

## Aufgabe Ü26: Pipelining

(– Pkt.)

Bei der folgenden Frage wird von einer 5–stufigen Pipeline mit einer Ausführungszeit von 2ns pro Stufe ausgegangen. Folgende Ausführungszeiten sind gegeben:

Befehl	IF	ID	EX	MA	WB
load word (lw)	2 ns	1 ns	2 ns	2 ns	1 ns
store word (sw)	2 ns	1 ns	2 ns	2 ns	—
add	2 ns	1 ns	2 ns	—	1 ns
Branch (beq)	2 ns	1 ns	2 ns	—	—

Die Stufen haben folgende Bedeutung:

**IF (Instruction Fetch):** Laden des nächsten Befehls aus dem Speicher.

**ID (Instruction Decode and register file read):** Lesen der Register und gleichzeitiges Entschlüsseln des Befehls. (Das Format der MIPS-Befehle ermöglicht das gleichzeitige Lesen und Entschlüsseln.)

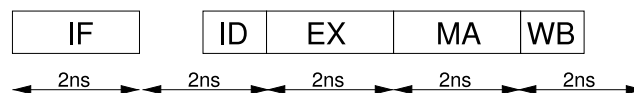
**EX (EXecution or adress calculation):** Ausführung der Operation oder Berechnung einer Adresse.

**MA (data Memory Access):** Zugriff auf einen Operanden im Datenspeicher.

**WB (Write Back):** Schreiben des Ergebnisses in ein Register.

Gehen Sie davon aus, dass das Schreiben eines Registersatzes (WB-Stufe) in der ersten Hälfte des entsprechenden Taktzyklus erfolgt und das Lesen aus dem Registersatz (ID-Stufe) in der zweiten Hälfte.

Die Pipeline sieht damit folgendermaßen aus:



Gegeben sei nun folgendes Programmfragment:

```
1 lw      $2, 100($5)
2 add     $3, $3, $4
3 add     $1, $4, $5
```

- Wie lang dauert die Ausführung dieses Programmfragments **ohne** Pipelining?
- Wie lang dauert die Ausführung dieses Programmfragments **mit** Pipelining?