

INVENT a CHIP

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

VDE

Wettbewerb für Schüler*innen zum Chipdesign – IaC-Quiz

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.

Daher setzt **INVENT a CHIP** als bundesweiter Wettbewerb des VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. mit Förderung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit der Mikroelektronik auf diese wichtige Zukunftstechnologie. Mit INVENT a CHIP 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 (neu: das gilt für die Jahrgangsstufen 9 und 10) bzw. alle 20 Fragen (Jahrgangsstufen 11 bis 13) zur Elektronik 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 2022 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

Aufgabe 1

Mikrochips im Alltag

Jeden Tag nutzen wir viele Mikrochips, die sich in elektronischen Alltagsgegenständen verstecken. Diese integrierten Schaltkreise übernehmen dabei unterschiedlichste Aufgaben. Kleinste Chips steuern beispielsweise die Ladung von Akkus im Smartphone oder in Drohnen und können den aktuellen Ladezustand erfassen. Andere wiederum kontrollieren, steuern und regeln Prozesse in Kaffee- oder Waschmaschinen. Die größten Chips befinden sich unter anderem in Grafikkarten für anspruchsvolle Berechnungen von 3D-Grafik in Echtzeit.

Aus welchen Gründen werden Chips eingesetzt?

(Mehrere Antworten können korrekt sein.)

- A** Erhöhung des Bedienkomforts
- B** Überwachung und Steuerung
- C** Erhöhung der Energieeffizienz
- D** Unterhaltung

Aufgabe 2

Verifikation

Die Produktion eines Mikrochips ist teilweise sehr teuer. Dies hängt vor allem damit zusammen, dass für jeden Chip mehrere hundert Prozessschritte zur Herstellung nötig sind. Es ist daher im Vergleich zur Software-Entwicklung, wo im Nachhinein noch Updates möglich sind, sehr wichtig, vor Produktionsbeginn die korrekte Funktionalität zu überprüfen und sicherzustellen. Im Chipdesign wird dieser Schritt im Entwurfsprozess auch Verifikation genannt.

Welche der folgenden Techniken kann man der Verifikation zuordnen? (Mehrere Antworten können korrekt sein.)

- A** nach der Produktion des Chips die Spannung am Ausgang mit einem Multimeter messen
- B** formale Verifikation durch logische Überprüfung der abgebildeten Logikfunktionen
- C** Emulation auf einem FPGA, dessen Logikfunktionen frei konfigurierbar sind, vor der Produktion des Chips
- D** Simulation der Funktionsweise des Mikrochips mit einer Simulationssoftware

Aufgabe 3

Ziele setzen

Die Entwicklung eines neuartigen Mikrochips dauert von der Idee bis zur Produktion durchschnittlich zwischen 3 und 5 Jahren. Hierbei werden unterschiedliche Schritte im Entwicklungsprozess durchlaufen. Am Anfang steht die Idee, die oft auf den Bedürfnissen von möglichen Kunden oder Anforderungen an ein neuartiges, elektronisches Gerät basiert. Anschließend wird der Chip konkret spezifiziert, wobei alle Schnittstellen, Bestandteile und Funktionen schriftlich festgehalten werden. Erst dann beginnt der eigentliche Prozess der Entwicklung der Hardware-Module.

Formuliere die Bedeutung der einzelnen Buchstaben im Zusammenhang der Chip-Entwicklung.

- A** S
- B** M
- C** A
- D** R
- E** T

Eine aufwendige Phase ist die Verifikation, die kurz nach der Entwicklung bereits parallel beginnt und abgeschlossen sein muss, bevor ein Chip in das so genannte „Tape-Out“ geht. „Tape-Out“ bezeichnet den Meilenstein, an dem der „Bauplan“ des Chips an die Fabrik zur Produktion übergeben wird.

Damit man in so einem Prozess den Überblick nicht verliert, gibt es immer wieder Ziele, sogenannte Meilensteine. Alle Ziele, auch unabhängig von diesem Kontext, sollen laut Literatur SMART definiert sein.

