland 3 Millionen Audio-CDs verkauft. Den Höhepunkt erreichte die CD im Jahr 2001: 134 Millionen verkaufte CDs. Seither haben die Verkaufszahlen wieder abgenommen. 2011 wurden noch 97 Millionen CDs verkauft.



**Abb. 153** | Auslesevorgang bei einer CD. Das Licht trifft auf die Pits und Lands und wird entsprechend reflektiert.

### Aufgabenstellung

Die Verkaufszahlen von Audio-CDs nehmen weltweit ab. Sucht nach Gründen dafür.

### EINE KOMPAKTE SCHEIBE EROBERT DIE WELT

In den 1970er-Jahren wurde an der digitalen Audioaufzeichnung geforscht. Einen ersten Prototyp brachte 1977 die Firma Sony auf den Markt. Zur gleichen Zeit arbeitete die Firma Philips an der optischen Aufzeichnung von Bildsignalen. Die beiden Unternehmen planten ursprünglich einen neuen Datenträger (Laserdisc) mit der Grösse von 30 cm – ähnlich der damals üblichen Schallplatte. Da der Durchmesser beim neuen Verfahren für die Spieldauer entscheidend war, hätte sich bei Audiodateien eine Kapazität von 13 Stunden und 20 Minuten ergeben. Den Unternehmen war klar, dass die Musikindustrie kein Interesse daran hatte, auf einem Datenträger so viel Musik unterzubringen. 1980 einigten sich die beiden Firmen auf einen gemeinsamen Standard: Die CD sollte nicht viel grösser als die Audiokassette sein. Sie hatte schliesslich einen Durchmesser von 12 cm. Im Oktober 1982 kam der erste in Serie produzierte CD-Spieler auf den Markt. Der Siegeszug der CD begann: Bereits 1988 wurden weltweit 100 Millionen Audio-CDs produziert.

### HERSTELLUNG UND FUNKTIONSWEISE EINER CD

CDs bestehen zu einem Grossteil aus Kunststoff (häufig Makrolon). Zusätzlich enthalten sie Aluminium, Lacke, Farbstoffe und das Material der Klebeetiketten. Im Gegensatz zu Schallplatten werden CDs nicht gepresst, sondern im Spritzgussverfahren hergestellt. Vgl. Lernhilfen Beruf (Kunststoffberufe).

Die Informationen einer CD sind auf einer spiralförmig verlaufenden Spur angeordnet. Diese Spiralspur besteht aus Vertiefungen (Pits) und Flächen (Lands). Trifft Licht auf die Spiralspur, wird es unterschiedlich zurückgeworfen, abhängig davon, ob es auf eine Vertiefung oder eine Fläche fällt. Das zurückgeworfene Licht wird ausgewertet, und der Inhalt der CD kann gelesen werden.

## 3-D-DRUCKEN

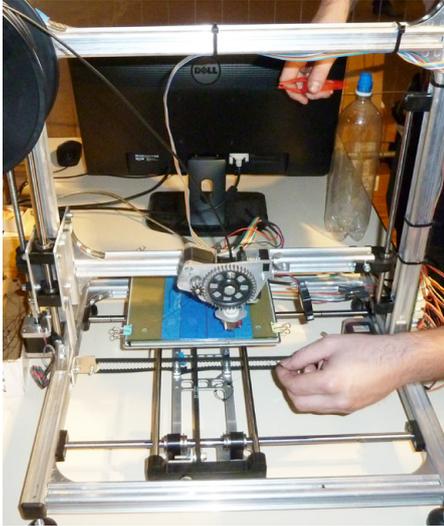


Abb. 154 | 3-D-Drucker wie dieser (ORD Bot Quantum) erobern die Wissenschaft und wohl bald auch unseren Alltag.

### DER URSPRUNG DES 3-D-DRUCKS

Das dreidimensionale Drucken hat seinen Ursprung in der Automobilindustrie – gedruckt wurde ausschliesslich mit Kunststoffen. Das Verfahren ist schnell und kostengünstig, weshalb es vor allem zur Fertigung von Prototypen und Modellen genutzt wurde. Die stetige Weiterentwicklung des Verfahrens führte dazu, dass die Qualität der Werkstücke viel besser wurde, was das 3-D-Drucken auch für andere Branchen interessant machte. Heute wird mit den verschiedensten Materialien gedruckt: von Beton über Nahrungsmittel bis hin zu menschlichem Gewebe.

### DAS VERFAHREN DES 3-D-DRUCKS

Am Anfang eines 3-D-Drucks steht das Modell. Es wird mithilfe von CAD-Programmen am Computer erzeugt. Entsprechende Programme sind kostenlos im Internet erhältlich. Damit das Modell gedruckt werden kann, muss es virtuell in Scheiben geschnitten werden.

