

Wolfgang E. Nagel
Center for Information Services and High Performance Computing (ZIH)

Rechnerarchitektur II

Klassifizierungen

Klassifikation

- Aufspannen von Entwurfsräumen
- Aufzeigen von Entwurfsalternativen
- Klassifikationsschemata versuchen der Vielfalt von Rechnerarchitekturen eine Ordnungsstruktur zu geben
- Frühe Klassifikationen konzentrieren sich auf die Hardware-Struktur
 - Anordnung und Organisation der Verarbeitungselemente
 - Operationsprinzip

Klassifizierung nach Flynn

Die Methode beruht auf den Wahrheitswerten der beiden Aussagen:

I: Eine Maschine bearbeitet gleichzeitig mehr als einen Befehlsstrom

I = 0 single instruction stream (SI)

I = 1 multiple instruction streams (MI)

D: Eine Maschine bearbeitet gleichzeitig mehr als einen Datum/Datenstrom

D = 0 single data stream (SD)

D = 1 multiple data streams (MD)

Klassifizierung nach Flynn

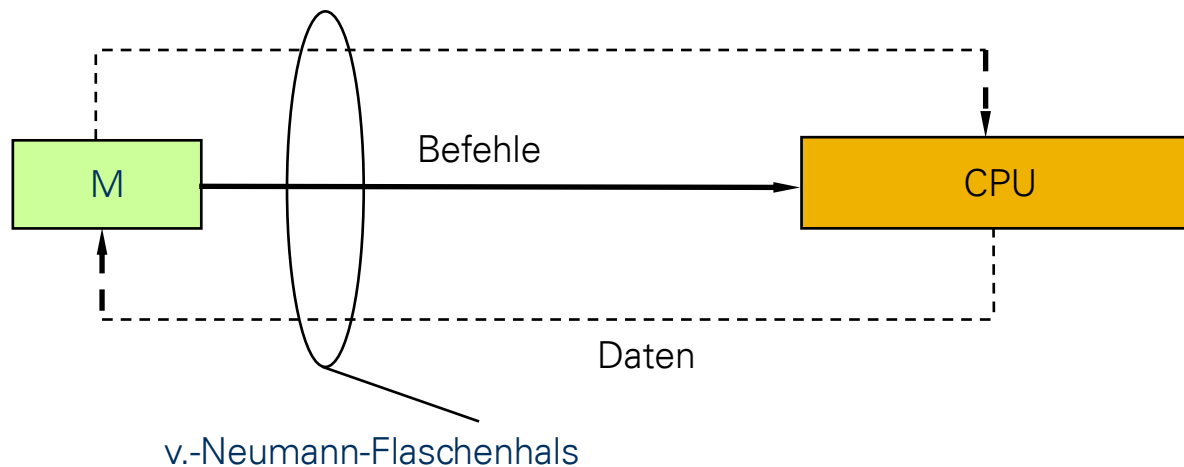
— Aus der Flynn-Notation ergeben sich 4 voneinander unterschiedliche Architekturklassen:

| | | Anzahl Datenströme | |
|----------------------|----------|--------------------|----------|
| | | Single | Multiple |
| Anzahl Befehlsströme | Single | SISD | SIMD |
| | Multiple | MISD | MIMD |

Klassifizierung nach Flynn

SISD (single instruction stream, single data stream)

- Ein Datenstrom wird durch einen Befehlsstrom bearbeitet. Die Abarbeitung erfolgt streng sequentiell.
- Diese Klasse enthält alle v.-Neumann-Rechner.