Aufgabe 4

Moore'sches Gesetz

Der erste kommerzielle und sehr erfolgreiche Mikroprozessor wurde 1971 vom noch heute existierenden US-amerikanischen Unternehmen Intel unter dem Namen Intel 4004 vorgestellt. Dieser Prozessor arbeitete intern mit 4-bit breiten Datenwörtern und erreichte bereits Taktfrequenzen von 750 kHz.

Hergestellt wurde er in einer 10- μ m-Technologie. Die Technologie gibt den ungefähren Abstand zwischen den beiden Kontakten eines Transistors an, dessen Strom gesteuert wird. Durch neue Herstellungsverfahren und verbesserte Materialien wurde dieser Abstand immer kleiner und es können jetzt mehr Transistoren auf gleicher Fläche integriert werden. Heutige Transistoren werden in einer 5-nm-Technologie hergestellt.

Gordon Moore, Mitgründer von Intel, hat diese Verkleinerung der Technologie früh vorhergesagt und das Moore'sche Gesetz postuliert, welches besagt, in welchem zeitlichen Abstand sich die Anzahl der Transistoren bei gleicher Fläche verdoppelt.

In welchem zeitlichen Abstand können wir eine Verdopplung der Anzahl der Transistoren pro Mikrochip beobachten?

- A** 1 bis 2 Wochen
- B** 3 bis 4 Monate
- C** 18 bis 24 Monate
- D** 5 bis 6 Jahre

Aufgabe 5

Materialien

Seit einigen Monaten wird in den Nachrichten viel von der globalen Chip-Knappheit berichtet. Diese ist unter anderem dadurch entstanden, dass viele Menschen während der COVID-19-Pandemie neue Elektronik für das Homeoffice oder zur Unterhaltung gekauft haben. Die Nachfrage nach den in diesen Geräten enthaltenen Chips ist schnell angestiegen und die Chipfabriken kommen kaum mit der Produktion hinterher. Außerdem gab es Produktionsausfälle und die Lieferketten sind teilweise zusammengebrochen. Besonders ärgerlich ist es, wenn ganze Autos nicht mehr produziert werden können, weil einzelne Chips, beispielsweise für das Navigationssystem, den Fensterheber oder die Airbag-Steuerung nicht verfügbar sind.

In der Mikroelektronik muss man sich zum Glück wenig Sorgen vor einer Knappheit des Hauptrohstoffs für Mikrochips machen – denn welcher ist das? Nenne den Hauptrohstoff für Mikrochips.

- A** Lithium (Salz)
- B** Neodym (Metall der Seltenen Erden)
- C** Stahl (Eisen + Kohle)
- D** Siliziumdioxid (Sand)

Aufgabe 6

Transistoren

Die Grundelemente heutiger Chips sind Transistoren, also elektronische Schalter. Diese Transistoren sind im Grunde nichts anderes als spannungs- oder stromgesteuerte Widerstände. Der Widerstand eines solchen spannungs- oder stromgesteuerten Transistors kann durch eine veränderte Spannung oder durch einen Stromfluss verändert werden. Mit zwei verschiedenen definierten Steuerspannungen oder Strömen kann der Strom zwischen zwei Kontakten ein- oder ausgeschaltet werden – wie bei einem Schalter. Im Vergleich zum Schalter gibt es jedoch keinen mechanischen Prozess, der den Stromfluss kontrolliert.

Bevor die heutigen Transistoren aus Halbleitern hergestellt wurden, hat man ein ähnliches Verhalten mit Elektronenröhren erreicht. In diesen Glasröhren herrscht ein Vakuum und Elektronen fliegen frei von einem Glühdraht, von dem sie herausgeschleudert werden, zu einer Anode. Wird dazwischen ein Gitter eingebracht, kann über die Spannung des Gitters ebenfalls der Stromfluss gesteuert werden.

Nenne die Vorteile, die Halbleitertransistoren gegenüber Elektronenröhren bieten. (Mehrere Antworten können korrekt sein.)