Der 3-D-Drucker erhitzt den Kunststoff und presst ihn aus einer Düse. Die erste Schicht wird angelegt, und das Material erstarrt. Darauf folgt die zweite Schicht – bis schliesslich das ganze Objekt Schicht für Schicht gedruckt ist. Je nach Qualität des Druckers muss das fertig gedruckte Objekt nachbearbeitet werden, da günstige Druckermodelle gerade mit filigranen Objekten Mühe haben. Zudem benötigt das dreidimensionale Drucken Zeit. So dauert das Drucken einer Handyschale beispielsweise etwa drei Stunden.

### 3-D-DRUCK ZU HAUSE

Im Prinzip kann heute jede und jeder dreidimensionale (Kunststoff-)Objekte drucken. Benötigt wird dazu nicht einmal ein eigener 3-D-Drucker. Im Internet gibt es Anbieter, die das gewünschte Objekt ausdrucken und dem Kunden zusenden. Weiter gibt es sogenannte Fabrication Laboratories (Fablabs) – Ateliers, die mit diversen Fertigungsmaschinen, beispielsweise 3-D-Druckern, ausgestattet sind. Nach dem Absolvieren eines Einführungskurses dürfen die Fablabs und deren Maschinen von allen genutzt werden. Die dritte Möglichkeit ist, einen eigenen 3-D-Drucker anzuschaffen.



Abb. 155 | Das unbemannte Flugzeug Lockheed Polecat besteht zu einem Grossteil aus gedruckten Kunststoffbauteilen.

#### EIN BLICK IN DIE ZUKUNFT

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler gehen davon aus, dass sich die Technik weiterentwickeln und verbreiten wird. So sei «eine Verlagerung von Produktionsprozessen zu den Konsumenten zu erwarten. Ausserdem würden Innovationsprozesse deutlich beschleunigt.»<sup>1</sup> Einige britische Wissenschaftler sehen die Technik sogar als Grundlage für eine dritte industrielle Revolution. Andere Wissenschaftler halten dagegen, indem sie betonen, dass die Prozess- und Materialkosten bei der individuellen Fertigung wesentlich höher sind als bei der Serienproduktion. Ob es tatsächlich zu einer dritten industriellen Revolution kommen wird, wird sich zeigen. Doch klar ist, dass die Technik des dreidimensionalen Druckens weitere Bereiche erobern wird.

#### FUTURISTISCHE PROJEKTE

Eine amerikanische Forschungseinrichtung hat ein unbemanntes Flugzeug konstruiert, das zu 90 % aus Kunststoffbauteilen, die zu einem Grossteil gedruckt wurden, besteht. Vorteile waren insbesondere die tieferen Produktionskosten und die Produktionsgeschwindigkeit: Die Entwickler benötigten von der Idee bis hin zum fertigen Flugzeug nur 18 Monate.

Zwei Forscher der ETH Zürich präsentierten kürzlich ein aus künstlichem Sandstein gedruckter Raum. Schicht für Schicht trug der speziell für diesen Zweck entwickelte 3-D-Drucker Sand auf und fixierte ihn mit einem speziellen Bindemittel. Insgesamt wurden so etwa 9 t Sandstein verarbeitet.

Die Medizin hat das 3-D-Drucken für sich entdeckt: Lothar Koch vom Laser Zentrum Hannover gelang es Hautstücke zu drucken und Mäusen zu transplantieren. Geplant ist der Druck vollständiger funktionsfähiger Organe. Die Universität von Louisville (USA) versprach 2014 beispielsweise, innerhalb zehn Jahren ein transplantierbares Herz bestehend aus patienteneigenen Stammzellen drucken zu können. Falls dies tatsächlich Realität werden sollte, wäre das 3-D-Drucken in der Lage tausende von Leben zu retten.

Nahrungsmittel werden bereits heute teilweise gedruckt. Doch die NASA möchte diese Technologie weiterentwickeln. Denn Langzeitweltraumflüge stellen die Logistiker vor ein zentrales Problem: Die Versorgung der Astronauten mit Nahrungsmitteln. Kompakte Nahrungsmitteltinte könnte eine perfekte Lösung dieses Problems darstellen. Die Astronauten könnten ihre Nahrung im Weltraum selbst ausdrucken.

<sup>1</sup> Send 2012.

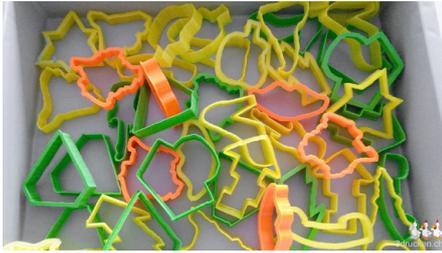


Abb. 156 | Schülerinnen und Schüler des Oberstufenzentrums Ittigen haben eigene Keksformen gezeichnet und ausgedruckt.

