

INVENT a CHIP

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

VDE

Hey Chip!

Wettbewerb für Schüler*innen zum Chipdesign – IaC-Quiz

Hey! Hier beim IaC-Quiz geht es um Fragen zu einem spannenden Thema: Mikrochips! Diese Chips stecken überall drin, in deinem Smartphone und deinem Computer, aber auch in der Smartwatch und dem E-Scooter. Sie steuern komplexe Industriemaschinen und Ampeln oder Fahr- und Flugzeuge. Sie überwachen die Gesundheit und können sogar bei der Diagnose von Krankheiten und deren Therapie helfen. Mikrochips unterstützen bei der Energiewende, indem sie Solarpanels und Heizungen optimal steuern oder das Laden von Akkus optimieren. Zudem sind sie für Anwendungen von Künstlicher Intelligenz notwendig.

INVENT a CHIP ist ein bundesweiter Wettbewerb des VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. mit Förderung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Hier bekommst du spannendes Expertenwissen zu Mikrochips – für die Herausforderungen der Zukunft. Attraktive Preise warten auf dich.

IaC-Quiz

Das IaC-Quiz mit 20 spannenden Fragen ist dein erster Einstieg in die Welt der Chips. Beantworte die ersten 16 Fragen (das gilt für die Jahrgangsstufen 9 und 10) bzw. alle 20 Fragen (Jahrgangsstufen 11 bis 13) zur Elektronik, Künstlicher Intelligenz und rund um Mikrochips.

Join INVENT a CHIP

Teilnahmeberechtigt: Schüler*innen von allgemein- und berufsbildenden Schulen der Jahrgangsstufen 9 bis 13 aus ganz Deutschland.

Einmalige Online-Registrierung mit Namen, E-Mail und Schulangabe. Dann entscheidest du, ob du bei INVENT a CHIP am IaC-Quiz oder auch weiter an der IaC-Challenge (mit der Option des IaC-Camps) teilnehmen möchtest.

Timeline IaC-Quiz

Unter www.invent-a-chip.de ist das IaC-Quiz zum Online-Ausfüllen bis zum 31. Mai 2024 freigeschaltet. Ende Juni wird der Schulpreis bekannt gegeben und die Zertifikate und der Lösungsbogen per E-Mail versendet.

IaC-Quiz-Awards

- viele spannende Kenntnisse – und eine tolle Basis, um mit der IaC-Challenge direkt weiterzumachen
- die 50 besten Teilnehmer*innen bekommen je einen Mikrocontroller
- alle: Teilnahmezertifikat – für die Bewerbungsmappe
- alle: Lösungsbogen und Punktzahl
- Schulpreis für die höchste durchschnittliche Punktzahl aller Teilnehmenden:
 1. Platz: 1.000 Euro
 2. Platz: 750 Euro
 3. Platz: 500 Euro



Nähere Informationen im
INVENT a CHIP-Flyer oder unter
www.invent-a-chip.de



Rückfragen?
Bitte E-Mail an
iac@vde.com

Bedeutung von Mikrochips und Künstlicher Intelligenz

Du nutzt täglich Geräte, in denen Mikrochips verbaut sind. Nachhaltig und ressourcenschonend, sicher und innovativ: diese Aspekte spielen bei vielen Produkten aus Alltag und Industrie eine immer stärkere Rolle. Und fast überall sind Mikrochips drin, im Handy oder Notebook, dem e-Bike oder der Fitness-Watch. Mikrochips helfen auch bei den drängenden Aufgaben der Energiewende, indem sie beispielsweise Solarpanels und Heizungen optimal steuern oder Akku-Ladezyklen optimieren – und dabei brauchen sie selbst immer weniger Energie bei mehr Leistung. Neben der Mikroelektronik, die unseren Alltag begleitet, gibt es natürlich die großen Zukunftsprojekte wie das autonome Fahren, ob auf Straße oder Schiene.

Mikroelektronik, das ist übrigens die Bezeichnung für ein Teilgebiet der Elektrotechnik. „Mikro“ kommt aus dem Griechischen (mikrós) und bedeutet „klein“ – und genau darum geht es: um sehr kleine elektronische (sog. Integrierte) Schaltungen, die enorm viel leisten können. Das sind dann die Mikrochips, durch die elektronische Geräte immer kompakter und kleiner und auch energieeffizienter werden. Mikroelektronik ist nicht nur miniklein, die hochintegrierten Schaltkreise auf den Mikrochips sind fast immer in schwarzen Kunststoffgehäusen verborgen, erkennbar an ihren äußeren „Anschlussbeinchen“. Diese Chips sehen von außen scheinbar gleich aus, denn das eigentliche Design verbirgt sich, für das bloße Auge unsichtbar, im Inneren. Dort sind winzige Strukturen aus Unmengen – teils sogar mehreren Milliarden – von Transistoren, die für ihre Aufgaben passend verschaltet werden müssen: Das ist Chipdesign und das Top-Thema von INVENT a CHIP! Neugierig geworden? Bei der IaC-Challenge kannst du übrigens auch selbst die ersten Schritte im Chipdesign machen.

Als Künstliche Intelligenz (KI) kann man Systeme auf Computern beschreiben, die Aufgaben lösen können, die bisher Menschen machen. Dazu brauchen diese Programme eine Menge an Daten und Informationen, um daraus Ergebnisse abzuleiten und die gestellten Aufgaben zu erledigen. Die KI-Systeme müssen mit entsprechenden Daten trainiert werden, damit sie beispielsweise in der Lage sind, auf einem



Foto eine Katze zu erkennen oder in der Medizin Röntgenbilder auf Krankheiten zu untersuchen und sogar Therapien vorzuschlagen. Dazu benutzt die KI künstlich aufgebaute neuronale Netze, die wie in deinem Gehirn unzählige Knotenpunkte (Neurone) in einem dichten Netzwerk miteinander verknüpfen. So kann KI immer besser Muster erkennen, selbstständig dazulernen und mit dir kommunizieren und Wissen teilen. Um überhaupt zu funktionieren, braucht jede KI Mikroelektronik.

Du findest Künstliche Intelligenz auf deinem Smartphone, die KI kann Bilder und deine Freunde darauf erkennen und die Akkulaufzeit optimieren. Per KI funktioniert Sprachsteuerung und auch die Suchmaschinen liefern durch KI immer bessere Ergebnisse. KI kann auch Fotos und Videos erstellen oder Musik komponieren. Mit Chat GPT hast du vielleicht schon deine Hausaufgaben oder Quizfragen wie bei IaC gelöst. Doch Vorsicht! In einer KI stecken auch Fehler oder sogar Vorurteile, deshalb ist es sehr wichtig, die Ergebnisse immer zu überprüfen.

Beide Bereiche, die Mikroelektronik und die KI, bieten eine Fülle an spannenden und zukunftssicheren Jobs, sei es über eine Ausbildung, ein duales Studium oder Uni-Studium. Auch wenn sich durch KI vieles auch in der Arbeitswelt verändern wird – eine KI muss zunächst einmal korrekt auf- und eingesetzt und überprüft werden. Zudem wird der Bedarf an Mikrochips weiter steigen – und damit werden Fachkräfte gesucht, für die Fertigung in all den neuen Chipfabriken in Deutschland, aber auch in der Entwicklung der Mikrochips.

Aufgabe 1

Mikrochips im Alltag

Die Mikroelektronik ist die Technik, bei der winzig kleine elektronische Bauteile und Schaltungen hergestellt und kombiniert werden, um Geräte wie Smartphones und Computer kleiner, leistungsstärker und funktionsfähiger zu machen. Die Mikroelektronik ist noch recht jung, zumindest verglichen mit den allermeisten anderen technischen Innovationen, die das Leben der Menschen erheblich verändert haben oder nach wie vor beeinflussen.