- A** einfachere Verkleinerung für höhere Integrationsdichte
- B** günstigere Produktion
- C** höhere Robustheit
- D** geringere Temperaturabhängigkeit

Aufgabe 7

Chips im Pkw

In einem modernen Pkw befinden sich mehrere hundert Mikrochips für unterschiedlichste Funktionen. Das betrifft die Motorsteuerung (egal, ob Verbrennungs- oder Elektromotor), das Antiblockiersystem, Multimediatechnik, das Navigationssystem und selbst die Sitzverstellung. Aber auch die Lade- und Entladesteuerung von Elektrobatterien wird von Mikrochips kontrolliert.

In Autos werden besondere Anforderungen an die Robustheit von Mikrochips gestellt, damit diese auch nach Jahrzehnten im Einsatz und unter verschiedenen geografischen Bedingungen (zum Beispiel in der Wüste, in der Antarktis, oder auch auf einem Berg mit stärkerer Höhenstrahlung) funktionieren.

Welche der folgenden Normen müssen deshalb alle Mikrochips für die Automobilindustrie, nicht aber unbedingt Mikrochips für die Unterhaltungsindustrie, erfüllen?

- A** AEC-Q100
- B** RoHS
- C** CE
- D** FCC-Konformität

Aufgabe 8

Chip-Ausbeute

Integrierte Mikrochips werden auf runden Halbleiter-Scheiben (Wafern) hergestellt. Die Scheiben sind rund, weil sie aus einem gezüchteten Ein-Kristall gesägt werden. Durch Abscheidung wächst - ausgehend von einem sogenannten Impfkristall am Start – eine mehrere Meter lange Kristallstange mit einem Durchmesser von 300 mm, die anschließend in wenige Millimeter (bis 35 μm) dünne Scheiben geschnitten wird.

In der Chipfabrik wird diese Scheibe anschließend in vielen, teilweise mehreren hundert Schritten immer wieder strukturiert, dotiert, geschliffen, geätzt oder gereinigt. Bei diesen Prozessen ist es auch in einem Reinraum, in dem sich fast keine Fremdpartikel (Staub, Haare oder ähnliches) in der Luft befinden, kaum zu verhindern, dass ein Fehler passiert. Je nachdem, wo der Fehler auftritt, können unterschiedliche Einheiten auf dem integrierten Mikrochip defekt sein. Daher integrieren Hersteller sehr großer Chips, beispielsweise von Grafikkarten, typischerweise zusätzliche redundante Einheiten, die im Anschluss defekte Einheiten kompensieren können. Nach der Produktion werden daher alle Chips getestet und sortiert. Fehlerfreie und schnelle Chips können teurer verkauft werden, als solche, wo einzelne Einheiten defekt sind.

Es werden Chips mit einer Größe von 30 mm x 30 mm auf einem 300 mm-Wafer produziert. Zwischen den Chips gibt es keine Abstände. 5 % der Chips werden außerdem während der Prozessschritte kaputt gehen.

Berechne, wie viele funktionierende Chips durchschnittlich pro Wafer produziert werden können.

- A ca. 25
- B ca. 50
- C ca. 75
- D ca. 100

Hinweis: Zeichne alternativ einen Kreis mit den vorgegebenen Maßen und überprüfe, wie viele Chips dort hineinpassen.

Aufgabe 9

Messung der Stromstärke

In zahlreichen Anwendungen ist die Überwachung und Regelung elektrischer Ströme notwendig. In einigen Elektromotoren muss zum Beispiel aus dem Stromverlauf der richtige Zeitpunkt zur Umschaltung der Stromrichtung ermittelt werden. Die Spannung wird typischerweise mit einem Messgerät mit einem sehr hohen Innenwiderstand zwischen zwei Punkten gemessen. Für die Messung der Stromstärke müssen andere Messprinzipien angewandt werden.

Mit welchen Techniken kann die Stromstärke in einem Leiter gemessen werden? (Mehrere Antworten können korrekt sein.)