### Aufgabenstellung

Forscht in der Schule und zu Hause: Welche Gegenstände liessen sich mithilfe eines 3-D-Druckers drucken? Erstellt eine Sammlung und überlegt euch: Ist es sinnvoll, diese Objekte selbst herzustellen? Was wären die Vor- und Nachteile?

### 3-D-DRUCK IN DER SCHULE

Der 3-D-Drucker hat auch die Schule erreicht. In Grossbritannien wurden beispielsweise mehrere Schulen in einem Testprogramm mit 3-D-Druckern ausgestattet. Das Projekt wurde erfolgreich abgeschlossen, und das britische Parlament hat weitere Gelder für die Ausstattung von öffentlichen Schule mit 3-D-Druckern gesprochen.

Was macht den 3-D-Drucker für die Schule so interessant? Einerseits lässt sich ein 3-D-Drucker als technisches Gerät selbst zum Unterrichtsthema machen. Der Drucker kann mit den Schülerinnen und Schülern zusammengebaut und das Zusammenspiel von Hard- und Software thematisiert und erprobt werden. Andererseits lässt sich der 3-D-Drucker als Werkzeug in verschiedenen Unterrichtsfächern einsetzen. Einige Ideen sind<sup>1</sup>:

- **Geografieunterricht:** Relief einer Bergkette drucken
- **Technisches Gestalten:** Drucken von selbst entwickelten Objekten. Ein Vorteil ist die Wiederholbarkeit – es lassen sich mehrere Kopien eines Objekts erzeugen.
- **Musikunterricht:** Drucken einer individuellen Flöte
- **Chemie- und Biologieunterricht:** Drucken von Modellen von Molekülen, DNA oder Genstrukturen

Der Fantasie sind beim 3-D-Druck (fast) keine Grenzen gesetzt, dies gilt auch für den Einsatz im Unterricht.

<sup>1</sup> Diese Ideen stammen aus dem Blog [www.3drucken.ch](http://www.3drucken.ch).

## EMBODIMENT<sup>1</sup>

### Beat Müller

«Das Prinzip des Embodiments oder der verkörperten künstlichen Intelligenz geht davon aus, dass der Körper in der Interaktion mit der Umwelt die für das Gehirn relevante Information erzeugt. Intelligenz sitzt also nicht nur im Gehirn, sondern ergibt sich aus dem Zusammenspiel von Gehirn, Morphologie, Materialien und Umgebung.»



Abb. 157 | Forscher träumen davon, die besten Fähigkeiten der bisherigen humanoiden Roboter zu einem Superroboter zu vereinen.

### Zukunft

Weltweit sind bereits mehr als 6 Millionen Industrieroboter im Einsatz. Ein Grossteil verrichtet in Fertigungshallen der Automobil- und Maschinenindustrie immer wieder dieselben Handgriffe. Humanoide Roboter hingegen sollen auf ähnliche Weise lernen wie Kleinkinder: durch Beobachten, Ausprobieren und im sozialen Kontakt. Offen bleibt zurzeit, wo die Grenzen zukünftiger Entwicklungen sind.

### Aufgabenstellung

Ziel der Forscher ist eine vermehrte Interaktion zwischen Mensch und Roboter.

Woran liegt es hauptsächlich, dass dies bisher noch nicht befriedigend geglückt ist? Stellt Vermutungen auf und versucht im Internet und anschliessend in einem Klassengespräch Antworten zu finden.

### KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

Die traditionelle Vorstellung, dass Intelligenz wie ein Computerprogramm funktioniert, begann sich Ende des 20. Jahrhunderts zu verändern. Seit der Direktor der Eliteuniversität in Cambridge (Massachusetts, USA) 1986 proklamierte: «intelligence must have a body», beschäftigen sich Forscher der künstlichen Intelligenz mit physikalischen Systemen oder Robotern. «Man versteht das Hirn nicht, wenn man den Körper nicht begreift», fasst Rolf Pfeifer, langjähriger Leiter des Labors für künstliche Intelligenz der Universität Zürich, zusammen. Natürliche Systeme entwickeln ihre Fähigkeiten in Interaktion mit ihrer Umwelt. Wenn nun Roboter in Anlehnung an natürliche Vorbilder gebaut werden, ist das Ziel eine hohe Selbstorganisation in ihrer Umwelt. Dies unterscheidet sie wesentlich von Industrie- oder rasenmähenden Robotern, die ein vorgegebenes Programm abspulen und so nur vorprogrammierte Verhaltensmuster zeigen.

### EMBODIMENT

Experimente an der ETH in Zürich zeigen, dass sich Intelligenz nicht einfach nur im Kopf abspielt. Intelligenz ist «auf den gesamten Organismus verteilt», sowohl beim Homo als auch beim «Robo» sapiens. Robotikexperte Pfeifer will herausfinden, auf welche Weise der Körper das Denken beeinflusst. Sein Ziel: Einen Roboter bauen, der mit minimalem Aufwand Spitzenleistungen erbringt. Der Körper soll dabei die Kontrolle übernehmen.

