6.3 Der Befehlszyklus

ZUSATZ

Wie führt die Maschine einen Befehl aus? In fünf Schritten. Wir spielen sie für den Befehl `04 SUB 02` durch.

1. **Befehl holen.** Aus dem Programmspeicher wird das Befehlswort geholt, dessen Adresse im Befehlszähler steht — hier `SUB 02` — und ins Befehlsregister gelegt.
2. **Befehl decodieren.** Der Operationsteil `SUB` wird entschlüsselt: Die ALU wird auf Subtraktion geschaltet. Jetzt erst ist bekannt, dass überhaupt ein Operand aus dem Datenspeicher gebraucht wird und wie der Adressteil zu lesen ist.
3. **Operand holen.** Der Adressteil `02` bezeichnet die Datenzelle, deren Inhalt gebraucht wird; die 13 wird bereitgestellt.
4. **Operation ausführen.** Die ALU rechnet $11 - 13 = -2$; das Ergebnis geht in den Akkumulator.
5. **Befehlszähler ändern.** Der Befehlszähler wird um 1 erhöht — bei einem Sprungbefehl stattdessen auf die Sprungadresse gesetzt.

Die Schritte 1 und 2 heißen zusammen **Holphase**, die Schritte 3 bis 5 **Ausführungsphase**.

Im Bedienfeld lässt sich beides durchspielen: ein Befehl je Schritt oder, mit *Befehlszyklus zeigen*, jede der fünf Phasen einzeln.

> In der Webfassung steht hier ein Bedienfeld zum Ausprobieren: **Registermaschine**.

Dass das Decodieren *vor* dem Operandenholen steht, ist kein Zufall: Ein `LDK` braucht gar keinen Speicherzugriff, ein `JMP` liest seinen Adressteil als Programmadresse. Ohne Decodieren wüsste die Maschine nicht, was sie holen soll.

Zu Beginn steht der Befehlszähler auf der ersten Programmadresse. Die Ausführung endet mit `HLT` — oder wenn die Maschine auf einen nicht ausführbaren Befehl trifft, etwa `JMP 25` in einem Programm mit 20 Zeilen.

Arbeitsauftrag 2

5. Spielen Sie den Befehlszyklus für `03 LDA 01` und für `05 JGE 08` einzeln durch und notieren Sie nach jedem Schritt Befehlszähler und Akkumulator.
6. Verfolgen Sie das Minimum-Programm vollständig für $a = 20$, $b = 7$ in einer Tabelle mit den Spalten Befehlszähler, Befehl, Akkumulator, Zelle 01, Zelle 02.
7. Was passiert, wenn in Zeile 07 `JMP 09` fehlt? Begründen Sie mit dem Ablauf.
8. Warum wird der Befehlszähler erst im *letzten* Schritt geändert und nicht im ersten?