- A Hall-Sensor
- B Shunt-Widerstand
- C Ultraschall-Sensor
- D LiDAR

Aufgabe 10

Speichergröße

Künstliche Intelligenz ist in der Lage, in vielen Bereichen des Lebens Innovationen hervorzubringen. Am häufigsten wird hierbei die Methode des Maschinellen Lernens angewendet, bei der aus Trainingsdaten automatisierte Muster und Merkmale erlernt werden. Beispiele hierfür sind die Sprachassistenten in einem Smartphone oder personalisierte Werbung im Internet.

Je nach Anwendung ist die Menge der hierfür benötigten Daten unterschiedlich. Ein Modell zur Erkennung der Ziffern 0 bis 9 aus Bildern der Größe 48 x 48 Pixel benötigt zum Beispiel nur wenige MegaByte (MB) an Trainingsdaten. Für das Autonome Fahren werden hingegen Aufnahmen von vielen Millionen Kilometern von Fahrten und Sonderfällen durch mehrere Dutzend Sensoren gesammelt.

Ein Umweltschutzverein möchte einen Algorithmus des maschinellen Lernens für die Erkennung und Klassifikation von 307 heimischen Vögeln trainieren. Sie schätzen, hierfür 2.500 Bilder pro Vogelart zu benötigen. Jedes der Bilder wird auf eine Größe von 448 x 448 Pixel skaliert und speichert in jedem Pixel die RGB-Farbinformation (Rot, Grün, Blau) mit 3 x 8-Bit.

Berechne, wie groß die Festplatte mindestens sein muss, um die benötigte Menge an Trainingsdaten speichern zu können?

- A 128 GB
- B 256 MB
- C 512 GB
- D 2 TB

Hinweis: 8 Bit \cong 1 Byte

Aufgabe 11

Wahrheitstabelle

Die Funktionsweise einer digitalen Schaltung oder eines einfachen Logikgatters kann in Form einer Wahrheitstabelle dargestellt werden. In dieser wird tabellarisch für alle Kombinationen der Eingänge der entsprechende Wert des Ausgangs angegeben. Hier ist beispielhaft die Wahrheitstabelle eines UND-Gatters angegeben. Der Ausgang dieses Gatters ist immer dann logisch „1“, wenn alle Eingänge logisch „1“ sind (also zum Beispiel ein Eingang UND der andere Eingang).

Eingang A	Eingang B	Y = A UND B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Fülle die folgende Logikfunktion zu einem sogenannten NAND-Gatter aus. Dieses soll immer dann am Ausgang logisch „1“ sein, wenn nicht beide Eingänge „1“ sind.

Eingang A	Eingang B	Y = A NAND B
0	0	?
0	1	?
1	0	?
1	1	?

Aufgabe 12

Analog oder digital?

Videostandards zur Übertragung von Bildern von einer Kamera oder einem Computer auf einen Bildschirm haben sich in den letzten Jahren fortlaufend weiterentwickelt. War der Computer früher beispielsweise noch an einen Röhrenmonitor angeschlossen, dominieren heutzutage LCD-, TFT- oder auch OLED-Bildschirme. Außerdem wurde mit der Zeit die Auflösung, Farbtiefe und Bildwiederholrate immer weiter erhöht. Wir können die Signale zum Beispiel in analoge und digitale unterscheiden. Bei analogen Signalen wird zu einem Zeitpunkt der Farbwert durch eine analoge Spannung (beispielsweise zwischen 0 V und 5 V) dargestellt. Diese Signale sind unter anderem anfällig gegenüber Widerständen und Koppelkapazitäten im Kabel. Bei der digitalen Übertragung werden die Farbwerte binär kodiert übertragen – entweder sequenziell (in Reihe nacheinander) oder parallel. Für diese Übertragungstechnik sind höhere Frequenzen notwendig.