Die technische Basis der Mikroelektronik bildet ein elektrisch steuerbarer Schalter, der sogenannte Transistor. Der erste Transistor wurde im Dezember 1947 vorgestellt – übrigens von einer Gruppe Physiker aus den Bell Labs (gegründet vom damaligen Erfinder des Telefons, Alexander Graham Bell), die später einen Nobelpreis für ihre Erfindung erhalten haben. Seitdem wurden zahlreiche Elektro-Geräte neu- oder weiterentwickelt und man setzt aus unterschiedlichen Gründen auf Mikrochips, beispielsweise zur Steigerung der Effizienz, für erhöhten Komfort oder neuartige Funktionen oder Anwendungen, die ohne Mikrochips überhaupt nicht möglich wären.

Aufgabe 2

Unglaubliche Skalierung der Mikroelektronik

Im Vergleich zu anderen bedeutenden Technologien, wie Automobilen oder Flugzeugen entwickelt sich die Mikroelektronik mit wahnsinniger Geschwindigkeit weiter.

Zum Vergleich: Der Benz-Patent-Motorwagen Nummer 1 im Jahr 1886 hatte eine Leistung von 0,75 PS, was ungefähr 551 W entspricht. Eines der Fahrzeuge mit der größten Motorleistung ist aktuell der Rimac Nevera mit 1.408 kW (1.914 PS). Dies entspricht einer Leistungssteigerung um den Faktor >2.500 innerhalb von ca. 137 Jahren.

Bei der Mikrochipentwicklung sprechen wir hingegen von einer Skalierung um den Faktor 40.000.000.000 im Zeitraum von 63 Jahren. Denn der erste Mikrochip integrierte lediglich zwei Transistoren auf einem Chip und wurde im Jahr 1960 vom Unternehmen Fairchild präsentiert. Einer der aktuell größten Mikrochips, der Grafikprozessor Nvidia H100 (vorgestellt im Jahr 2022), welcher vor allem zum Trainieren Künstlicher Intelligenz Verwendung findet, integriert schon **80 Milliarden Transistoren**.

Nenne, in welchen der folgenden Geräte sich heutzutage Mikrochips befinden!

Es ist mehr als eine Antwort richtig.

- A** In Smartphones und Smartwatches u. a. zur Ansteuerung des Displays, der Kommunikation mit den Mobilfunkstationen oder der Kamera
- B** In Wasch- oder Geschirrspülmaschinen u. a. zur Steuerung des Programmablaufs, der Pumpen und Ventile
- C** In Automobilen, Zügen und Flugzeugen u. a. zur Ansteuerung der Motoren, Beleuchtung und Sicherheitsfunktionen
- D** In medizintechnischen Geräten, wie beispielsweise Ultraschall-Geräten in der Arztpraxis oder winzigen Hörgeräten fürs Ohr.

Neben der unglaublich hohen Skalierung der Anzahl an Transistoren pro Mikrochip ist auch beeindruckend, dass das Skalierungsverhalten exponentiell ist. Das bedeutet, dass sich seit ungefähr 60 Jahren jede 1,5 bis 2 Jahre die Anzahl an Transistoren pro Chip verdoppelt. Es mussten zudem immer wieder innovative technische Lösungen gefunden werden, weil einzelne Bestandteile des Transistors mittlerweile lediglich eine Atomschicht dick sind. Dennoch ist dieses exponentielle Skalierungsverhalten bisher unverändert und wurde erstmals von Gordon Moore (einer der Gründer des Chipherstellers Intel) im Jahr 1965 im nach ihm benannten „Moore'schen Gesetz“ formuliert.

Angenommen, die Anzahl an Transistoren verdoppelt sich weiterhin alle 24 Monate. Berechne, wie viele Transistoren ein Mikrochip im Jahr 2030 integrieren wird (ausgehend von 80 Milliarden Transistoren im Jahr 2022)!

- A** 40.000.000.000
- B** 160.000.000.000
- C** 640.000.000.000
- D** 1.280.000.000.000

Aufgabe 3

Daten speichern in 8 Billionen Bit

Transistoren werden nicht nur für Berechnungen verwendet, sondern können auch Daten speichern. In den mittlerweile verbreiteten SSD (Solid State Drive)-Speicherkarten kommen so genannte NAND-Speicherzellen zum Einsatz, die im Computer das Betriebssystem, die Dateien, Programme und Spiele dauerhaft speichern (umgangssprachlich Festplatte). Solche NAND-Speicherzellen werden beispielsweise durch sogenannte Floating-Gate-Transistoren realisiert. Hierbei wird eine elektrische Ladung statisch in einem Transistor „gefangen“, damit die Information auch bei fehlender Versorgungsspannung erhalten bleibt. Anschließend werden mehrere dieser Mikrochips (2D-Matrix derartiger Transistoren) in einem einzelnen Chip übereinandergestapelt. Auch auf der Platine werden mehrerer dieser Chips zusammengesaltet. Auf diese Weise können kostengünstig große Datenmengen von 1 Terabyte oder mehr gespeichert werden. Ein Terabyte entspricht 8 Billionen Bit (Ein Bit ist übrigens die kleinste Einheit von Information in einem Computer und entspricht einer „0“ oder „1“).

Ein großer Anteil der weltweit gespeicherten Daten entfällt auf Videodaten – beispielsweise für Streaming-Videodienste oder Trainingsdaten für die Künstliche Intelligenz für autonome Fahrzeuge. Zur Reduktion der gespeicherten Datenmenge werden Videodaten in der Regel komprimiert. Ein Videostrom mit einer Auflösung von 1080 Zeilen für Full-HD (ungefähr 2 Megapixel) hat im Durchschnitt eine Datenrate von 8.000 kbps (1 kbps entspricht 1.000 Bit pro Sekunde).

Berechne, wie viele Tage Video in einer Full-HD-Auflösung komprimiert auf 1 TB gespeichert werden können, wenn 1 Terabyte 8.000.000.000.000 Bit an Daten entspricht! Hinweis: Die Datenrate pro Sekunde beträgt 8.000 kbps.

Runde auf eine ganze Zahl. Tage

Aufgabe 4

Natürliche Zahlen binär darstellen

Die Digitaltechnik ist vom Vorhandensein zweier definierter Zustände geprägt:

- Ein Transistor (Schalter) kann beispielsweise nur geschlossen oder offen sein.
- Ein Speicher kann eine Ladung größer einer definierten Menge halten oder nicht.
- Die Spannung eines digitalen GPIO (General Purpose Input Output, ein Anschluss, der mit Eingabe- und Ausgabefunktionen frei belegt werden kann) kann entweder die Versorgungsspannung (z. B. Batteriespannung) oder das Referenzpotential (Masse, 0 V) betragen.

Alle analogen Abweichungen dazwischen, also alle Spannungen zwischen der Masse und der Batteriespannung, werden auf einen der beiden definierten Zustände reduziert. Oftmals verwendet man daher auch Begriffe wie „High“/„Low“ oder „1“/„0“.

Bei zwei Zuständen zur Kodierung spricht man auch von der Binärkodierung (binär = 2 Zustände). Auch mit nur zwei Zuständen lassen sich größere Zahlen darstellen. Im Vergleich zum gebräuchlichen Dezimalsystem werden nur Stellen (Bit) benötigt. Jedes Bit kann einen der zwei Zustände „0“ oder „1“ annehmen. Die Wertigkeit der Bits steigt, genauso wie in unserem gebräuchlichen Dezimalsystem, mit jeder Stelle nach links. Die Wertigkeit eines Bits ist dabei 2^i , wobei i die Stelle im Binärwort ausgehend von der Wertigkeit 0 angibt.