In der ganzen Welt arbeiten Forscherinnen und Forscher daran, dass uns die Maschinen immer ähnlicher werden: Psychologen, Ingenieurinnen, Informatiker, Verhaltensforscherinnen, Neurolinguistiker und Sportwissenschaftlerinnen. Inzwischen können Roboter Emotionen auch an Gesichtsausdrücken erkennen und die eigene Mimik anpassen. Man vermutet, dass bereits in etwa 15 Jahren flexible humanoide Roboter zu kaufen sind, zu ähnlichen Preisen wie Autos. Expertinnen und Experten gehen davon aus, dass intelligente Roboter die Welt stärker verändern werden als einst das Automobil.

<sup>1</sup> Hein und Emmenegger 2012.

## ROBOTER IM ALLTAG

### Definitionsversuch

Ein Roboter ist eine Maschine, die in der dreidimensionalen Welt operiert und über Fähigkeiten verfügt, intelligent aus Erkenntnissen Handlungen abzuleiten, indem Aufgaben interpretiert werden und über deren Ausführungsmöglichkeiten reflektiert wird.

→ III-19



Abb. 158 | Bereits in vielen Haushalten sind Roboter kleine selbständige Helfer.



Abb. 159 | Asimo, der von Honda am weitesten entwickelte menschliche Roboter

### Aufgabenstellung

Recherchiere im Internet: Wo werden Roboter überall eingesetzt?

### WAS IST EIN ROBOTER?

Unter einem Roboter stellen sich Schülerinnen und Schüler etwa eine menschenähnliche Gestalt vor, bestehend aus elektronischen und mechanischen Elementen, die mehr oder weniger selbstständig agieren. Diese humanoiden (menschlichen) Roboter, auch Androiden genannt, sind zurzeit die technische Vollendung der Robotik. Die Verknüpfung von Informatik, Elektrotechnik und Maschinenbau ermöglicht ein weitgehend autonomes Handeln der Roboter.

### ANWENDUNGSGEBIETE

**In der Gesellschaft:** Roboter und Roboterbestandteile, beziehungsweise Automation sind, wenn oft auch unbemerkt, in alltäglichen Gebrauchsgegenständen vorhanden. Elektronische Geräte werden mittels Microcontroller gesteuert, Roboter für einfache Arbeiten in Haushalt und Garten werden längst in Serie produziert und verkauft. Sonnenstoren, Dachfenster und Autos sind mit Temperatur- und Regensensoren ausgerüstet um selbstständig auf die entsprechende Witterung zu reagieren.

**In der Arbeitswelt:** Die ersten Industrieroboter wurden in den 1950er-Jahren entwickelt. Seither übernehmen Industrieroboter Aufgaben in verschiedenen Bereichen der industriellen Produktion und ersetzen Arbeitskräfte. Auch in der Forschung kommen Roboter zum Einsatz, beispielsweise bei der Bearbeitung giftiger Substanzen. Japanische Forscherinnen und Forscher sind zurzeit daran, humanoide Roboter zu konstruieren, die in Zukunft einfache Dienstleistungen übernehmen können. Es gab bereits Versuche mit Roboterrezeptionisten und -lehrern.

**Erkundungs-, Such- und Rettungsroboter:** Für gefährliche, unangenehme oder unzugängliche Arbeiten eignen sich Roboter. Die Polizei setzt Roboter zum Entschärfen von Bomben ein. Roboter kontrollieren das innere von Pipelines, Rohren und Schächten. Miniroboter kriechen unter Trümmern nach einem Erdbeben und orten Verschüttete.

**Im Gesundheitswesen:** Im Gesundheitswesen kommt die Robotik in drei unterschiedlichen Anwendungsbereichen vor, nämlich in der Chirurgie, der Rehabilitation und in der Pflege. Zukünftig könnte die Robotik auch in der Diagnose eine Rolle spielen, wenn z.B. Miniroboter verschluckt werden können und so in die Verdauungsorgane gelangen und dort selber gewünschte Informationen beschaffen.

## FUNKTIONSWEISE VON ROBOTERN



Abb. 160 | Der Microcontroller als Gehirn eines Roboters

### Aufgabenstellung

Wo gibt es überall Sensoren in unserem Alltag?

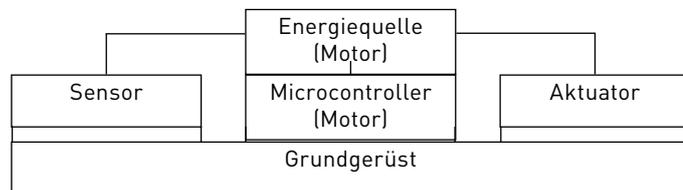
### EVA

Vieles, was Roboter zu intelligenten Maschinen macht, wurde beim Menschen abgeschaut. So übernehmen Messinstrumente, sogenannte Sensoren, die Aufgabe unserer Sinnesorgane. Ein Minicomputer – Microcontroller genannt – verarbeitet die Signale der Sensoren. Das können Distanzen, Geräusche oder Licht sein. Der Microcontroller ist das Gehirn des Roboters. Motoren führen schliesslich aus, was der Microcontroller berechnet. Diese drei Schritte nennt man EVA-Prinzip: **E**ingabe – **V**erarbeitung – **A**usgabe.