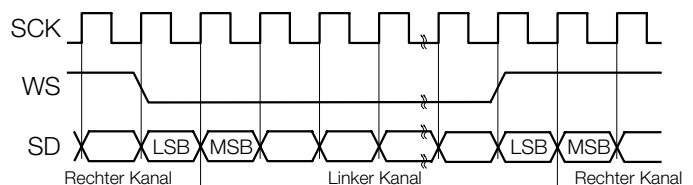
Unterteile die folgenden Video-Standards in analoge und digitale Bildsignalübertragung (Ankreuzen).

Analog?	Digital?	Video-Standard
		Composite Video
		VGA
		DVI
		HDMI

Aufgabe 13

Digitale Audio-Signalverarbeitung

Audio-Signale werden in vielfältiger Weise digital verarbeitet. Beispielsweise können in der Musikindustrie oder auf der Bühne unterschiedliche Effekte digital angewendet werden. Auch für die Übertragung der Sprache in einer Videokonferenz, zum Beispiel im Distanz-Unterricht, ist zunächst eine Verarbeitung des Audio-Signals, beispielsweise zur Rauschunterdrückung, notwendig.



Vom Mikrofon kommt ein analoges Signal über eine zweiadrige Leitung. Dieses Signal wird im Computer oder Smartphone als Erstes in ein digitales Signal gewandelt. Der Ausgang dieses Audio-Codec-Chips entspricht in der Industrie oft dem I2S-Standard. Ein Diagramm dieses seriellen Audiosignals ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

Die Grundlage stellt ein Taktsignal (SCK) dar, das periodisch zwischen logisch „1“ und logisch „0“ wechselt. Immer zum Zeitpunkt einer steigenden Taktflanke liegt auf der seriellen Datenleitung (SD) ein valides Bit des Audiosignals. Dieses wird sequenziell binär ausgehend von dem meistgewichteten (höchsten) Bit (MSB) bis zum LSB übertragen. Das dritte Word Select Signal (WS) zeigt zudem an, ob es sich um ein Wort des linken oder rechten Audiokanals handelt.

Ermittle die notwendige Taktfrequenz von SCK, um ein Stereo-Audiosignal in CD-Qualität mit 44,1 kHz und 16-bit-Auflösung zu übertragen.

(Hz)

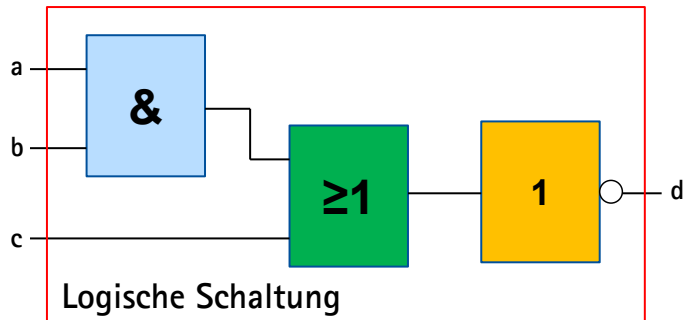
Hinweis: Ein Stereo-Audiosignal besteht aus 2 Kanälen.

Aufgabe 14

Logische Funktionen

In der folgenden Abbildung ist eine Schaltung auf Gatter-Ebene in der Schematic-Darstellungsform abgebildet. Sie besteht aus einem UND (&), einem ODER (≥ 1) Gatter und einem Inverter.

Logische Funktionen lassen sich aber nicht nur als Zeichnung, sondern auch als Formel darstellen. Hierbei werden die Symbole UND (\wedge), ODER (\vee) und ein Überstrich für die Negierung verwendet (NICHT A: \bar{a}).



Welche der folgenden logischen Funktionen entspricht der abgebildeten Schaltung?