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Höchstwertiges Bit

Niederwertiges Bit

Der Dezimalwert kann durch die Summe aus den Multiplikationen des jeweiligen Bits mit seiner entsprechenden Wertigkeit erhalten werden. Bei dem gezeigten 8-Bit-Wort im Binärsystem (darum die tiefgestellte 2 an der Klammer) liegt der Wertebereich entsprechend zwischen 0 (00000000_2) und 255 (11111111_2). Die Zahl 5 wird als (00000101_2) dargestellt: $0 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 4 + 1 = 5$. ▶

Manchmal ist es praktisch, Binärzahlen auf eine einfachere Weise zu schreiben, die kürzer ist. Dafür kann die hexadezimale Schreibweise zur Basis 16 benutzt werden. Dabei wird die Binärzahl in **Gruppen von 4 Bits** aufgeteilt und mit Buchstaben und Zahlen dargestellt. Die Zeichen, die verwendet werden, sind: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, a, b, c, d, e, f. Beispielsweise entspricht die Binärzahl $(1011)_2$ der Hexadezimalzahl $(b)_{16}$ oder oft auch als $0xb$ geschrieben, wobei das $0x$ auf die hexadezimale Schreibweise hinweist. Jede Stelle der Zahl $(1011)_2$ hat den Wert der entsprechenden 2er-Potenz. Somit hat die erste Ziffer ganz rechts als entsprechende Potenz $2^0=1$.

Multipliziert man jede Ziffer mit der entsprechenden Potenz, ergeben sich für die weiteren Ziffern von rechts nach links: $1*2=2$, $0*4=0$ und $1*8=8$. Es ergibt sich 11 als Summe der Ergebnisse. Die Dezimalzahl 11 wird dann ins Hexadezimalsystem (Basis 16) umgewandelt, indem sie durch 16 geteilt wird. Da $11:16=0$ den Rest 11 hat, ist das Resultat der Buchstabe b.

Berechne, welches Symbol in hexadezimaler Schreibweise das Binärwort $(101011111111110)_2$ darstellt.

- A Oxdead
- B Oxaffe
- C Oxbeef
- D Oxleet

Aufgabe 5

Ein Scan-Code hilft beim Stimmenausrufen im Bundestag

Der deutschen Politik wird oft vorgeworfen, in der Digitalisierung hinterherzuhängen. Bei der Stimmabgabe im Bundestag wurde jedoch vor einigen Jahren ein erster Schritt zur digitalen Stimmabgabe bei der Abstimmung über Gesetzesentwürfe gegangen. Jeder Bundestagsabgeordnete verfügt bei Abstimmungen über einen Satz an blauen (JA), roten (NEIN) und weißen (ENTHALTUNG) Plastikkarten im Kreditkartenformat, auf die ein Strichcode aufgedruckt ist. Der Strichcode kodiert neben der Farbe der Karte den Abgeordneten und die Zugehörigkeit zu einer Fraktion. Bei einer Abstimmung werfen die Abgeordneten eine dieser Karten in die Wahlurne. Die namentliche Abstimmung wird anschließend mittels der Barcodes digitalisiert.

So kannst du übrigens im Internet (<https://www.bundestag.de/abstimmung>) nach jeder Abstimmung sehen, wie jeder Abgeordnete (beispielsweise aus deinem Wahlkreis) abgestimmt hat.

Barcodes, oder auch Strichcodes gibt es in unterschiedlichen Längen und Standards. Ein weit verbreiteter Strichcode ist der EAN-13, der beispielsweise auch auf der Rückseite von Büchern zu finden ist, wo die ISBN (International Standard Book Number) kodiert ist. Der EAN-13-Code hat 12 Ziffern (aus den Zahlen 0-9) sowie eine Prüfziffer. Die Prüfziffer hilft, falsch gelesene oder gedruckte Barcodes zu erkennen.

Notiere, wie viele unterschiedliche Symbole sich mit einem EAN-13-Barcode darstellen lassen. Vernachlässige dabei die Prüfziffer. Hinweis: Betrachtet man die Ziffern 0-9, so sind es 10 Zahlen.

- A 13 Symbole
- B 2^{13} Symbole
- C 10^{12} Symbole
- D 13^3 Symbole

Aufgabe 6

Mehr Halbleiterproduktion in Europa und Deutschland

Mikrochips rücken immer mehr in den Vordergrund politischer Entscheidungen und entsprechender Nachrichtenmeldungen. Zurzeit stellt Taiwan (ca. 24 Mio. Einwohner) ungefähr 60 % der weltweiten Mikrochips her. Seit Jahrzehnten strebt China eine notfalls gewalttätige „Wiedervereinigung“ mit Taiwan an. Sollte jedoch die Produktion und Versorgung mit Mikrochips abreißen, könnten weltweit kaum noch Produkte hergestellt werden, die auf die kleinen Bausteine angewiesen sind. Spätestens seit dem Angriff Russlands auf die Ukraine ist man daher politisch bemüht, die Produktion global besser zu verteilen. Dementsprechend investieren die USA und Europa zwei- bis dreistellige Milliarden Euro/ Dollar-Beträge in den Aufbau lokaler Halbleiterfertigungen.

Deutschland ist eines der führenden Länder bei der Ansiedlung von Fabriken zur Produktion von Halbleitern, welche mit Steuergeld subventioniert werden. Diese Fabriken werden mehrere Tausend Mitarbeiter*innen benötigen, die es gilt, in den kommenden Jahren an Universitäten oder im Rahmen einer Ausbildung auszubilden.

Aufgabe 7

Mikrotechnologe/Mikrotechnologin – Am Puls der Mikroelektronik

Du kannst dir einen Job im Bereich der Mikroelektronik vorstellen? Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten, in diese Branche mit besten Berufsaussichten einzusteigen.

Eine Möglichkeit ist das Studium der Elektrotechnik oder verwandter Ingenieursstudiengänge. Im Laufe des Studiums kannst du dich dann an vielen Hochschulen oder Universitäten auf die Mikroelektronik oder Mikrosystemtechnik spezialisieren. Am Ende kannst du beispielsweise neuartige, noch kleinere Technologien entwickeln oder an den analogen oder digitalen Schaltungen auf diesen Mikrochips forschen und entwickeln.

Die Produktion dieser Halbleiter ist ebenfalls höchst relevant. Durch den Zubau diverser neuer Fabriken in Deutschland, Europa und weltweit werden immer mehr Mikrotechnolog*innen gesucht. Während und nach deiner Berufsausbildung erwartet dich hier ein vielfältiges Spektrum an Aufgaben in den Reinräumen und Laboren der Halbleiterfabriken.

Recherchiere, welche der folgenden Unternehmen den Bau geplant haben bzw. bereits mit dem Bau von Halbleiterfabriken in Deutschland begonnen haben.

Es ist mehr als eine Antwort richtig.

- A** Intel in Magdeburg
- B** TSMC (als Joint Venture mit Bosch, Infineon und NXP) in Dresden
- C** Infineon-Erweiterung in Dresden
- D** Wolfspeed im Saarland

Gib an, welche der folgenden Aufgaben eine/n Mikrotechnolog*in im Beruf erwarten.

Es ist mehr als eine Antwort korrekt.