Bei einem Fussballtorhüter würde ein Ablauf nach dem EVA-Prinzip so aussehen: Die Augen nehmen den fliegenden Ball wahr (E). Das Gehirn berechnet die Bewegung, um den Ball zu fangen (V). Die Muskeln führen die Bewegung aus (A).

### FUNKTIONSEINHEITEN

Ein selbstständiger – in der Fachsprache autonomer – Roboter benötigt fünf Einheiten, um funktionieren zu können.



Diese Einheiten auf den Menschen übertragen:



Je nach Sensoren, Microcontrollern und Aktuatoren ist ein Roboter mehr oder weniger autonom. Das Werkzeug eines Industrieroboters muss beispielsweise ein Bauteil in Position halten, das zweite Werkzeug bohrt ein Loch, das dritte Gerät schweisst ein weiteres Bauteil an. Dieser Ablauf ist programmierbar. Der Roboter benötigt Werkzeuge als Aktuatoren.

Androiden, also dem Menschen ähnliche Roboter, können dank vieler verschiedener Sensoren auf unvorhergesehene Ereignisse reagieren. Sei es Hindernisse umgehen, Gegenstände unterschiedlicher Grösse greifen oder schneller und langsamer gehen.



Abb. 161 | Schematische Darstellung des Internet der Dinge



Abb. 162 | Filmausschnitt aus dem explainity®-YouTubeerklärvideo «Internet der Dinge einfach erklärt»

**Aufgabenstellung**

Welche Vorteile und welche Nachteile kann diese globale Vernetzung mit sich bringen?

Und welche Geräte kommunizieren bereits heute ununterbrochen mit dem Internet?

**DAS INTERNET DER DINGE – INTERNET OF THINGS (IOT)**

Das Internet der Dinge stellt ein vernetztes System dar, in dem «Dinge» untereinander und miteinander kommunizieren können.

The Internet of Things (IOT) als Begriff wurde geprägt durch Kevin Ashton vom Massachusetts Institute of Technology (MIT). Ashton erarbeitete einen Standard für eine Technologie, die eine berührungslose Ortung von Dingen und Menschen über Radiowellen (Funk) ermöglichen sollte.

Nach der Vernetzung von Abläufen, Kommunikation und Lebensräumen unter Menschen mithilfe des Internets folgt nun die Vernetzung von kleinen Geräten untereinander. Der Mensch als Schnittstelle fällt weg, weil die Geräte untereinander kommunizieren und auch Entscheidungen treffen.

Nicht intelligente Geräte werden somit «smart» gemacht. So bestellt der Kühlschrank die individuellen Lieblingsjogurts, wenn das letzte gegessen wurde – der Kühlschrank kommuniziert mit dem Onlineshoppingdienst. Oder die Heizung in der Wohnung erhöht die Raumtemperatur, wenn man zu Hause ist – spricht die Wohnung nimmt Bewegungen von Personen wahr und steuert sich selber.

Geräte und Dinge werden teils ins bestehende Netz integriert, teils kommunizieren sie über energieeffiziente IoT-Netze.

Meist unscheinbar und klein und werden sie im Alltag physisch oft nicht wahrgenommen. Viele kleine Dinge unterstützen und steuern den Alltag bereits heute und werden in Zukunft wohl immer wichtiger.

Eine gute Zusammenfassung findet sich hier: YouTube → Internet der Dinge einfach erklärt (explainity®-Erklärvideo)

## MINICOMPUTER

### ARDUINO, RASPBERRY PI & CO



Abb. 163 | Genuino



Abb. 164 | Raspberry Pi

Durch Minicomputer, wie Arduino und Raspberry Pi, wird Informatik begreifbar gemacht, indem Aktuatoren (Aktoren) und Sensoren angeschlossen werden und mit der Umwelt agieren. Das Herzstück der Minicomputer ist ein Mikrocontroller, der auch Mikroprozessor genannt wird, und die Signale der Sensoren verarbeitet.

Minicomputer sind in vielen verschiedenen Variationen erhältlich, wobei der Raspberry Pi und der Arduino am bekanntesten sind. Je nach Vorhaben eignet sich der eine oder andere besser, oder die Geräte lassen sich kombinieren. Für textile Projekte wurde der Arduino LilyPad entwickelt, der sogar gewaschen werden kann.

