PROFESSOR ERKLÄRBÄR

Serie Informatik · Folge 17 · Grundlagen

INFORMATIK

LEHRERINFO ZUM VIDEO

Wir bauen einen Rechner aus Logikgattern

FACH	STUFE	DAUER	VIDEO
Informatik	Klasse 7–9	11 min	youtube.com/@Erklaerbaer

01 Lernziele

Nach dem Video können die Schülerinnen und Schüler …

- einen Logik-Simulator bedienen (CircuitVerse oder Logisim Evolution),
- Gatter verbinden und mit Schaltern und Lampen testen,
- einen Halbaddierer und einen Volladdierer aufbauen und erklären,
- einen 4-Bit-Addierer bauen und Ergebnisse binär und dezimal ablesen,
- einen Überlauf erkennen und erklären,
- beschreiben, was aus einem Addierer einen Computer macht (Speicher, Steuerwerk, Programm).

02 Voraussetzungen

EVA-Prinzip (Folge 1), Binärzahlen (Folge 2), Logikgatter und Halbaddierer (Folge 4), Aufbau eines Computers (Folge 5). Ein Gerät mit Browser für CircuitVerse (circuitverse.org) oder eine Installation von Logisim Evolution.

03 Ablauf des Videos

ZEIT	KAPITEL	INHALT UND PRAXISBEISPIEL
0:00	Einstieg	5 + 6 leuchtet als 11 · Ident · Fahrplan
0:31	Der Plan	EVA · 8 Schalter, Addierer, 5 Lampen und Anzeige · Skizze
1:12	Der Simulator	CircuitVerse, Logisim Evolution · Bausteine · Drähte und Verbindungspunkte
1:54	Erste Schaltung	UND, ODER, XOR testen · Fehlersuche
2:28	Halbaddierer	XOR + UND · alle vier Fälle · Merksatz
3:06	Volladdierer	zwei Halbaddierer + ODER · 1 + 1 + 1 · alle acht Fälle

3:52	4-Bit-Addierer	5 + 6 = 11 Stelle für Stelle · 3 + 7 = 10 PAUSE-FRAGE 4 + 3 · Merksatz
5:14	Überlauf	9 + 8 = 1 0001 · Zähler in alten Spielen PAUSE-FRAGE 12 + 5
6:03	Zum Computer	Rechenwerk · Speicher, Steuerwerk, Programm · Handy, Konsole · Redstone · Merksatz
7:02	Rückblick	Bausteine aus 2, 4, 5 · alle drei Projekte fertig
7:31	Typische Fehler	vier Irrtümer (siehe 04)
8:16	Zusammenfassung	Kernaussagen · zurück zum Einstieg
8:55	Quiz	4 Fragen · Endkarte Folge 17 Advanced

04 Typische Fehlvorstellungen

- „Der Übertrag der letzten Stelle ist unwichtig“ – er zeigt den Überlauf, die 16er-Stelle (Kapitel 7 und 10).
- „Die Reihenfolge der Bits ist egal“ – rechts die 1er-, links die 8er-Stelle, überall gleich (Kapitel 6 und 10).
- „Ein Halbaddierer reicht für alle Stellen“ – ab der zweiten Stelle braucht es den Übertrag-Eingang (Kapitel 5 und 10).
- „Gekreuzte Drähte sind verbunden“ – nur ein Verbindungspunkt verbindet (Kapitel 2 und 10).

05 Einsatz im Unterricht

Bauen in Etappen: Halbaddierer → Volladdierer → 4-Bit-Kette; jede Etappe mit der Wahrheitstabelle testen, bevor die nächste beginnt.

Unterschaltungen: Fortgeschrittene speichern den Volladdierer als eigenen Baustein (Subcircuit) und setzen ihn viermal ein.

Wettrechnen: Eine Gruppe rechnet im Kopf, die andere stellt die Schalter – wer ist schneller und genauer?

Brücke zu 17A: Mit NICHT-Gattern vor B und Übertrag-Eingang 1 wird aus dem Addierer ein Subtrahierer (Zweierkomplement).

Hinweis: Alle Rechenbeispiele sind Bit für Bit nachgeprüft. Die fertige Zahlenanzeige der Simulatoren zeigt oft hexadezimal (11 erscheint dann als «B»); für eine Dezimalanzeige liest man die Lampen 16-8-4-2-1 ab oder nutzt einen Umwandler-Baustein, falls der Simulator einen anbietet. Ein 4-Bit-Addierer aus einem Halb- und drei Volladdierern braucht 2 + 3 · 5 = 17 Gatter.

06 Quellen

- CircuitVerse – kostenloser Logik-Simulator im Browser, circuitverse.org
- Logisim Evolution – github.com/logisim-evolution/logisim-evolution
- IEC 60617-12 / DIN EN 60617-12: Schaltzeichen für binäre Elemente
- Lehrplan 21, Modul „Medien und Informatik“, MI.2.3 Informatiksysteme – lehrplan21.ch

NAME _____ KLASSE _____ DATUM _____

Wir bauen einen Rechner aus Logikgattern

1 Merksätze ergänzen ●○○

Ein Halbaddierer besteht aus _____ für die Summe und _____ für den Übertrag. · Vier Addierer in _____ addieren zwei 4-Bit-Zahlen. · Der Addierer ist das Herz des _____.

