

1. Laufzeiten mit und ohne Pipelining

Falls noch nicht geschehen, bearbeiten Sie bitte jetzt die **Lernkontrollfrage 6** aus Kapitel 5:

Ein Programm bestehe zu

- (1) 25% aus Speicherzugriffen mit WB-Phase (also Leseoperationen; RAM \rightarrow Register),
- (2) 10% aus Speicherzugriffen ohne WB-Phase (also Schreiboperationen; Register \rightarrow RAM),
- (3) 55% aus arithmetischen Befehlen
- (4) 10% aus Sprungbefehlen.

und es gelten die Ausführzeiten

- $2t$ für die Phasen IF, X, M
- t für die Phasen D, WB

Berechnen Sie den durchschnittlichen Abstand zwischen der Fertigstellung zweier Befehle

(i) ohne Pipelining

(ii) mit Pipelining

und über deren Quotienten die Beschleunigung durch Pipelining (ohne Hemmnisse).

(ii) mit Pipelining: $\Delta_{ii} = 2t$

(i) ohne Pipelining:

- Speicher mit WB:	FDXMW :	$(2+1+2+2+1) \cdot t = 8t$	25%
- " ohne WB:	FDXM- :	$(2+1+2+2) \cdot t = 7t$	10%
- arith. Befehle:	FDX-W :	$(2+1+2+1) \cdot t = 6t$	55%
- Sprung bef. :	FDX :	$(2+1+2) \cdot t = 5t$	10%

$$\Delta_i = 8t \cdot 25\% + 7t \cdot 10\% + 6t \cdot 55\% + 5t \cdot 10\%$$

$$= 6,5t$$

$$\frac{\Delta_i}{\Delta_{ii}} = \frac{6,5t}{2t} = 3,25$$

2. Bedingte Sprünge

a) Ein Programm bestehe zu 20 % aus bedingten Sprüngen, der Prozessor geht beim Befüllen der Pipeline davon aus, dass standardmäßig *nicht* gesprungen wird. Kommt es dann doch zum Sprung, müssen die zwei bereits in die Pipeline eingetragenen Befehle nach dem Sprung (einer in der F-Phase, einer in der D-Phase) gelöscht werden, die Pipeline wird neu gefüllt.

Zur Vereinfachung nehmen wir an, dass alle Befehle gleich schnell durch die Pipeline laufen. Wenn im Programm niemals gesprungen wird, dauert die Ausführung t Zeiteinheiten.

Nehmen Sie nun an, dass

- (1) in 100 % aller Sprungbefehle doch gesprungen wird
- (2) in 50 % aller Sprungbefehle doch gesprungen wird
- (3) in 10 % aller Sprungbefehle doch gesprungen wird

und berechnen Sie für diese drei Fälle, wie stark sich die Ausführzeit durch das nun nötige Löschen der Pipeline verlängert. (Die Ergebnisse sollten jeweils die Form $k \cdot t$ haben, z. B. $1,2t$ oder $1,7t$.)

	1	2	3	4	5	6	7	8
IF	A	B	C	D				
D		A	B	C	D			
X			A	B	C	D		
M				A	B	C	D	
WB					A	B	C	D

idealer Verlauf

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IF	A	B	C	X	Y	Z				
D		A	B	=	X	Y	Z			
X			(A)	=	=	X	Y	Z		
M				A	=	=	X	Y	Z	
WB					A	=	=	X	Y	Z

100 zE
40 zE

regulärer Bearb.
Fehlerbehandl.

- | | | | |
|-----|--------|------------------------------------|--|
| (1) | 140 zE | $140/100 = 1,4 \Rightarrow 1,4t$ | |
| (2) | | $120/100 = 1,2 \Rightarrow 1,2t$ | |
| (3) | | $104/100 = 1,04 \Rightarrow 1,04t$ | |