Das Unterrichtsvorhaben «Ready-Steady-Baam» wurde mit einem Arduino UNO umgesetzt. →XIII-11

#### Hinweis

Das Einarbeiten in die Anwendung von Minicomputern braucht Zeit, besonders das Erlernen der Programmiersprache. In welcher Programmiersprache programmiert wird, ist einerseits abhängig vom Minicomputer, andererseits von den Vorlieben der Lehrperson.

Wichtig scheint, dass Schülerinnen und Schüler nicht eine textbasierte Programmiersprache von Grund auf erlernen und beherrschen sollen, sondern dass sie vielmehr Programme (Sketchs) lesen, verstehen und abändern, evtl. ergänzen oder erweitern können.

#### Aufgabenstellung:

Informiere dich über Programmiersprachen. Welche Programmiersprache verwendest du, wenn du eine Website programmieren möchtest? Welche beim Programmieren von Arduino? In welchen Programmiersprachen kann der Raspberry Pi programmiert werden?

Weitere Informationen zum Einsatz und zur Anwendung von Arduino in der Schule findet man unter [www.makinginderschule.ch/arduino.html](http://www.makinginderschule.ch/arduino.html)

#### Programmiersprachen

Programmieren kann man mit einer textbasierten oder visuellen Programmiersprache. Auf der Unter- und Mittelstufe wird vermehrt die visuelle Programmiersprache Scratch angewendet. Ardublock ist nach demselben Prinzip aufgebaut und kann zum Programmieren von Arduino eingesetzt werden.

Ob mit einer textbasierten oder visuellen Programmiersprache gearbeitet wird, ist abhängig vom Unterrichtsvorhaben und von der Lehrperson. Zu Erstgenanntem finden sich im Internet mehr Hilfestellungen und fertige Sketch, was die Umsetzung von Projekten erleichtert.

## GLOSSAR ARDUINO

### ARDUINO BOARD

Den Minicomputer Arduino gibt es in vielen verschiedenen Ausführungen, den sogenannten Boards. Für die Aufgabenstellung «Ready-Steady-Baam» wurde ein Arduino UNO verwendet.

#### Hinweis

Für kleinere, abgeschlossene Arbeiten der Schülerinnen und Schüler kann es sinnvoll sein, kleine Boards wie den Arduino Nano direkt in China zu beziehen. Shops wie [www.aliexpress.com](http://www.aliexpress.com) oder [www.bangood.com](http://www.bangood.com) bieten hierzu einfache und unkomplizierte Möglichkeiten.

### SOFTWARE

#### IDE

Programmiert wird in der Entwicklungsumgebung der IDE (integrated development environment) mit der Programmiersprache C++.

Eine Anleitung zum Download der Software findet man in der Lehrhilfe Software Arduino. →[tud.ch](http://tud.ch)

#### Library

In einer Bibliothek sind gewisse Dinge vorprogrammiert und müssen nur noch eingefügt werden. So ordnet man zum Beispiel in der Tone Library den Tönen Frequenzen zu, und es wird nur noch der Name des Tons programmiert. Eine Anleitung zum Download der Tone Library findet man in den Lehrhilfen Informatik (Software Arduino). →[tud.ch](http://tud.ch)

#### Sketch

Ein Programm, das in der IDE geschrieben wird, wird Sketch genannt.

### SPIELE

#### «Ready-Steady-Baam»

Bei diesem Reaktionsspiel für zwei Personen geht es darum, wer schneller drückt, wenn die dritte LED aufleuchtet. Die Zeit zwischen dem Aufleuchten ist zufällig und kann abgeändert werden. (Lehrhilfe Informatik, Ein programmiertes Spiel bauen) →[tud.ch](http://tud.ch)

#### «React»

Die Spielvariante «React» ist ein Reaktionsspiel für eine Person, bei der ein Taster gedrückt werden muss, wenn die letzte LED aufleuchtet. Schafft die Schülerin oder der Schüler das, wird das Spiel immer schneller.