2 Halbaddierer ●○○

A	B	ÜBERTRAG (UND)	SUMME (XOR)
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

3 Lampen ablesen ●●○

Schreibe beide Zahlen binär, **addiere** und **gib an**, welche der Lampen 16, 8, 4, 2, 1 leuchten: a) 2 + 3 · b) 7 + 6 · c) 15 + 1

4 Überträge verfolgen ●●○

Rechne 0111 + 0011 Stelle für Stelle von rechts. **Notiere** bei jeder Stelle Summe und Übertrag.

5 Volladdierer ●●○

Fülle die Tabelle für alle acht Kombinationen von A, B und Übertrag-Eingang aus (Übertrag-Ausgang und Summe).

6 Weiterdenken

a) Wie viele Gatter braucht ein 4-Bit-Addierer aus einem Halbaddierer und drei Volladdierern?
b) Wie viele Lampen bräuchte ein 8-Bit-Addierer, und wie gross ist sein grösstes Ergebnis?

Lösungen

1 **Merksätze**

XOR, UND · Kette · Rechenwerks

2 **Halbaddierer**

Übertrag: 0, 0, 0, 1 · Summe: 0, 1, 1, 0

3 **Lampen ablesen**

a) 0010 + 0011 = 0 0101 = 5 → Lampen 4 und 1 · b) 0111 + 0110 = 0 1101 = 13 → 8, 4, 1 · c) 1111 + 0001 = 1 0000 = 16 → nur die Überlauf-Lampe 16

4 **Überträge verfolgen**

Einer: 1 + 1 = 0, Übertrag 1 · Zweier: 1 + 1 + 1 = 1, Übertrag 1 · Vierer: 1 + 0 + 1 = 0, Übertrag 1 · Achter: 0 + 0 + 1 = 1, Übertrag 0 → 1010 = 10 (7 + 3)

5 **Volladdierer**

A B Ü → Ü-aus Summe: 000 → 0 0 · 001 → 0 1 · 010 → 0 1 · 011 → 1 0 · 100 → 0 1 · 101 → 1 0 · 110 → 1 0 · 111 → 1 1. Übertrag bei mindestens zwei Einsen, Summe bei ungerader Anzahl Einsen.

6 **Weiterdenken**

a) Halbaddierer 2 Gatter, Volladdierer je 5 (2 XOR, 2 UND, 1 ODER) → 2 + 3 · 5 = 17 · b) 9 Lampen (8 Stellen + Überlauf); 255 + 255 = 510.

Q **Quiz im Video**

1 B (XOR und UND) · 2 B (vier) · 3 A (Überlauf, Wert 16) · 4 C (Rechenwerk)

Bauanleitung: 4-Bit-Addierer

Für CircuitVerse (im Browser) oder Logisim Evolution. Bezeichnungen: A3 A2 A1 A0 und B3 B2 B1 B0 (Index 0 = Einerstelle), Ü1 bis Ü4 = Überträge, S0 bis S3 = Summen.

1. **Eingänge:** acht Schalter (Input) setzen und beschriften: A3 A2 A1 A0 in einer Reihe, darunter B3 B2 B1 B0 – links die 8er-, rechts die 1er-Stelle.
2. **Ausgänge:** fünf Lampen (LED/Output) in einer Reihe: 16 (Ü4), 8 (S3), 4 (S2), 2 (S1), 1 (S0).
3. **Stelle 0 – Halbaddierer:** XOR(A0, B0) → S0 · UND(A0, B0) → Ü1.
4. **Stellen 1 bis 3 – Volladdierer** (für i = 1, 2, 3): X = XOR(Ai, Bi) · Si = XOR(X, Üi) · P = UND(Ai, Bi) · Q = UND(X, Üi) · Ü(i+1) = ODER(P, Q).
5. **Überlauf:** Ü4 an die Lampe 16.
6. **Testen:** 5 + 6 (0101 + 0110 → 0 1011 = 11), 3 + 7 (→ 0 1010 = 10), 9 + 8 (→ 1 0001 = 17), 15 + 15 (→ 1 1110 = 30).
7. **Tipp:** Den Volladdierer als Unterschaltung speichern und dreimal einsetzen spart viele Drähte. Nur ein Verbindungspunkt verbindet zwei Drähte.

STELLE	BAUSTEIN	EINGÄNGE	AUSGÄNGE
0 (1er)	Halbaddierer	A0, B0	S0 → Lampe 1, Ü1
1 (2er)	Volladdierer	A1, B1, Ü1	S1 → Lampe 2, Ü2
2 (4er)	Volladdierer	A2, B2, Ü2	S2 → Lampe 4, Ü3
3 (8er)	Volladdierer	A3, B3, Ü3	S3 → Lampe 8, Ü4 → Lampe 16