Klassifizierung nach Flynn

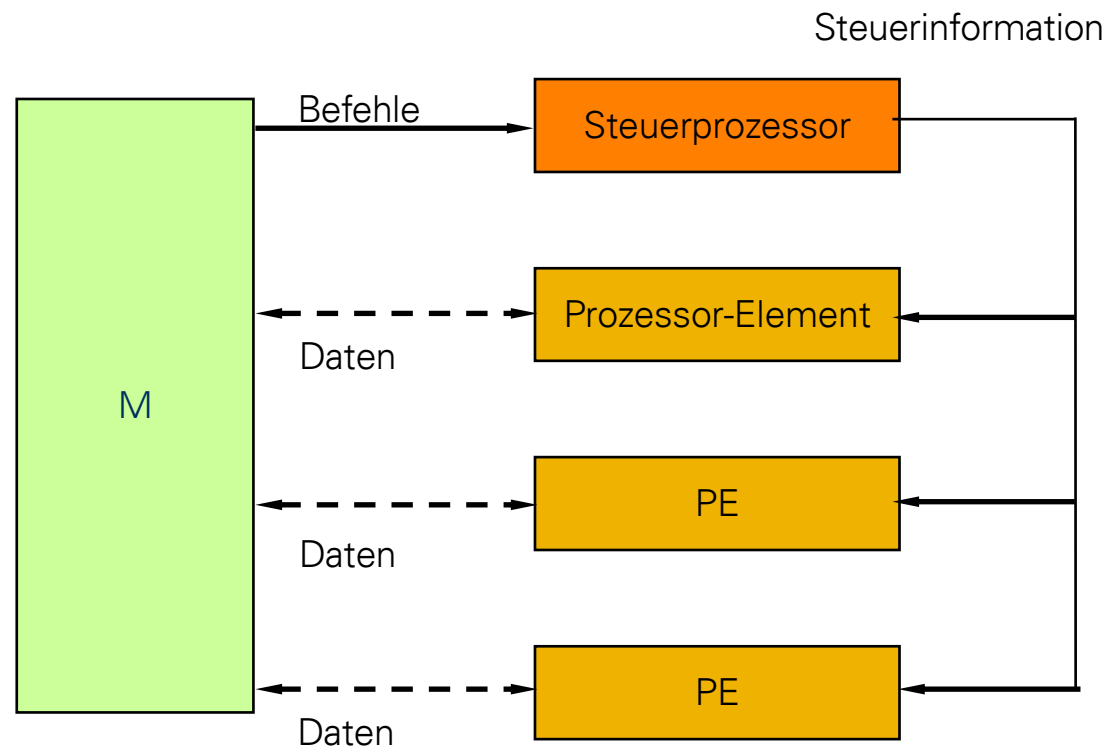
SIMD (single instruction stream, multiple data streams)

- Mehrere Datenströme werden durch einen Befehlsstrom bearbeitet.
- Diese Klasse enthält
 - Feldrechner (Arrays von Verarbeitungseinheiten)
 - Vektorrechner (Rechner mit Pipelineverarbeitung in mehreren arithmetischen Spezialeinheiten)

Klassifizierung nach Flynn

SIMD (single instruction stream, multiple data streams)

— Prinzipdarstellung eines Feldrechners:



Klassifizierung nach Flynn

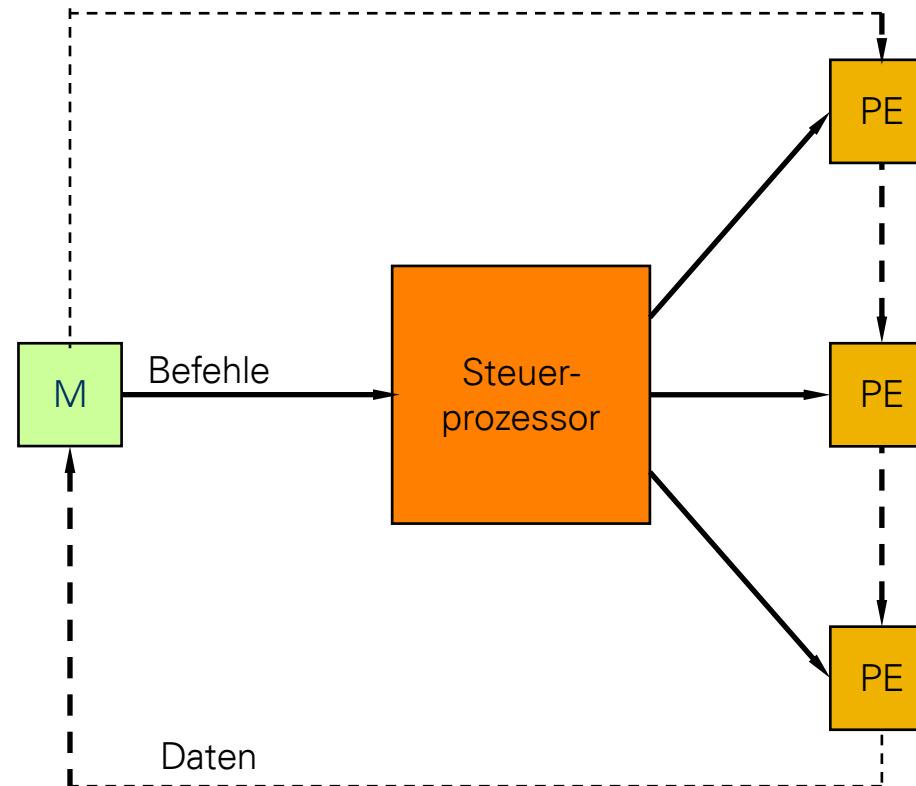
MISD (multiple instruction streams, single data stream)