- A $d = \overline{(a \wedge b)} \vee c$
- B $d = (a \wedge b) \vee c$
- C $d = (\bar{a} \wedge b) \vee c$
- D $d = (a \vee b) \wedge c$

Aufgabe 15

System-on-Chip

In vielen hochintegrierten, mobilen Geräten befinden sich so genannte System-on-Chips (SoC). Das sind Mikrochips, die mehrere unterschiedliche Hardware-Einheiten integrieren. Im Smartphone zählen dazu zum Beispiel:

- CPUs: Mikroprozessoren zur Ausführung des Betriebssystems etc.
- GPUs: Beschleunigung für Grafiken, zum Beispiel bei Spielen
- Modem: Verbindung zu mobilen Datennetzwerken (zum Beispiel LTE, 5G, ...)
- DSP: digitale Audiosignalverarbeitung
- NPU: Beschleunigung von Algorithmen des maschinellen Lernens, beispielsweise zur Verbesserung von Fotos, das Erkennen von Lächeln
- RAM und Cache-Speicher: Zwischenspeicher zum Ausführen von Programmen und Apps

Nenne mögliche Gründe, die dafür sprechen, ein integriertes System-on-Chip umzusetzen, anstatt die unterschiedlichen Einheiten in eigenen Chips auf einer Platine zu kombinieren? (Mehrere Antworten können korrekt sein.)

- A System-on-Chips sind kleiner.
- B System-on-Chips sind bei kleinen Stückzahlen günstiger als am Markt verfügbare Chips.
- C System-on-Chips sind einfacher in die Hardware zu integrieren.
- D System-on-Chips sind energieeffizienter.

Aufgabe 16

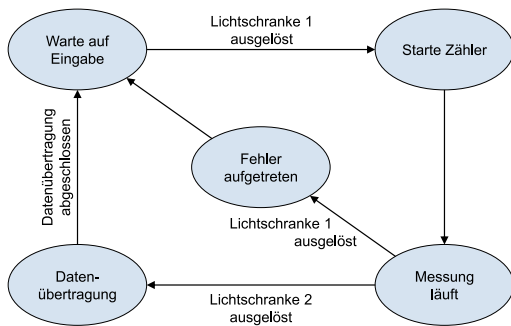
Zustandsübergangsdiagramm

In fast allen Mikrochips müssen zeitliche Abläufe beschrieben werden. Diese können beispielsweise in Zustandsübergangsdiagrammen dargestellt und spezifiziert werden. Diese beinhalten unterschiedliche Zustände, welche in Abhängigkeit eines Ereignisses gewechselt werden können.

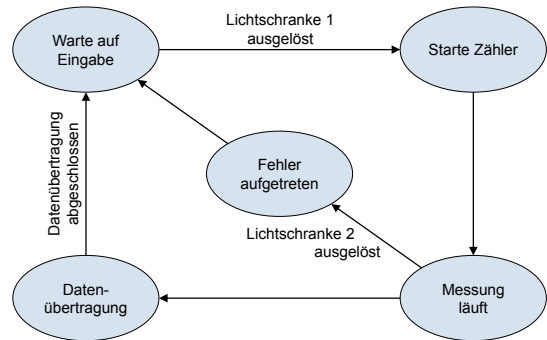
In dieser Aufgabe wird ein Mikrochip zur Messung der Laufzeit eines Objekts zwischen zwei Lichtschranken entwickelt. Der Chip kann zum Beispiel zur Messung der Geschwindigkeit von Läufern oder Fahrzeugen verwendet werden. Hierzu werden zwei Lichtschranken in einem bestimmten Abstand zueinander entlang der Mess-Strecke aufgestellt und es wird die Zeit zwischen den beiden Auslösungen gemessen.

Welches der folgenden Zustandsübergangsdiagramme beschreibt die Funktionsweise dieses Mikrochips korrekt?

