

# INVENT a CHIP

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

# VDE

## Aufgabe 1

### Mikroelektronik im Alltag

**Antwort A, B, C und D sind korrekt.**

In allen der aufgezählten Anwendungen kommen heute Mikrochips zum Einsatz. Oftmals sind sie nicht mehr ohne die kleinen Helfer möglich und erfüllen die in der jeweiligen Antwortmöglichkeit beschriebenen Funktionen. Unter anderem verarbeiten sie Eingaben von Touch-Displays, Kamerasensoren, Mikrofonen oder anderen Sensoren und steuern die Aktorik, wie beispielsweise Displays, Motoren oder Lautsprecher an. Sogar in technischen Geräten mit geringer Rechenkomplexität, wie beispielsweise Aufzügen oder Straßenampeln, sorgen Mikrochips für korrekte Abläufe, überwachen den Prozess und garantieren dadurch Sicherheit.

## Aufgabe 2

### Unglaubliche Skalierung der Mikroelektronik

**Die richtige Antwort ist D: 1.280.000.000.000**

Zwischen der Vorstellung der Nvidia H100 im Jahr 2022 und dem Jahr 2030 liegen 8 Jahre. In diesem Zeitraum verdoppelt sich die Anzahl an Transistoren 4 Mal. Ausgehend von 80 Mrd. Transistoren werden es dementsprechend 1,28 Billionen Transistoren sein. Das entspricht 1,28 Millionen Millionen (!).  
(Rechenweg:  $80 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 = 80 \cdot 10^9 \cdot 16 = 1280 \cdot 10^9 = 1,28 \cdot 10^{12}$ )

## Aufgabe 3

### Daten speichern in 8 Billionen Bit

**Lösung: 12 Tage (gerundet)**

1 Terabyte entspricht 8.000.000.000.000 Bit an Daten. Dividiert durch die durchschnittliche Datenrate eines komprimierten Videodatenstroms mit 8.000 kbps (also 8.000.000 Bit, gegeben in Aufgabenstellung) ergibt sich:  
 $8.000.000.000.000 / 8.000.000 = 1.000.000$  Sekunden = 16.666,666 Minuten = 277,777 Stunden  
= 11,574 Tage = 12 Tage (gerundet)

## Aufgabe 4

### Natürliche Zahlen binär darstellen

**Antwort B ist korrekt: 0xaffe**

Ein möglicher Lösungsweg ist, die Zahl zunächst in Vierer-Blöcke aufzuteilen. Anschließend kann jeder Block in die entsprechende Hexadezimal-Schreibweise umgewandelt werden:

|                      |      |      |      |      |
|----------------------|------|------|------|------|
| Binärkodierung       | 1010 | 1111 | 1111 | 1110 |
| Dezimalkodierung     | 10   | 15   | 15   | 14   |
| Hexadezimalkodierung | a    | f    | f    | e    |

## Aufgabe 5

### Ein Scan-Code hilft beim Stimmenaushählen im Bundestag

**Die richtige Antwort ist C:  $10^{12}$  Symbole**

Mögliche Zahlencodes ergeben sich aus der Größe der Menge der Ziffern (0-9 entspricht 10 möglichen Ziffern) und einer Länge von 12 Ziffern. Eventuell ist diese Formel bereits aus der Anzahl darstellbarer Zahlen im Binärsystem bekannt. Dort umfasst das sogenannte Alphabet den Ziffernvorrat  $\{0,1\}$ , also 2 Symbole. Mit N Bit lassen sich  $2^N$  Symbole darstellen.

Obwohl  $10^{12}$  bereits eine große Menge ist, wird der EAN-13 Code immer weniger eingesetzt. War er vor vielen Jahren noch der Standard auf Büchern, Lebensmitteln und anderen Produkten, wird er zunehmend durch zweidimensionale Codes, wie z.B. den QR-Code verdrängt.