- Ein Datenstrom wird durch mehrere Befehlsströme bearbeitet.
- Giloi [Gil93]: Diese Klasse enthält keine realisierten Beispiele, sie ist nur der Vollständigkeit halber aufgenommen worden (leere Klasse).
- Martin [Mae03]: Diese Klasse kann als Betriebsart Makropipelining vom MIMD-Systemen interpretiert werden: Ein kontinuierlicher Datenstrom wird nacheinander von Prozessen bearbeitet und verändert, die auf fließbandartig gekoppelten Prozessor-Speicher-Systemen ablaufen.

Klassifizierung nach Flynn

MISD (multiple instruction streams, single data stream)

— Prinzipdarstellung:



Klassifizierung nach Flynn

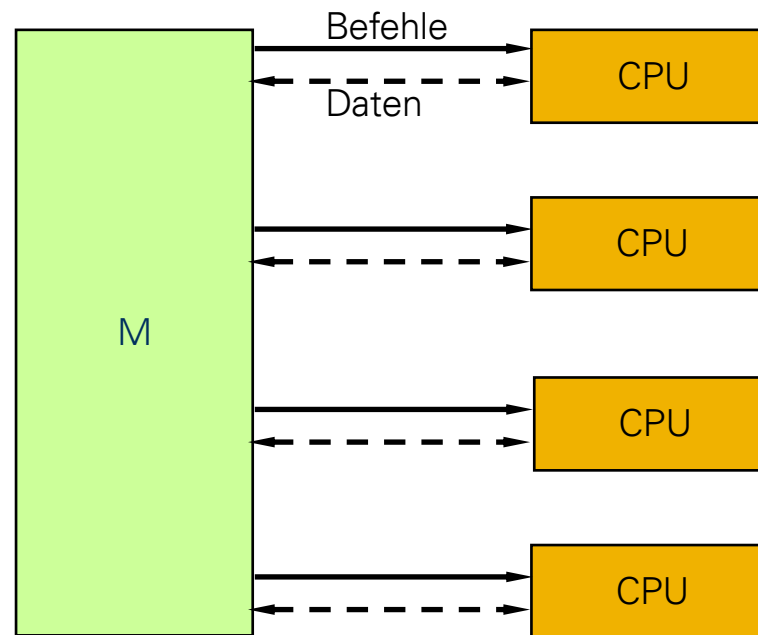
MIMD (multiple instruction streams, multiple data streams)

- Mehrere CPUs erhalten unterschiedliche Befehle und bearbeiten Datenwerte.
Datentransformationen werden unabhängig voneinander durchgeführt und die Ergebnisse in globalen oder lokalen Speichern abgelegt.
- Diese Klasse enthält
 - alle Arten von Multiprozessorsystemen

Klassifizierung nach Flynn

MIMD (multiple instruction streams, multiple data streams)

