

Technische Informatik 1 – Übung 7

Pipelining (Computerübung)

Matthias Keller

24.-25. November 2011

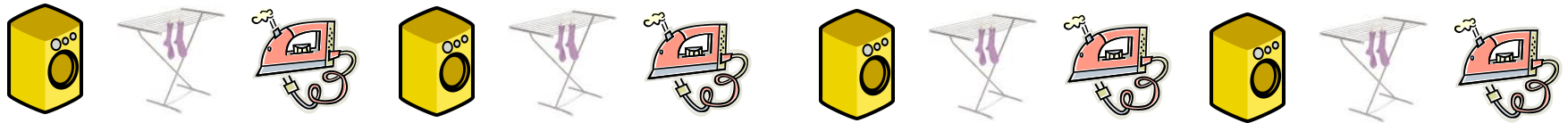
(Based on slides from Simon Perathoner)



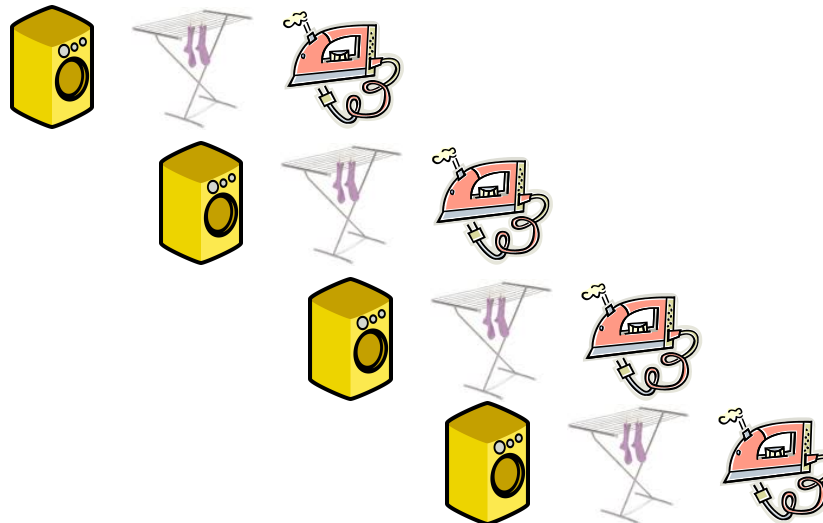
Pipelining: Konzept

Aufgabe: 4 Ladungen Wäsche waschen, trocknen, bügeln

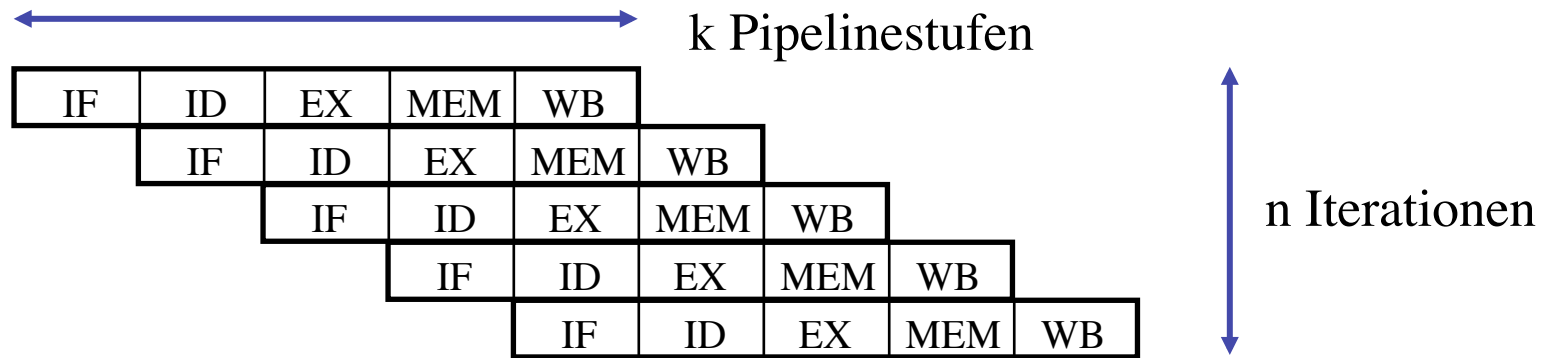
- Alternative 1:



- Alternative 2:



Pipelining



$$Speedup = \frac{n \cdot k}{k + n - 1}$$

- Optimaler Speedup wird nur erreicht wenn KEINE Stalls auftreten.