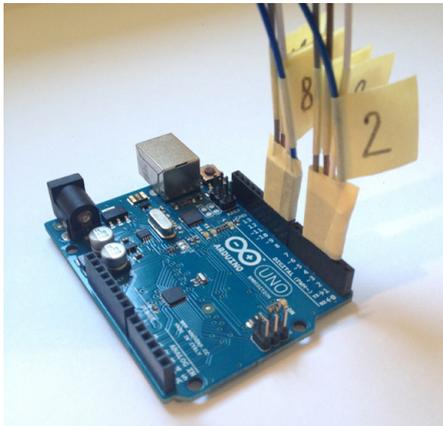


Abb. 165 | Arduino UNO mit angeschlossenen Jumperkabeln



Abb. 166 | Sketch in der IDE

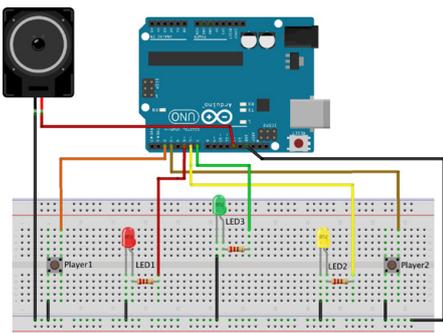


Abb. 167 | Schaltplan von «Ready-Steady-Baam» in der Steckplattenansicht

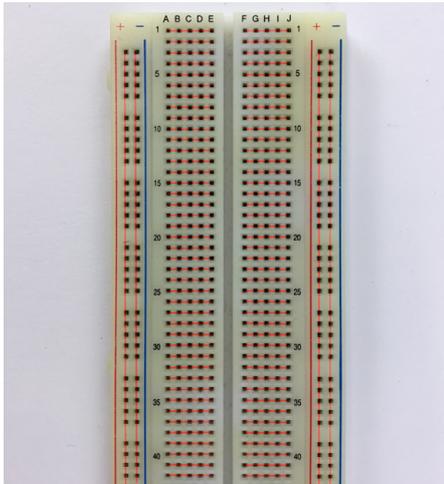


Abb. 168 | Steckplatine mit eingezeichneter Linie zum Stromfluss

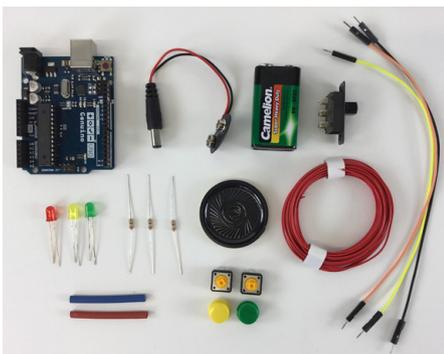


Abb. 169 | v. l. n. r.: Arduino UNO, Batterie-Clip, 9V-Batterie, Schalter, Jumperkabel, LED, Widerstand, Lautsprecher, Schalt- oder Litzendraht, Schrumpfschlauch, Taster



Abb. 170 | USB-Kabel mit Anschluss für den Computer und für den Arduino

«Simon Says»

Die Spielvariante «Simon Says» ist ein Konzentrationsspiel für eine Person, wobei die farbigen Taster in der Reihenfolge, wie die LED aufleuchten, gedrückt werden müssen. In den 1980er-Jahren war im deutschsprachigen Raum die Spielidee unter «Senso» bekannt, heute wird es meistens «Simon» genannt.

**BAUELEMENTE**

Alle Bauelemente für das Spiel «Ready-Steady-Baam» werden hier erklärt. Die ersten beiden Bauteile sind auf dem Übersichtsfoto nicht zu sehen, da man sie nur bei der Vorbereitung braucht.

**Steckplatine**

Eine Steckplatine, engl. breadboard, ist ein Kunststoffbrett durch das Strom fließen kann. Darauf können elektronische Bauelemente direkt oder mit einem Jumperkabel elektrisch verbunden werden, ohne dass die Teile verlötet werden müssen. Die Löcher auf der Steckplatine sind in einer bestimmten Richtung miteinander verbunden.

Die Steckplatine wird eingesetzt, um die Schaltung aufzubauen und zu testen.

**USB-Kabel**

Zum Verbinden von Arduino und Computer wird ein USB-Kabel, wie zum Beispiel bei einem Drucker, benötigt.

**Jumperkabel**

Jumperkabel, auch Dupont-Kabel genannt, dienen zur einfachen Verbindung der Bauteile mit Steckplatine und Arduino.

Jumperkabel gibt es in verschiedenen Ausführungen und Steckern: männlich/männlich, weiblich/weiblich, männlich/weiblich.

Zum Zusammenstecken von «Ready-Steady-Baam» werden Männlich/männlich-Jumperkabel benötigt.

**Kabel**

Litzen- oder Schaltdraht zum Verlöten der Bauteile

**Taster**

Taster schliessen einen Stromkreis, solange sie gedrückt werden. Lässt man sie los, wird der Stromkreis wieder unterbrochen.

**Schalter**

Schalter schalten einen Stromkreis ein oder aus. Sie haben nach der Betätigung einen stabilen Zustand (im Gegensatz zu einem Taster). Es gibt normale Ein-Aus-Schalter, Umschalter, Drehschalter u. a.



Abb. 171 | Jumperkabel in verschiedenen Ausführungen: v. l. n. r.: männlich/männlich, weiblich/weiblich, männlich/weiblich



Abb. 172 | Taster in verschiedenen Ausführungen

### Lautsprecher

Für das Einbauen in einem Spiel eignen sich kleine, flache Lautsprecher. Alternativ kann auch ein Summer (Buzzer) verwendet werden.

### LED und Widerstand

Je nach LED und Leistung der Stromversorgung braucht es einen entsprechenden Widerstand. Der Wert des Widerstands wird mit dem Ohm'schen Gesetz berechnet.