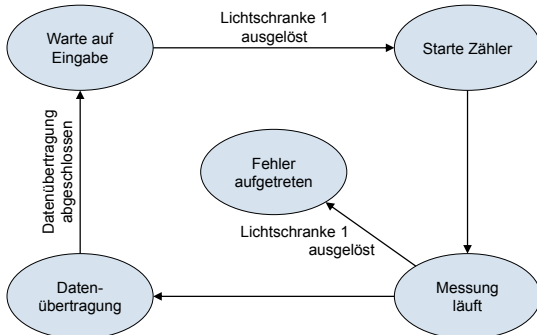
A



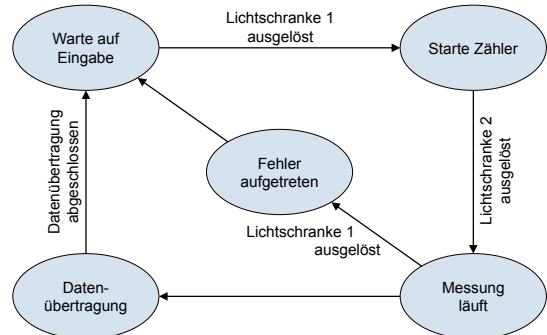
B



C



D



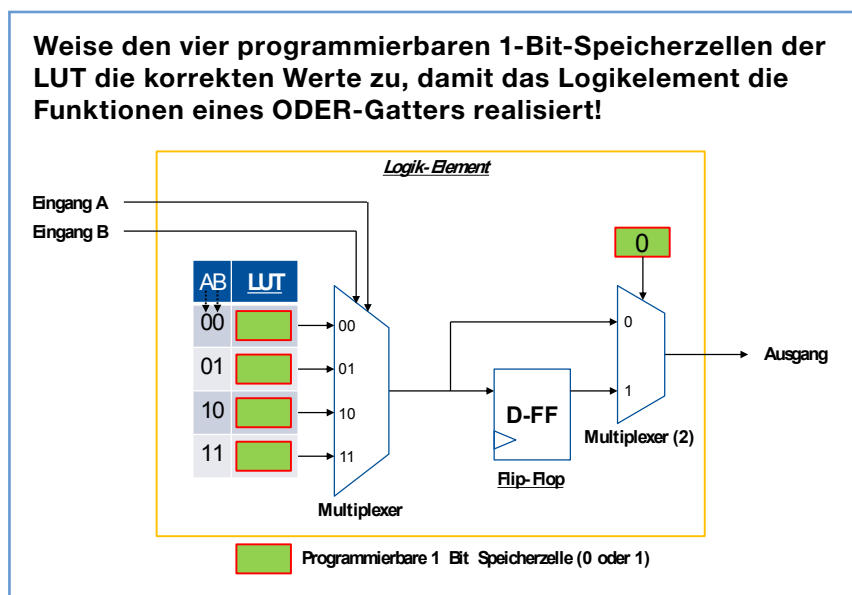
Hinweis: Die Aufgaben 17 bis 20 richten sich an Schüler*innen der Jahrgangsstufen 11 bis 13.

Aufgabe 17

FPGA-Logikelement

Bevor ein Chip produziert wird und die Verschaltung der integrierten Schaltkreise nicht mehr einfach verändert werden kann, werden diese intensiv geprüft. Fachleute nennen diesen wichtigen Schritt Verifikation. Für digitale Schaltungen kommen hierfür meistens FPGAs (Field Programmable Gate Arrays) zum Einsatz. Auf diesen Bausteinen können alle möglichen digitalen Logikfunktionen abgebildet und bei Bedarf auch wieder verändert werden.

Bei großen Mikrochip-Herstellern – wie beispielsweise Intel, AMD, Xilinx oder Nvidia – werden auch deren Prozessoren und Chips vorher auf FPGAs getestet. Das Basiselement eines FPGAs zur Abbildung logischer Funktionen ist das Logikelement. Der Hauptbestandteil eines Logikelements ist die sogenannte Look-Up-Tabelle (LUT), in der für alle möglichen Kombinationen der Eingangswerte ein entsprechender Ausgangswert hinterlegt ist. Intern besteht eine LUT aus einer programmierbaren Speicherzelle pro möglicher Eingangskombination und einem Multiplexer (Trapez), der abhängig vom Eingang den entsprechenden Wert der Speicherzelle am Ausgang ausgibt.



Hinweis: Ein ODER-Gatter gibt am Ausgang immer dann eine logische „1“ aus, wenn mindestens einer der Eingänge aktiv ist.

