6.6 Von der Registermaschine zum heutigen Prozessor

ZUSATZ

Unsere Maschine führt einen Befehl nach dem anderen aus und braucht dafür fünf Schritte. Ein heutiger Prozessor arbeitet nach demselben Grundprinzip, hat aber gelernt, es zu beschleunigen:

- **Pipelining.** Während ein Befehl ausgeführt wird, wird der nächste schon geholt und der übernächste decodiert — wie am Fließband. Ein Sprungbefehl kann die Pipeline leeren, deshalb versuchen Prozessoren, Sprünge vorherzusagen.
- **Cache.** Der Hauptspeicher ist im Vergleich zum Prozessor quälend langsam. Zwischen beiden liegen deshalb mehrere Stufen sehr schnellen Zwischenspeichers.
- **Viele Register.** Statt eines Akkumulators gibt es Dutzende Register, sodass Zwischenergebnisse nicht ständig in den Speicher zurückgeschrieben werden müssen.
- **Mehrere Kerne.** Ein Chip enthält mehrere vollständige Prozessoren, die echt gleichzeitig arbeiten.

Am von-Neumann-Prinzip ändert das nichts. Es bleibt aber ein grundsätzlicher Engpass: Befehle und Daten teilen sich den Weg zum Speicher. Dieser **von-Neumann-Flaschenhals** ist der Grund, warum mehr Rechenleistung ohne schnelleren Speicherzugriff wenig bringt — und warum Mikrocontroller oft der **Harvard-Architektur** mit getrennten Bussen für Programm und Daten folgen.

Arbeitsauftrag 5

21. Erklären Sie, warum ein bedingter Sprung für eine Pipeline ein Problem darstellt.
22. Der Zugriff auf den Hauptspeicher dauert etwa 100-mal so lange wie ein Rechenschritt. Was bedeutet das für die Aussage „der Prozessor schafft drei Milliarden Befehle pro Sekunde”?
23. Recherchieren Sie die Taktfrequenz und die Zahl der Kerne Ihres eigenen Rechners.
24. Diskutieren Sie: Warum ist es sicherheitstechnisch heikel, dass Programme und Daten im selben Speicher liegen? (Stichwort: ausführbarer Speicherbereich)

Gymnasium Ottweiler