## Aufgabe 6

### Mehr Halbleiterproduktion in Europa und Deutschland

**Antwort A, B, C und D sind korrekt.**

Jede dieser Mikrochip-Fabriken wird Tausende neuer Arbeitsplätze schaffen – ein Großteil davon im Bereich der Halbleitertechnik. Mit einem Studium der Elektrotechnik oder Mikroelektronik oder einer Ausbildung als Mikrotechnolog\*in hast du super Aussichten auf einen Job, der für viele Jahrzehnte gesichert ist. Denn die riesigen Investitionen in derartige Fabriken rentieren sich erst nach so langen Zeiträumen. Zusätzlich sind die Fabriken auf Zulieferer in der Umgebung angewiesen, die beispielsweise hochreine Chemikalien zur Produktion liefern. Ein MINT-Studium ist also in jedem Fall eine gute Wahl!

## Aufgabe 7

### Mikrotechnologe/Mikrotechnologin – Am Puls der Mikroelektronik

**Antwort A, B, C und D sind korrekt.**

Dieser Beruf verspricht vielfältigste Aufgaben in den Reinräumen und Laboren einer Fabrik für Mikrochips – denn tatsächlich sind alle genannten Lösungsmöglichkeiten richtig. Die unterschiedlichen Prozessschritte müssen überwacht und hierzu werden die Wafer in der laufenden Produktion immer wieder kontrolliert, getestet und vermessen. Auch in der Entwicklung neuer Technologien werden Mikrotechnologen für diverse Analyseaufgaben eingesetzt.

Übrigens, das durchschnittliche Gehalt und die Nachfrage nach Fachkräften in diesem Bereich sind verhältnismäßig hoch!

Mehr Infos zu diesem spannenden Ausbildungsberuf findest du beispielsweise im Internet bei der Bundesagentur für Arbeit und diversen Unternehmen dieser Branche.

## Aufgabe 8

### Logistik in einer Halbleiterfabrik

**Antwort B ist korrekt: 200 mm oder 300 mm**

Mit der Entwicklung der Mikroelektronik wurden die Wafer immer größer. Die ersten Wafer waren lediglich wenige cm im Durchmesser. Größere Wafer bedeuten mehr Chips pro Wafer. Dadurch können die Zeiten beim Be- und Entladen der Maschine pro Wafer reduziert werden. So werden auch die Kosten pro Chip geringer. Heute sind 200 mm und 300 mm Wafer der Standard. Eine weitere geplante Vergrößerung auf 450 mm ist jedoch vorerst gestoppt, da hierbei unterschiedliche Probleme aufgetreten sind (Durchbiegen der meistens lediglich wenige 100  $\mu\text{m}$  dicken Scheiben, Qualität, ...).

## Aufgabe 9

### Demokratie im Mikrochip

**Antwort B ist korrekt: Man benötigt mindestens 2 Recheneinheiten / Speicher.**

Sind zwei Ergebnisse / Speicherinhalte unterschiedlich, obwohl sie gleich sein sollten, wurde der Fehler erkannt. Mit einer dritten Recheneinheit oder Speicher könnte sogar möglicherweise das richtige richtige Ergebnis durch Auswahl des häufigeren Ergebnisses (Mehrheit) bestimmt werden.

## Aufgabe 10

### Fehlersuche bei defekten Chips

**Die Antwort A ist korrekt: Auslieferung weiterer Chips verhindern.**

Alle Chips zurückrufen macht keinen Sinn, wenn lediglich eine Charge defekt ist und es sonst keine Reklamationen gab. In der Literatur nach der Lösung suchen tut man in Schritt D5, wenn man die Ursache identifiziert hat. Ingenieur\*innen geben niemals auf 😞 (es lief ja auch irgendwann schon mal 😊).

## Aufgabe 11

### Mikroelektronik oder Nanoelektronik?

**Antwort C ist korrekt: 500.000 Atome**

Der Durchmesser ist mit  $50 \mu\text{m} = 50 \cdot 10^{-6} \text{ m}$  gegeben. Ein Atom misst laut Aufgabenstellung  $1 \text{ \AA} = 0,1 \text{ nm} = 1 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ . Damit ergibt sich:  $50 \cdot 10^{-6} / 1 \cdot 10^{-10} = 5 \cdot 10^5 = 500.000$  Atome.