- A** Test, Vermessung und Analyse produzierter Halbleiter
- B** Halbleiterproduktion und -prozesse überwachen
- C** Kontrollaufgaben im Reinraum
- D** Durchführung von chemischen oder physikalischen Experimenten

Aufgabe 8

Logistik in einer Halbleiterfabrik

In einer Halbleiterfabrik, kurz „Fab“, werden Millionen Mikrochips am Tag produziert. Die Basis all dieser Mikrochips sind sogenannte Wafer: kreisrunde, dünne Scheiben aus ein-kristallinem Silizium. Silizium ist der Hauptbestandteil von Sand.

Anschließend werden mit den unterschiedlichsten Gerätschaften neue Schichten aufgebracht, Teile davon wieder weggeätzt, Ionen auf die Scheibe geschossen oder es wird mit einem Plasmastrahl die Oberfläche bearbeitet.

Wegen der extrem feinen Strukturgrößen darf bloß kein Fremdkörper auf diesen Scheiben liegen bleiben. Die Umgebung muss also vollständig staubfrei sein. Alle Maschinen stehen deshalb in sogenannten Reinräumen, bei denen ständig frische Luft von oben nach unten zirkuliert und damit den Staub weitgehend einfängt und direkt filtert. Alle Mitarbeitenden in den Reinräumen bedecken ihren Körper fast vollständig, um keine Körperpartikel auszustoßen. Selbst Möbelrollen unter Maschinen und Containern und ähnliches müssen reinraumzertifiziert sein, damit sie keinen Abrieb haben. Dennoch hat ein Reinraum der Klasse 5 noch immer max. 3,5 Partikel von mind. 0,5 µm Durchmesser pro Liter Luftvolumen. Mit kleiner werdenden Technologiegrößen steigen somit auch die Anforderungen an die Reinräume.

Um die wertvollen Wafer vor der „dreckigen“ Luft im Reinraum zu schützen (innerhalb der Maschinen wird eine deutlich bessere Reinheit gewährleistet), werden diese in standardisierten Behälter transportiert – so genannte FOUPs (Front Opening Unified Pod).



Dort werden die Siliziumscheiben übereinander und voneinander getrennt abgelegt. Innerhalb der Maschine entnehmen und bestücken kleine Roboter die FOUPs. Der Transport der FOUPs zwischen den einzelnen Maschinen läuft über ein System an der Decke, das die FOUPs aufnimmt, transportiert und in der nächsten Maschine oder im Zwischenlager absetzt.

Recherchiere, was heutzutage die am meisten verbreiteten Durchmesser dieser Siliziumscheiben sind.

- A 100 bis 180 mm
- B 200 mm oder 300 mm
- C 250 mm
- D 400 mm

Aufgabe 9

Demokratie im Mikrochip

Demokratie kennt man vor allem als politisches System, in dem das Volk durch Wahlen Vertreter*innen bestimmt, die durch Mehrheitsbildung politische Entscheidungen treffen. Dadurch soll sichergestellt werden, dass die Meinung aller vertreten und Entscheidungen zum Wohle der Mehrheit getroffen werden (im Gegensatz zu autokratischen Systemen, wo die Meinung eines einzelnen nur dessen Interessen fördern kann).

Ein ähnliches demokratisches Prinzip findet sich in Mikrochips, die in sicherheits-kritischen Anwendungen zum Einsatz kommen, wie beispielsweise in Fahrzeugen, Flugzeugen oder Zügen oder extremer Strahlung ausgesetzten Objekten (z. B. Satelliten). Durch natürliche Strahlung kann die Ladung in einzelnen Transistoren verändert werden. Dadurch wird entweder der Speicherinhalt verändert oder eine gerade laufende Berechnung kompromittiert. Um das zu verhindern, können mehrere Recheneinheiten oder Speicher, die exakt das Gleiche berechnen oder speichern, kombiniert werden. Liegen diese Recheneinheiten an unterschiedlichen Stellen auf dem Chip, ist die Wahrscheinlichkeit, dass alle von einem Fehler gleichzeitig betroffen sind, geringer. Durch den Vergleich der Ergebnisse, die eigentlich gleich sein sollten, lassen sich Fehler erkennen und unter Umständen sogar korrigieren.

Bestimme, wie viele gleiche Recheneinheiten oder Speicher man mindestens benötigt, um einen Fehler zu erkennen.

- A 1
- B 2
- C 3
- D 4

Aufgabe 10

Fehlersuche bei defekten Chips

Stellt ein Kunde Fehler an einem ihm gelieferten Chip fest, wird er die Chips reklamieren und in der Halbleiterindustrie einen 8D-Report anfordern. Das Ziel dieser Methode ist es, den Fehler zu identifizieren, ihn kurzfristig einzudämmen und eine Lösung für die Zukunft zu erarbeiten. Die Ursache fehlerhafter Chips ist teilweise schwierig festzustellen, da ein Chip in teils über 100 unterschiedlichen Produktionsschritten hergestellt wird. Aus diesem Grund werden Chips regelmäßig bereits im Herstellungsprozess sowie an dessen Ende elektrisch und optisch vermessen, durchleuchtet oder anderweitig analysiert.

Dennoch schleichen sich ab und zu schwer zu diagnostizierende Fehler ein. Ein Beispiel: Ein großer deutscher Halbleiterhersteller hatte einmal eine fehlerhafte Lieferung von Chips an einen Kunden – und die Ursache des Fehlers lag tatsächlich in der Auslieferung per Flugzeug. Der Kunde in Asien musste die Chips sehr kurzfristig erhalten, daher wurden diese direkt aus dem Werk mit einem Kleinflugzeug zum nächstgelegenen größeren Frachtlogistikflughafen geflogen. Die Strahlung der Atmosphäre hatte allerdings die Chips dauerhaft, durch die für Kleinflugzeuge nicht ausreichend gesicherte Verpackung, beschädigt.

Auch verunreinigte Chemikalien im Produktionsprozess oder andere Umgebungsparameter können einen signifikanten Einfluss auf die Qualität der Mikrochips haben. Mit der 8D-Methode werden solche Fehler strukturiert erfasst und korrigiert. Die Methode gliedert sich in die folgenden Schritte:

- D1: Team aufstellen
- D2: Problem beschreiben
- D3: Einführung von Notfallmaßnahmen
- D4: Ursache identifizieren
- D5: Auswahl und Überprüfung von Abhilfemaßnahmen
- D6: Umsetzung und Validierung von Abhilfemaßnahmen
- D7: Fehlerwiederholung verhindern
- D8: Dokumentation und Teamerfolg feiern

Entscheide, was eine mögliche Notmaßnahme (D3) zu Beginn des 8D-Reports sein könnte, wenn jahrelang zuvor problemlos Chips ausgeliefert wurden.

- A Auslieferung weiterer Chips verhindern
- B Rückruf aller jemals von diesem Typen ausgelieferten Chips
- C In der Literatur nach einer Lösung für diesen Fehler suchen
- D Aufgeben, solche Fehler findet man niemals

Aufgabe 11

Mikroelektronik oder Nanoelektronik?

Vergleicht man die Spezifikationen / Datenblätter modernster Halbleiterelemente, finden sich dort meistens Angaben zur verwendeten Technologie, beispielsweise 12 nm oder 7 nm (Technologieknoten). Diese Angaben beziehen sich auf die Fertigungstechnologie, mit der die winzigen Transistoren auf einem Computerchip hergestellt werden. „Winzig“ kann etwa 1000-mal dünner als ein Haar sein. Je kleiner die Bauteile sind, desto mehr können davon auf einem Chip verbaut werden. So können Computerchips kleiner, schneller und energieeffizienter gemacht werden. Der neueste Apple-Prozessor des iPhone verwendet beispielsweise den aktuell modernsten Technologieknoten von 3 nm zur Produktion.