Drei Arten von Hazards führen zu Stalls

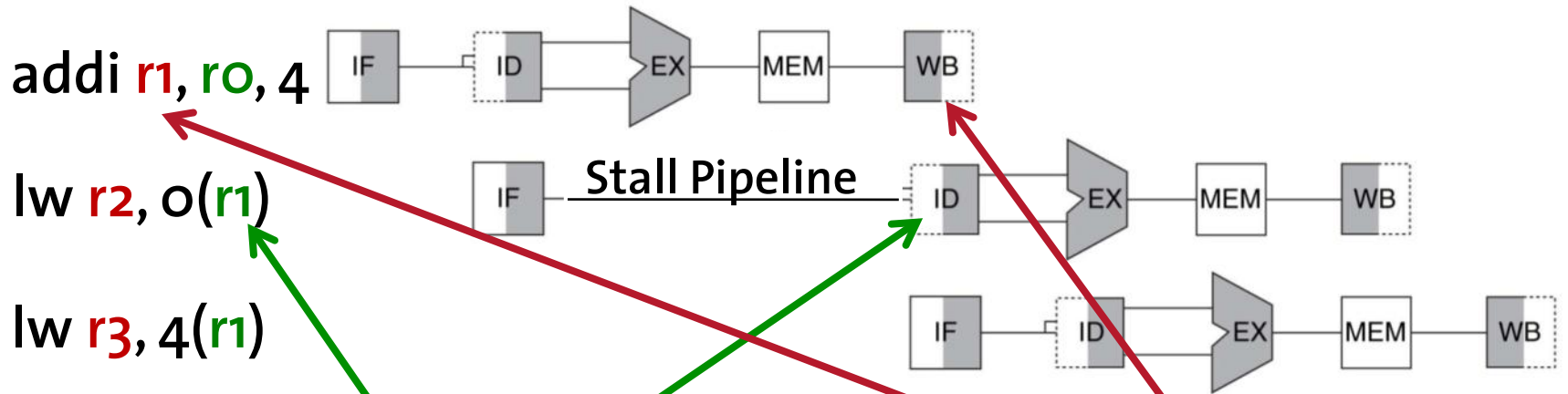
- Daten Hazard:
 - Instruktion wird blockiert weil sie auf ein Ergebnis einer vorherigen Instruktion warten muss
 - Forwarding kann diese Art Hazards minimieren
- Ablauf Hazard (Verzweigungen):
 - Das Ergebnis einer Instruktion wird benötigt, um zu entscheiden, welche Instruktion als nächstes ausgeführt wird
 - Verzweigungsvorhersage kann diese Art Hazards minimieren
- Struktureller Hazard:
 - Die Rechnerarchitektur kann die Kombination von Instruktionen, die derzeit ausgeführt werden soll, nicht unterstützen
 - Getrennte Ressourcen (z.b. getrennter Programm und Datenspeicher) kann diese Art Hazards minimieren



Daten Hazards OHNE Forwarding

- Daten Hazards treten in der ID Stufe auf
 - In der ID Stufe wird der Inhalt der Quellregister geladen
- Ein Daten Hazard tritt auf wenn:
 - Das Quellregister einer Instruktion dem Zielregister einer vorgehenden, nicht abgeschlossenen Instruktion entspricht
- Zielregister vs. Quellregister:
 - addi **r1**, **r2**, imm
 - lw **r1**, o(**r2**)
 - sw **r1**, o(**r2**) ← Nur Quellregister
 - beq **r1**, **r2**, offset ← Nur Quellregister

Daten Hazard OHNE Forwarding



Quellregister `r1` (`lw`) muss auf Zielregister `r1` (`addi`) warten
-> Daten Hazard