## Aufgabe 12

### Herstellung von Transistoren in Mikrochips

**Antwort C ist korrekt.**

Das Substrat wird geätzt, der Fotolack bleibt unverändert. Bei A passiert gar nichts (es wurde aber geätzt). Bei B wurde entgegen der Aufgabenstellung nur der Fotolack geätzt. Bei D ist das Substrat unerklärlich gewachsen.

## Aufgabe 13

### Gatterschaltung

Zur einfacheren Lösung wurde zunächst NOT W bestimmt und im zweiten Schritt negiert.

| X | Y | Z | Not W | W |
|---|---|---|-------|---|
| 0 | 0 | 0 | 0     | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0     | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0     | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1     | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0     | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1     | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0     | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1     | 0 |

## Aufgabe 14

### Energieverbrauch Künstlicher Intelligenz

**Antwort D ist korrekt: 82.733 Haushalte**

Die Antwort lässt sich mittels Multiplikation bestimmen:

$$100.000.000 \text{ Nutzer} \cdot 1,0 \text{ s} / (\text{Nutzer} \cdot \text{Tag}) \cdot 365 \text{ Tage} \cdot 6,8 \text{ Wh} = 248.200.000.000 \text{ Wh.}$$

Aufgeteilt auf durchschnittliche Haushalte mit jeweils 3.000.000 Wh pro Jahr ergibt sich die Anzahl von 82.733 Haushalten. Das entspricht dem Stromverbrauch einer mittelgroßen Stadt in Deutschland. Wird mehr als eine Anfrage pro Tag gesendet (Dialoge bestehen bei ChatGPT aus mehreren Anfragen), steigt der Energieverbrauch linear mit der Anzahl an Anfragen weiter an.

## Aufgabe 15

### Automat

**Antwort D ist korrekt.**

Durch Betätigen des SCHLIESSEN-Schalters wird der Rollladen geschlossen, bis er unten anschlägt.

## Aufgabe 16

### Beschreibungssprachen verstehen und ausführen

**Antwort C ist korrekt.**

Very High-Speed Integrated Circuit Hardware Description Language durch Recherche Referenzen:

- ▶ <https://lemelson.mit.edu/resources/grace-hopper>
- ▶ [https://en.wikipedia.org/wiki/Ada\\_Lovelace](https://en.wikipedia.org/wiki/Ada_Lovelace)

## Aufgabe 17

### Spannungsteiler

**Antwort B ist korrekt: Die Teilspannung  $U_2$  sinkt von  $U/2$  auf  $U/3$ .**

In der Aufgabenstellung sind die Werte der Widerstände gegeben:  $R_1 = R_2 = R_L = R$ .

Beim unbelasteten Spannungsteiler

( $R_L$  ist nicht angeschlossen), wird die Spannung über den Widerständen wie folgt berechnet:

$$\frac{U_2}{U} = \frac{R}{2R}$$
$$U_2 = \frac{U}{2}$$

Wird nun der Widerstand  $R_L$  parallel zu  $R_2$  angeschlossen, halbiert sich der Ersatzwiderstand der Parallelschaltung.

$$R_2 || R_L = \frac{R_2 \cdot R_L}{R_2 + R_L}$$

Da alle Widerstände den gleichen Wert haben, ergibt sich:

$$\frac{R \cdot R}{R + R} = \frac{R^2}{2R} = \frac{R}{2}$$

Folglich ergibt sich die Spannung  $U_2$ :

$$\frac{U_2}{\frac{R}{2}} = \frac{U}{R + \frac{R}{2}}$$
$$U_2 = \frac{R}{2} \cdot \frac{U}{\frac{3R}{2}} = \frac{U}{3}$$