Zum Vergleich: der erste Pentium-4-Prozessor von Intel, vorgestellt im Jahr 2000, verwendete einen 180-nm-Prozess. Einige Jahrzehnte davor lag diese Größe noch im Bereich von Mikrometern und die für die Produktion notwendigen Masken konnten sogar noch mit einem Cuttermesser auf dem Schreibtisch hergestellt werden.

In der Vergangenheit kennzeichnete diese Angabe die Länge des Kanals zwischen den beiden Anschlüssen Source und Drain, zwischen denen der tatsächliche Strom fließt. Dieser Kanal liegt direkt unterhalb des sogenannten Gates, das durch eine Steuerspannung

die Leitfähigkeit des Kanals bestimmt. Mit zunehmend kleiner werdenden Technologieknoten sind manche Schichtdicken innerhalb der Transistoren lediglich eine Atomschicht dick. Durch die Verwendung neuartiger Materialien mit beispielsweise besonders hoher oder niedriger Dielektrizitätskonstante oder neue Geometrien der Transistoren (planar, FinFET, GAA-FET) wird die Leistungsfähigkeit immer weiter erhöht und der Technologieknoten gibt nur noch die „äquivalente“ Kanallänge an.

Weil die Technologieknoten mittlerweile jedoch bei 3 nm in der Produktion liegen und 2 nm fast fertig entwickelt wurde, wechselt man demnächst auf die Einheit Angström (\AA), wobei $1 \text{ nm} = 10 \text{\AA}$. Ein Atom hat ungefähr die Größe 1\AA .

Bestimme, wie viele Atome der Durchmesser eines feinen menschlichen Haares misst, das $50 \mu\text{m}$ dick ist, wenn ein Atom im Haar zur Vereinfachung 1\AA im Durchmesser hat (ohne Lücken zwischen Atomen).

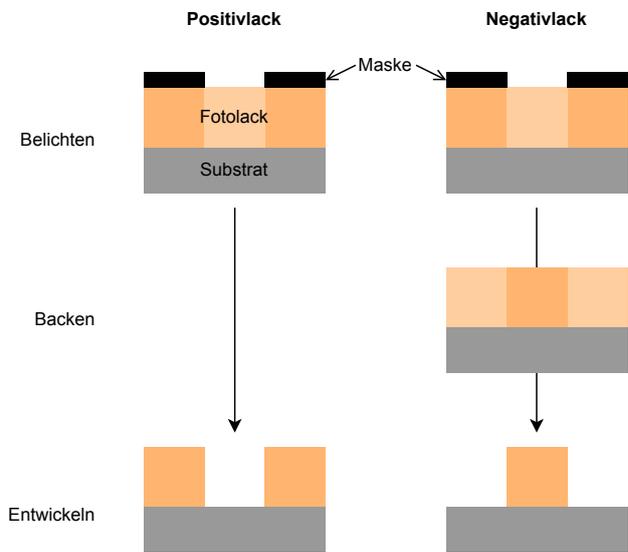
Hinweis: μm ist die Abkürzung für Mikrometer und $1 \mu\text{m} = 1.000 \text{ nm}$.

- A** 5.000
- B** 50.000
- C** 500.000
- D** 5.000.000

Aufgabe 12

Herstellung von Transistoren in Mikrochips

Mikrochips integrieren Tausende bis Milliarden von Transistoren (Schaltern) auf einer Fläche von wenigen Quadratmillimetern bis zu Quadratzentimetern. In den Reinräumen einer Chipfabrik, meist kurz „Fab“ (von Semiconductor Fabrication Plant) genannt, werden diese Mikrochips – ausgehend von einer dünnen Scheibe Silizium – durch Hunderte aufeinanderfolgende Prozessschritte hergestellt. Die Produktion erfolgt Schicht für Schicht von unten nach oben. Ganz unten liegen meistens die Transistoren, die mehrere Bearbeitungsschritte benötigen. Darüber liegen dann mehrere Leiterbahnen, die die Transistoren miteinander verschalten, Spannung zur Verfügung stellen oder das Taktsignal übertragen. Die Baupläne mit der konkreten Verschaltung der internen Transistoren und Leiterbahnen (Masken) werden der Chipfabrik bereitgestellt und mit massivem Rechen- und Optimierungsaufwand berechnet.

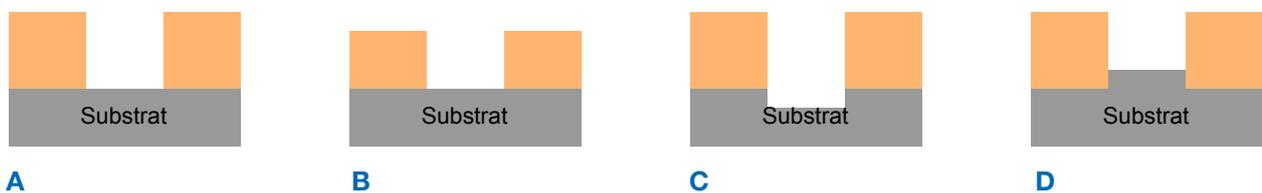


In der Produktion wird häufig die gleiche Prozessreihenfolge durchlaufen:

- 1) Material aufbringen
- 2) Fotolack aufbringen
- 3) Fotolack durch Maske belichten
- 4) Fotolack entwickeln
- 5) Fotolack spülen
- 6) Ätzen

Es gibt Positiv- und Negativlacke, die bestimmen, ob die belichteten oder unbelichteten Bereiche durch Spülung entfernt werden. Beide sind in der folgenden Abbildung dargestellt. Dieser Belichtungsprozess wird übrigens fachsprachlich als Lithografie bezeichnet und benötigt die komplexesten und teuersten Maschinen in der Fabrik.

Recherchiere, wie das Substrat nach dem Ätzen aussieht, wenn Positivlack verwendet wurde und der Fotolack vollständig immun gegenüber der Ätzsäure ist?



A

B

C

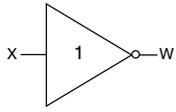
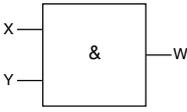
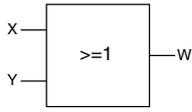
D

Aufgabe 13

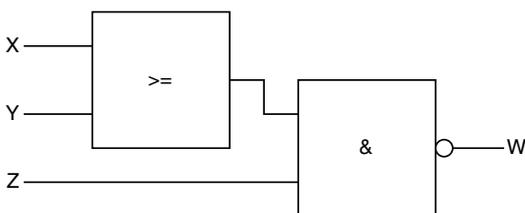
Gatterschaltung

Logikfunktionen bilden die Grundlage für digitale Schaltungen und Computersysteme. Sie arbeiten mit Werten, die entweder wahr (true) oder falsch (false) sind. Beispielsweise gibt es in Computern Milliarden von „Schaltern“ (sie werden Transistoren genannt), die mit diesen Logikfunktionen arbeiten und im Hintergrund entscheiden, was passiert, wenn bestimmte Tasten auf der Tastatur gedrückt werden. Logikfunktionen können auf unterschiedliche Weise dargestellt werden. Dazu zählen beispielsweise Schaltpläne (englisch: Schematic) oder Wahrheits- / Logiktabellen. In der Logiktablette sind für alle möglichen Belegungen der Eingänge die Werte des oder der Ausgangssignale tabellarisch aufgelistet. Bei N Eingangssignalen weist eine vollständige Logiktablette 2^N Zeilen mit jeweils innerhalb der Tabelle einer einzigartigen Eingangsbelegung auf. Der Schaltplan enthält zusätzliche Informationen zur technischen Realisierung der Funktion, die in einer Tabelle nicht dargestellt werden können. In vielen Fällen, beispielsweise beim Vergleich von zwei Schaltungen bezüglich ihrer Funktion, ist eine Logiktablette aber ausreichend.