Daten Hazards MIT Forwarding

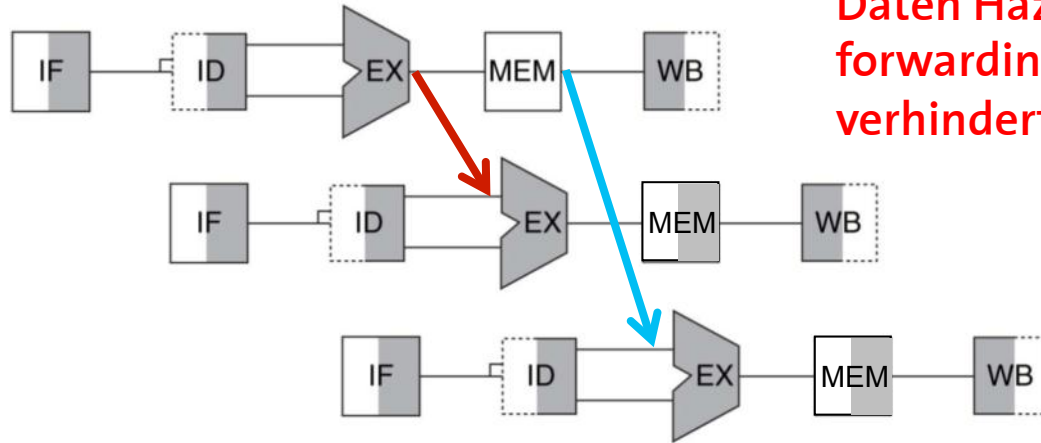
- Der Inhalt der Quellregister wird je nach Befehl in der ID, EX oder MEM Stufe benötigt.
 - ALU: EX Stufe
 - SW: EX bzw. MEM Stufe
 - LW: EX Stufe
 - Branch: ID Stufe (je nach Implementierung EX Stufe)
- Das Resultat welches ins Zielregister geschrieben wird, ist bereits nach der EX Stufe bzw. MEM Stufe bekannt.
 - ALU Befehle: nach EX Stufe (und MEM Stufe)
 - Load word: nach MEM Stufe

Pipelining MIT Forwarding

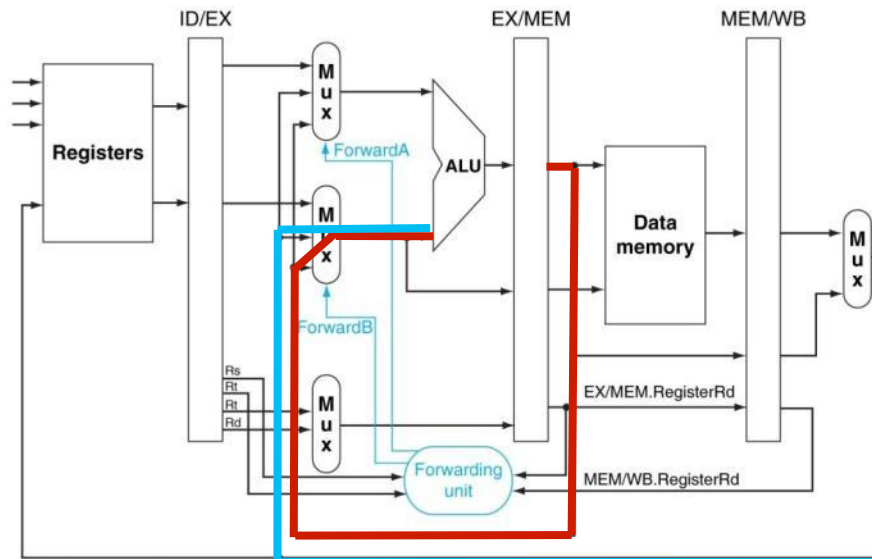
addi r1, r0, 4

lw r2, 0(r1)

lw r3, 4(r1)



Daten Hazards können trotz forwarding nicht immer verhindert werden.



b. With forwarding

Darstellung von Stalls

daddi r1,r0,1	IF	ID	EX	MEM	WB				
sd r1,0(r2)		IF	ID	raw	raw	EX	MEM	WB	
daddi r3,r3,4			IF			ID	EX	MEM	WB

Tabelle 1: Darstellung von Stalls in WinMIPS64.

daddi r1,r0,1	IF	ID	EX	MEM	WB				
sd r1,0(r2)		IF	–	–	ID	EX	MEM	WB	
daddi r3,r3,4					IF	ID	EX	MEM	WB

Tabelle 2: Vereinfachte Darstellung von Stalls.



Übungsgestaltung

- Das Zeitdiagramm für das Pipelining sollte nicht stur abgeschrieben werden
 - Ihr sollt verstehen was warum passiert
 - Insbesondere solltet ihr nach der Übung fähig sein dieses ohne Simulator auszufüllen
- Es gibt keine Besprechung der Lösung
 - Spielt besser mit dem Simulator 😊
 - Die Musterlösung ist bereits online verfügbar
- Bei Fragen stehen wir gerne zur Verfügung