## Aufgabe 18

### Ansteuerung von 7-Segment-Anzeigen

Antwort D ist korrekt:  $c = \text{zahl}(0) \text{ OR NOT zahl}(1) \text{ OR zahl}(2)$

Das Ergebnis kann durch das Ausschlussverfahren der vorgegebenen Lösungen und anhand der folgenden Logiktablette bestimmt werden.

| Dezimalzahl | zahl(3) | zahl(2) | zahl(1) | zahl(0) | c |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---|
| 0           | 0       | 0       | 0       | 0       | 1 |
| 1           | 0       | 0       | 0       | 1       | 1 |
| 2           | 0       | 1       | 1       | 0       | 0 |
| 3           | 0       | 1       | 1       | 1       | 1 |
| 4           | 0       | 1       | 0       | 0       | 1 |
| 5           | 0       | 1       | 0       | 1       | 1 |
| 6           | 0       | 0       | 1       | 0       | 1 |
| 7           | 0       | 0       | 1       | 1       | 1 |
| 8           | 1       | 0       | 0       | 0       | 1 |
| 9           | 1       | 0       | 0       | 1       | 1 |

Alternativ kann auch die Formel für „not c“ (nur einmal bei Dezimal 2) bestimmt und negiert werden, wobei zahl(3) keinen Einfluss auf die Funktion nimmt.

## Aufgabe 19

### Realisierung von logischen Funktionen auf FPGAs

Antwort A ist korrekt: AND

Diese Lösung kann beispielsweise über die Vervollständigung der Logiktablette mit den beiden Eingängen x1 und x2 bestimmt werden. Hierzu wird der Wert des Speichers in Abhängigkeit der Eingänge x1 und x2 an den Ausgang y durch die Multiplexer durchgeschaltet.

| x1 | x2 | y |
|----|----|---|
| 0  | 0  | 0 |
| 0  | 1  | 0 |
| 1  | 0  | 0 |
| 1  | 1  | 1 |

In der Spalte „y“ kann dann die Logikfunktion des „AND“/„UND“ abgelesen werden.

## Aufgabe 20

### Unbekanntes Gatter

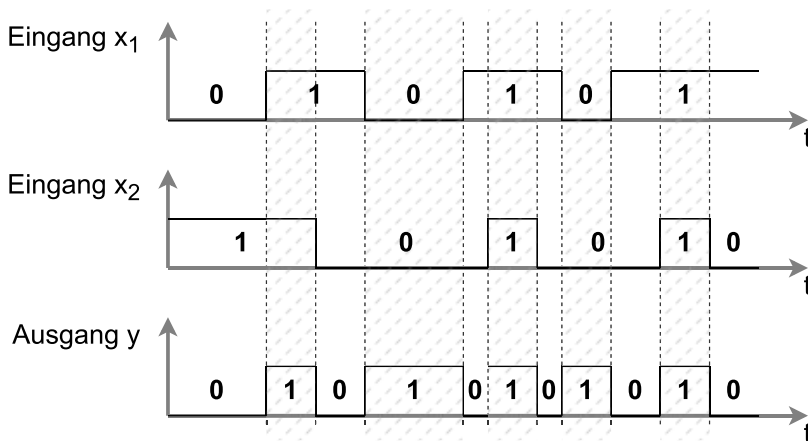
Antwort D ist korrekt: XNOR

Die gesuchte logische Funktion kann durch eine Wahrheitstabelle bestimmt werden.

Für alle gezeigten Eingangsbelegungen wird der resultierende Ausgang in die Wahrheitstabelle eingetragen.

Im folgenden Diagramm sind die entsprechenden Zustände eingetragen und in der Wahrheitstabelle zusammengefasst. Die resultierende Funktion ist ein negiertes XOR (NXOR oder auch XNOR genannt).

| x1 | x2 | y (= x1 XNOR x2) |
|----|----|------------------|
| 0  | 0  | 1                |
| 0  | 1  | 0                |
| 1  | 0  | 0                |
| 1  | 1  | 1                |



[www.invent-a-chip.de](http://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

**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 2024