Es gibt drei Grundgatter, aus denen beliebige Logikfunktionen erstellt werden können: NICHT (NOT), UND (AND) sowie ODER (OR). NICHT kehrt den Wert der Eingabe um. Wenn die Eingabe wahr ist, wird falsch zurückgegeben und umgekehrt. UND gibt wahr zurück, wenn alle Eingaben wahr sind. ODER gibt wahr zurück, wenn mindestens eine der Eingaben wahr sind. Die dazugehörigen Symbole und Wahrheitstabellen findest du unten, wobei „x“ beziehungsweise „y“ die Eingangsseite (linke Seite) und „w“ der Ausgang (rechte Seite) ist. Kreise am Ein- oder Ausgang eines Gatters negieren jeweils den entsprechenden Ein- oder Ausgang, d. h. sie ändern also eine „1“ in eine „0“ und umgekehrt.

Gatter	NICHT (NOT)	UND (AND)	ODER (OR)																																				
Symbol																																							
Wahrheitstabelle	<table border="1"> <thead> <tr> <th>X</th> <th>W</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	X	W	0	1	1	0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>X</th> <th>Y</th> <th>W</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	X	Y	W	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	<table border="1"> <thead> <tr> <th>X</th> <th>Y</th> <th>W</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	X	Y	W	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
X	W																																						
0	1																																						
1	0																																						
X	Y	W																																					
0	0	0																																					
0	1	0																																					
1	0	0																																					
1	1	1																																					
X	Y	W																																					
0	0	0																																					
0	1	1																																					
1	0	1																																					
1	1	1																																					

In der Abbildung ist eine Schaltung mit drei Eingängen X, Y und Z sowie Ausgang W gegeben.



Vervollständige die Logiktablette.

Tipp: Du kannst zunächst NOT W bestimmen, um dann W zu erhalten.

X	Y	Z	W
0	0	0	?
0	0	1	?
0	1	0	?
0	1	1	?
1	0	0	?
1	0	1	?
1	1	0	?
1	1	1	?

Aufgabe 14

Energieverbrauch Künstlicher Intelligenz

Spätestens seit dem durchschlagenden Erfolg von ChatGPT hat „Künstliche Intelligenz“ breite Popularität erreicht, denn diese Anwendung des Maschinellen Lernens hat innerhalb von etwa zwei Monaten und somit schneller als jede andere Internet-Plattform zuvor die Nutzermarke von 100 Millionen überschritten. Auch davor befanden sich bereits zahlreiche Anwendungen des Maschinellen Lernens, insbesondere in der Bildverarbeitung, im Einsatz. Soziale Netzwerke können automatisch erkennen, mit wem man gemeinsame Fotos erstellt, Filter verschönern aufgenommene Selfies oder die Tastatur auf dem Smartphone schlägt einem bereits mögliche Antworten auf einkommende Nachrichten vor. Auch die Künstliche Intelligenz zur Bestimmung der Vorschläge der großen Video-Streaming-Plattformen gehört zu dieser Klasse von Algorithmen.

Das Maschinelle Lernen gliedert sich in zwei Schritte. Zuerst wird ein Algorithmus mit großen Datensätzen „trainiert“. Dabei werden automatisch Muster erlernt, in dem die vorgesehene Antwort/Ausgabe des Algorithmus mit jeder Trainings-Iteration besser an das gewünschte Ergebnis angepasst wird. Der Algorithmus lernt zu imitieren. In der Anwendung wird meistens lediglich die so genannte „Inferenz“ benötigt – hierbei werden neue (unbekannte) Eingangsdaten angelegt und die Ausgabe berechnet (zum Beispiel erkannte Gesichter oder empfohlene Videos).

Der Energieverbrauch steigt für beide Schritte, Training und Inferenz, mit der Menge der Parameter solcher Algorithmen – GPT-4 hat über 1.700.000 Millionen (also 1,7 Trilliarden) Parameter, die gelernt werden müssen. Das liegt insbesondere daran, dass in dieser frühen Zeit dieser Algorithmen noch keine hochgradig optimierten (spezialisierten) Hardware-Architekturen zur Verfügung stehen, die die Geschwindigkeit erhöhen und den Energieverbrauch senken könnten, denn das ginge nur auf Kosten der Flexibilität.

Exemplarisch ist der Energieverbrauch von 100 Mio. Nutzern eines derartigen Algorithmus gesucht, welche einmal täglich eine Anfrage senden. Jede Ausführung benötigt 6,8 Wh Energie zur Berechnung.

Wie vielen Haushalten entspricht der Strombedarf der genannten Nutzer, wenn ein durchschnittlicher Haushalt in Deutschland einen jährlichen Energiebedarf von 3.000 kWh hat?

- A 226 Haushalte
- B 1.216 Haushalte
- C 12.166 Haushalte
- D 82.733 Haushalte

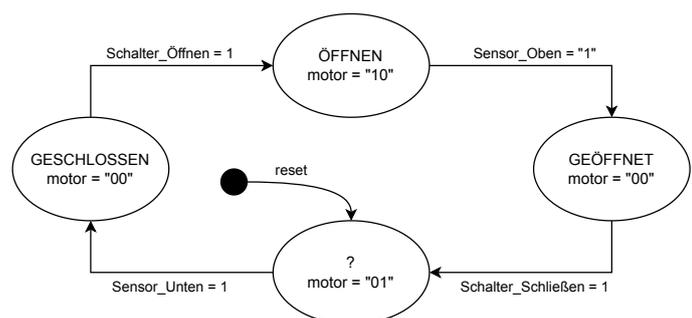
Aufgabe 15

Automat

Bei einer Logikfunktion ist die Ausgabe ausschließlich über die Eingangswerte und die Funktion selbst definiert. Diverse Anwendungen machen aber die Berücksichtigung des aktuellen Zustands notwendig (Beispiele: erreichtes Level in einem Spiel, bereits eingeworfenes Geld in einem Automaten). In solchen Fällen können Zustandsübergangsdiagramme bei der Entwicklung unterstützen.

In der nebenstehenden Abbildung ist ein Zustandsübergangsdiagramm eines Rollladens dargestellt.

Auf der linken Seite ist der Zustand geschlossen dargestellt – der Motor ist in diesem Zustand ausgeschaltet. Wird der Schalter zum Öffnen gedrückt (Schalter_Öffnen = 1), wechselt der Automat in den Zustand ÖFFNEN (motor = „10“). Sobald der obere Anschlag (Sensor_Oben = „1“) meldet, wechselt der Automat in den Zustand GEÖFFNET und der Motor wird ausgeschaltet. Wird der Schalter_Schließen betätigt, erfolgt erneut ein Zustandswechsel, bis der Sensor_Unten auslöst.



Deute, welcher Zustand mit „?“ gekennzeichnet ist.

- A FEHLER
- B ÖFFNEN
- C LED BLINKEN
- D SCHLIESSEN

Aufgabe 16

Beschreibungssprachen verstehen und ausführen

In den vergangenen Jahrzehnten hat sich nicht nur die Leistungsfähigkeit von Prozessoren und anderen Mikrochips massiv gesteigert, sondern damit verbunden auch ihre Komplexität. Zu Beginn der Computertechnik konnten Programme noch auf Lochkarten gestanzt werden und die „Programmiererin“ oder der „Programmierer“ musste sich zu jedem Taktzyklus bewusst sein, welcher Schalter (damals Relais, heute Transistoren) leitfähig und welcher geöffnet sein sollte. Doch bei Milliarden Schaltern (Transistoren) ist diese Komplexität für eine/n Programmierer*in nicht mehr beherrschbar.