### Batterie und Batterieclip

Der Arduino verfügt über eine DC-Buchse, sodass ein Batterieclip mit einem DC-Stecker einfach an den Arduino angeschlossen werden kann. Das Spiel kann mit einer 9V-Batterie betrieben werden. Oder man versorgt das Arduino mit einem Powerbank via USB-Buchse.

### Schrumpfschlauch

Durch zugefügte Hitze mit einem Heissluftföhn oder einem Feuerzeug zieht sich der Kunststoffschlauch zusammen und schliesst die Lötstelle ein, um sie stabiler zu machen und vor Kurzschlüssen zu schützen.

## WEITERE BEGRIFFE

### GND

Auf dem Arduino UNO wird der Minus-Pol mit GND, der Abkürzung für engl. ground, angeschrieben.

### Pin

Mit Pins bezeichnet man die Anschlüsse auf dem Arduino. Jeder Pin ist mit einer Nummer oder einer weiteren Angabe versehen.

### Kompilieren

Beim Kompilieren wandelt der Computer das Programm in die Maschinensprache, also 0 und 1, um.

### Schaltung und Schaltplan

Mit Schaltung ist die Verbindung der Bauteile gemeint. Wie eine Schaltung aufzubauen ist, ist auf einem (fotografischen) Schaltplan abzulesen. Zum Testen wird eine Schaltung zuerst auf einer Steckplatine aufgebaut.

### Sensor und Aktuator

Vieles, was Roboter zu intelligenten Maschinen macht, wurde beim Menschen abgeschaut. So übernehmen Messinstrumente, sogenannte Sensoren, die Aufgabe der Sinnesorgane. Ein Minicomputer – Mikrocontroller genannt – verarbeitet die Signale der Sensoren. Der Mikrocontroller ist das Gehirn des Roboters. Motoren als Aktuatoren führen schliesslich aus, was der Mikrocontroller berechnet. Diese drei Schritte nennt man EVA-Prinzip: Eingabe – Verarbeitung – Ausgabe.

## DIGITALE PRODUKTIONSVERFAHREN

### Aufgabenstellung

Wie wirken sich digitale Produktionsverfahren auf die Berufswelt aus?

Welche Kompetenzen werden in Zukunft an Mitarbeitende gestellt?



Abb. 173 | Plotter

### DIE GERÄTE

Neben dem 3D-Drucker haben auch noch andere digitale Produktionsverfahren in den Do-it-Bereich und in die Maker-Szene Einzug erhalten.

#### Schneideplotter

Ein Plotter ist eine Art computergesteuertes Japanmesser, mit dem Papiere, Folien, Stoff oder dünner Karton geschnitten werden kann. Mit speziellem Silikon lassen sich Stempel herstellen und mit einem Stift kann ein Plotter sogar zeichnen oder schreiben. Damit dies möglich ist, braucht es Hardware und Software, die einfach zu bedienen sind und möglichst geringe Kosten auslösen. Die Produkte von Silhouette America scheinen genau dies zu machen. In einer kostenlosen Software (Silhouette Studio) können schnell und einfach Vektorgrafiken erstellt werden und via Computer an den Plotter (Silhouette Cameo) gesendet und somit Formen ausgeschnitten werden. Vor allem das Schneiden von Vinylfolien kann im Unterricht integriert werden.

#### Laser-Cutter

Zum Schneiden und Gravieren werden in industriellen Betrieben und auch in KMUs bereits heute Laser-Cutter eingesetzt. Es ist absehbar, dass sich diese Technologie ebenfalls für den Hobbybereich eröffnen wird. Mit dem CO<sub>2</sub>-Laserverfahren lassen sich organische Materialien wie Holz, Leder, Kunststoffe schneiden und zusätzlich auch einige Metalle gravieren.

Ähnlich wie bei einem Schneideplotter werden beim Lasercutter svg-Dateien (Vektorgrafiken) be- und verarbeitet. Mit einer Steuerungssoftware wird die Geschwindigkeit und somit die Schnitttiefe des Lasers eingestellt. Ein Lasercutter in der Schule könnte als Ergänzung zu einer Decoupiersäge eingesetzt werden. So könnten z. B. Steckverbindungen konstruiert werden, die dann auch wirklich passen. Oder: Holz kann durch gezieltes Aufschneiden dreidimensional verformbar gemacht werden.

#### CNC-Fräsen

Auch CNC-Fräsen gibt es heute im Tischformat zu erschwinglichen Preisen. Oft lassen sich handelsübliche Fräser (Dremel) einspannen.

Mit einer CNC-Maschine lassen sich je nach Fräse Teile in Kleinserien aus Holz, Metall oder Kunststoff in hoher Präzision herstellen. Die Daten werden in sogenannten CAD-Programmen erstellt und im Anschluss auf die Maschine übertragen.

Ein Problem solcher CNC-Fräsmaschinen im Makerbereich stellen vor allem die Staubentwicklung und das Kühlen der Fräswerkzeuge und des Werkstücks dar.