Aufgabe 18

Multiplizieren auf einem FPGA

Du hast in der vorherigen Aufgabe bereits die Look-Up-Tabelle (LUT) in dem Logikelement eines FPGAs kennengelernt. Mit der Verschaltung mehrerer Logikelemente können auch komplexere mathematische Berechnungen, zum Beispiel Multiplikationen, durchgeführt werden. Auf modernen FPGAs findet man aber auch DSP-Blöcke (Digitale Signal-Prozessoren), die bereits Multiplikationen in der dazugehörigen Hardware realisieren.

Nenne die Vorteile in der Verwendung von DSP-Blöcken im Vergleich zu Logikelementen für Multiplikationen! (Mehrere Antworten können korrekt sein.)

- A In DSP-Blöcken können alle möglichen logischen Funktionen abgebildet werden.
- B DSP-Blöcke stehen unbegrenzt auf einem FPGA zur Verfügung.
- C Die Fläche, die ein Multiplikator in einem DSP benötigt, ist kleiner als die bei der Verschaltung mehrerer Logikelemente.
- D Durch das fehlende Routing zwischen den Logikelementen sind die Signalstrecken kürzer und Multiplikationen schneller.

Aufgabe 19

Wortbreiten

In Mikrochips werden Berechnungen fast ausschließlich im Binärsystem durchgeführt, weil so mit einem einfachen Schalter (Transistor) zwei Zustände (Strom an, Strom aus) dargestellt werden können. Viele Vorschriften, beispielsweise zur Addition oder Multiplikation, sind aber methodisch identisch zu dem von uns Menschen am häufigsten verwendeten Dezimalsystem.

Im Dezimalsystem gibt es 10 Symbole, nämlich die Ziffern 0 bis 9. Im Binärsystem die beiden Symbole „0“ und „1“ oder auch interpretiert als „aus“ und „ein“. Im Binärsystem lassen sich mit N Stellen 2^N unterschiedliche Zahlen darstellen: mit 3 Bit also zum Beispiel $2^3 = 8$ Zahlen (000 bis 111). Für vorzeichen behaftete Zahlen kann zum Beispiel ein zusätzliches Bit verwendet und die Menge der darstellbaren Zahlen somit fast verdoppelt werden (0 bleibt bei 0..00). In digitalen Prozessoren werden oft Register und Berechnungen auf Datenworten durchgeführt, deren Wortbreiten eine Potenz von 2 sind.

Berechne, welche Wortbreite für die Verarbeitung von Zahlen im Bereich von -178 bis 277 ausreichend ist, wenn die 0 auch binär als 00...00 dargestellt wird?

- A 4
- B 8
- C 16
- D 32

Aufgabe 20

Beschreibungsformen für Mikrochips

Es gibt verschiedene Beschreibungsformen für digitale Logik. Mit der steigenden Komplexität der Schaltungen – mit teils mehreren Milliarden Transistoren auf einem Mikrochip und dem Bedarf für zeitliche Abfolgen – ändert sich auch die Beschreibungsform. Diese Art von Chips werden vor allem textuell in der Hardwarebeschreibungssprache VHDL oder Verilog beschrieben.

Wähle die Vorteile, die Hardwarebeschreibungssprachen bieten können. (Mehrere Antworten können korrekt sein.)

- A einfachere Verifikation – durch separate Testbenches in Hardwarebeschreibungssprachen
- B einfachere Skalierung des Moduls – zum Beispiel Ändern der Wortbreite des Zählers
- C bessere Übersichtlichkeit, vor allem bei großen Schaltungen
- D Mikrochips, die mit einer Hardwarebeschreibungssprache entwickelt wurden, können besser übertaktet werden, also absichtlich mit höherer Taktfrequenz arbeiten als im Datenblatt vorgesehen.

www.invent-a-chip.de



Eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung

Wissenschaftsjahr 2022
Nachgefragt!

Kontakt

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

Impressum

VDE
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 2022