Aus diesem Grund entwickeln sich auch Programmiersprachen kontinuierlich weiter. Von der Lochkarte ganz am Anfang über die Assemblerprogrammierung und die Programmiersprache C verwenden heute immer mehr Programmierer*innen noch weiter abstrahierende Programmiersprachen wie Python. Diese werden anschließend mit Hilfe eines Compilers in für Mikroprozessoren ausführbare Formate überführt.

Wusstest du, dass der erste Compiler damals von Admiral Grace Murray Hopper im Jahr 1949 entwickelt wurde? Nach ihrer aktiven Zeit in der US Army, wo sie im Zweiten Weltkrieg diente, entwickelte sie im Anschluss den ersten Compiler, um symbolische

mathematische Formeln zu übersetzen. Die erste bekannte Person, die einen Computer programmiert hat, war auch eine Frau. Ada Lovelace entwickelte in den 1840er Jahren eine Schrittfolge zur Berechnung der Bernoulli-Zahlen, was heute als erstes Computerprogramm gilt und damals auf einem mechanischen Rechner ausgeführt wurde.

Auch bei der Beschreibung von Hardware haben sich solche abstrahierenden Beschreibungssprachen gegenüber der Beschreibung durch Schaltpläne durchgesetzt. Sie lassen sich einfacher verändern (zum Beispiel: Bitbreite verändern) und von Computern verarbeiten. Im Rahmen des INVENT a CHIP-Wettbewerbs wird in der Online-Challenge und anschließenden FPGA-Beschreibung die Hardwarebeschreibungssprache VHDL eingesetzt.

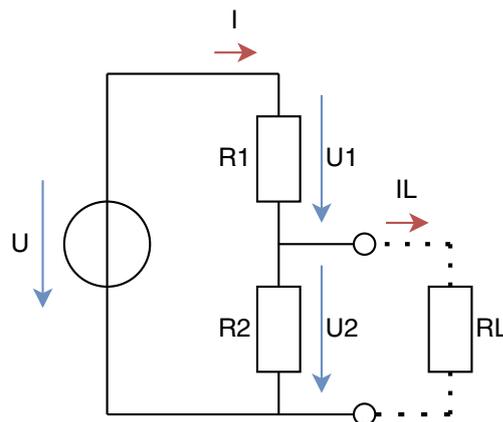
Recherchiere, wofür die Abkürzung VHDL steht.

- A** Volatile Hardware Description Language
- B** Vegan Hardware Description Language
- C** Very High-Speed Integrated Circuit Hardware Description Language
- D** Visionary Hardware Description Language

Aufgabe 17

Spannungsteiler

Elektronische Geräte benötigen eine Spannungsquelle mit einer definierten Spannung. Mobile Messgeräte und Sensoren werden häufig von nur einer Spannungsquelle gespeist, die zum Beispiel durch zwei in Reihe geschaltete 1,5-V-Mignon-Zellen (AA-Batterie) und der daraus resultierenden Gesamtspannung von 3 V gebildet werden kann. Für manche mobile Sensoren ist allerdings eine Signalanpassung, d. h. die Herabsetzung der Versorgungsspannung notwendig, da sie bei kleineren Spannungen arbeiten. Diese Signalanpassung kann man mit einem Spannungsteiler erzeugen. Dabei unterscheidet man zwischen einem belasteten und einem unbelasteten Spannungsteiler. Im unbelasteten Fall ist der Lastwiderstand R_L also nicht angeschlossen. In der unten dargestellten Schaltung haben die Widerstände R_1 und R_2 denselben Wert. Somit sind die Teilspannungen U_1 und U_2 gleich groß und haben die halbe Versorgungsspannung U .



Berechne, welche der folgenden Aussagen richtig ist, wenn alle drei Widerstände R_1 , R_2 und R_L denselben Wert haben und der Lastwiderstand angeschlossen wird?

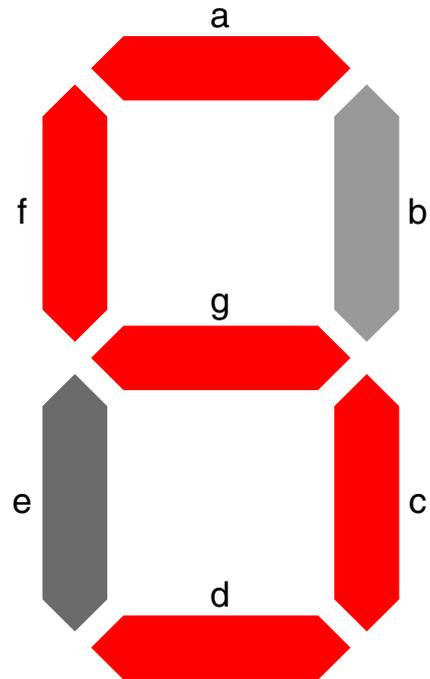
- A** Der Gesamtstrom I sinkt auf die Hälfte.
- B** Die Teilspannung U_2 sinkt von $U/2$ auf $U/3$.
- C** Die Teilspannung U_2 verdoppelt sich.
- D** Die Teilspannung U_2 sinkt von $U/2$ auf $U/4$.

Aufgabe 18

Ansteuerung von 7-Segment-Anzeigen

Auf vielen FPGA-Evaluationssystemen stehen 7-Segment-Anzeigen zur Darstellung von Dezimalzahlen zur Verfügung. Dabei kann jeder Leuchtstab, also jedes Segment mit den hier angegebenen Buchstaben-Bezeichnungen, einzeln angesteuert werden.

Du bist für die Entwicklung der Logikfunktion verantwortlich, die das Signal c generiert und die bei folgenden Dezimalwerten 0, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 aktiviert sein soll. Das Eingangssignal „zahl“ wird dabei mit 4-Bit binär codiert und du kannst auf die einzelnen Bits von 0 bis 3 mit dem Klammeroperator zahl(Bit) zugreifen. Das niedrigwertigste Bit ist dabei zahl(0).



Eine Recherche im Internet hat dir vier unterschiedliche VHDL-Beschreibungen geliefert. Finde die korrekte Beschreibung für das Signal c.

Tipp: Du kannst für die 4-Bit Eingangszahl eine Wahrheitstabelle für das Signal c erstellen und mit den unterschiedlichen Lösungsmöglichkeiten vergleichen.

- A** $c = (\text{NOT zahl}(2) \text{ AND NOT zahl}(0)) \text{ OR } (\text{zahl}(1) \text{ AND NOT zahl}(0))$
- B** $c = (\text{zahl}(3) \text{ AND NOT zahl}(2)) \text{ OR NOT zahl}(1)$
- C** $c = \text{zahl}(0) \text{ OR } (\text{NOT zahl}(1) \text{ AND zahl}(2)) \text{ OR NOT zahl}(2)$
- D** $c = \text{zahl}(0) \text{ OR NOT zahl}(1) \text{ OR zahl}(2)$

Aufgabe 19

Realisierung von logischen Funktionen auf FPGAs

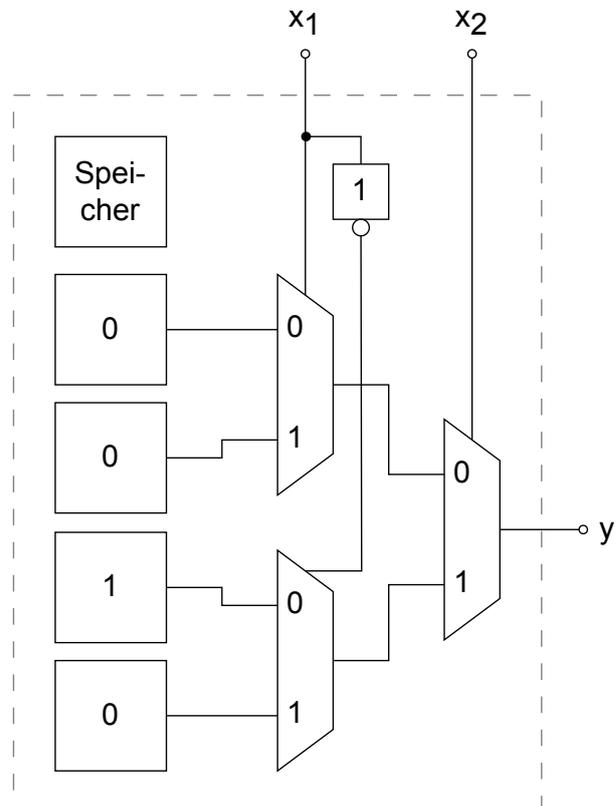
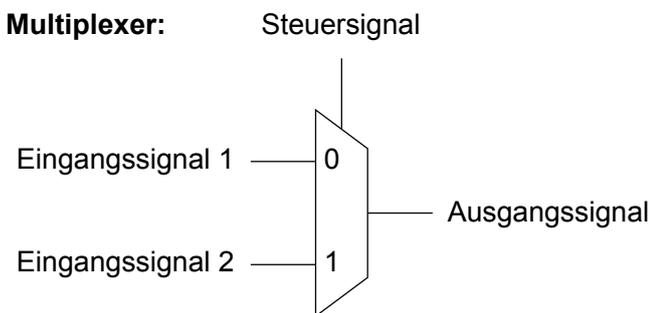
Die Herstellung von Chips ist sehr teuer und dauert mehrere Monate. Deshalb verifizieren alle Chiphersteller die Funktion ihrer Chips, bevor sie diese zur Produktion in eine Fab geben. Die Simulation von Chips mit Milliarden von Gattern ist sehr langsam, weshalb die sogenannte Emulation bevorzugt wird. Hierbei wird die Schaltung des zu validierenden Chips auf einem rekonfigurierbaren Baustein abgebildet und dort ausgeführt.

Ein FPGA (Field Programmable Gate Array) ist eine solche rekonfigurierbare Schaltung, das heißt, die tatsächliche Funktion kann durch einen Anwender mit Hilfe einer Hardwarebeschreibungssprache festgelegt und auch wieder verändert werden. Wesentliche Elemente eines FPGAs sind Felder aus Basisblöcken, die durch spezielle Verbindungsstrukturen miteinander verknüpft sind.

Jeder dieser Basisblöcke besteht aus programmierbaren Tabellen (engl.: LUT, Lookup Table), in die beliebige logische Funktionen abgelegt werden können. Durch das entsprechende Programmieren vieler einzelner Tabellen lassen sich so sehr komplexe Funktionen auf einem FPGA realisieren. Die Tabellen sind so aufgebaut, dass die im Speicher abgelegten Tabellenwerte durch die von den Eingangssignalen bzw. den invertierten Eingangssignalen gesteuerten Multiplexer („Auswähler“) selektiert werden. Dabei schaltet ein Multiplexer in Abhängigkeit des Steuersignals einen der Multiplexereingänge an den Ausgang des Multiplexers weiter. Für jede Eingangsbelegung kann somit in der Tabelle die entsprechende Speicherposition der Tabelle ausgewählt und an den Ausgang y weitergegeben werden. Da jede der vier möglichen Eingangskombinationen (jeweils logische Werte 1 und 0 für Eingang x_1 und x_2) dabei nur einmal auftritt, ist die Tabelle bezüglich der realisierten Funktion eindeutig.

Bestimme, welche logische Funktion in dem Basisblock mit den Eingängen x_1 und x_2 und dem Ausgang y realisiert wird.

- A** AND
- B** OR
- C** XOR
- D** NOR



Aufgabe 20

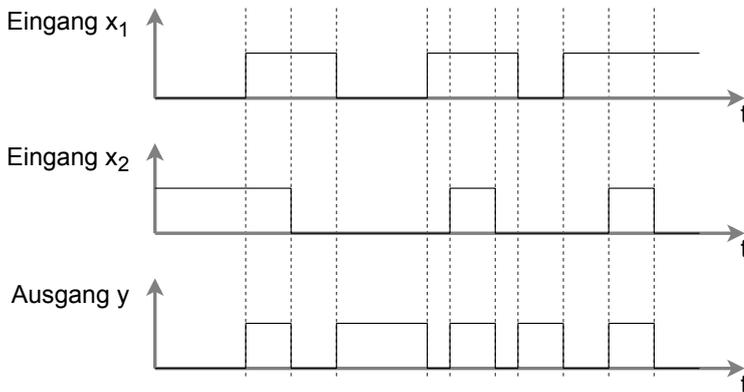
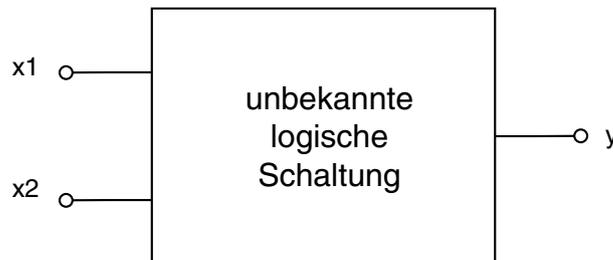
Unbekanntes Gatter

Mikrochips werden nach der Produktion in den meisten Fällen in ein schwarzes Plastikgehäuse gegossen, das sogenannte Package. An den äußeren Kanten oder unterhalb des Chips befinden sich kleine Kontakte bzw. Lötunkte zur elektrischen Verbindung auf einer Platine oder zur direkten Verlotung mit einem Draht. Dieses Package dient nicht nur dem mechanischen Schutz der Schaltung. Strahlung, wie z. B. Licht, kann unter Umständen Einfluss auf die auf dem Chip abgebildete logische Schaltung nehmen und die Berechnungsergebnisse beeinflussen. Damit man bei den verschiedenen schwarzen Gehäusen weiß, welchen Chip man vor sich hat, sind die Gehäuse in der Regel beschriftet.



In einem Labor wurden mehrere Chips von einer Platine entfernt und dabei auch die Beschriftung beschädigt. Es ist bekannt, dass es sich um eines von vier möglichen Gattertypen handeln kann. Das OR- (ODER) Gatter ist immer dann „1“, wenn mindestens ein Eingang „1“ ist. Das EXKLUSIV-ODER- (XOR) Gatter hingegen nur dann, wenn genau ein Eingang „1“ ist. Das NOR- und XNOR-Gatter entsprechen dem

am Ausgang negierten OR- und XOR-Gatter. Um die Funktion des Gatters mit zwei Eingängen und einem Ausgang zu bestimmen, wurden die vier möglichen Eingangsbelegungen angelegt und der Ausgang beobachtet.



Untersuche, welches Gatter der unbekannte Baustein basierend auf dem gezeigten zeitlichen Verlauf der Spannungen implementiert.

- A OR
- B NOR
- C XOR
- D XNOR

www.invent-a-chip.de



Kontakt

Projektleitung
INVENT a CHIP
Anja Rottke
Tel. +49 171 4737350
iac@vde.com
www.invent-a-chip.de

Impressum



Verband der Elektrotechnik
Elektronik Informationstechnik e.V.
Merianstr. 28
63069 Offenbach am Main
service@vde.com
www.vde.com

Wissenschaftliche Betreuung



Partner von INVENT a CHIP 2024