— Prinzipdarstellung:



Klassifizierung nach Flynn

Überblick

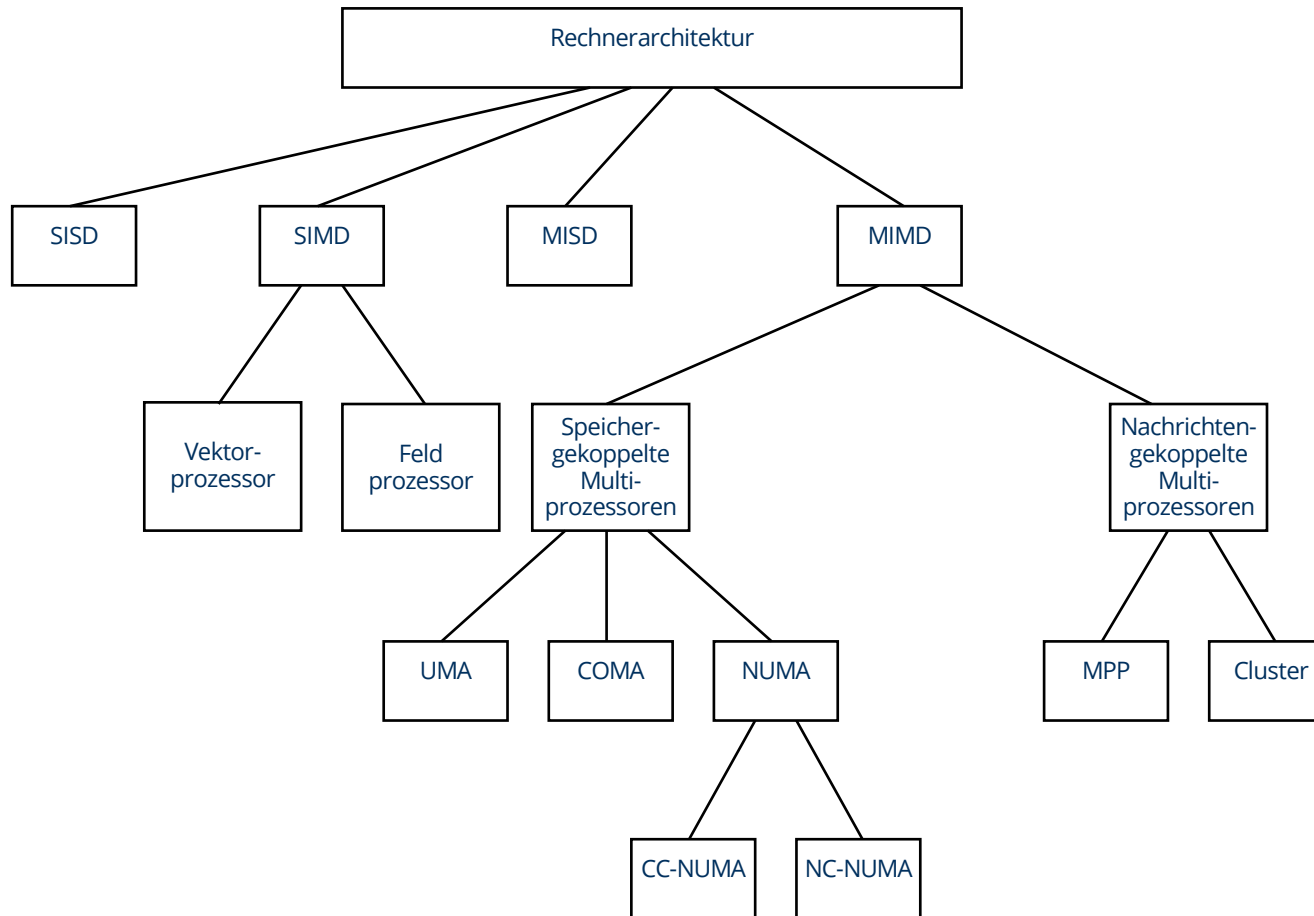
- SISD
 - single instruction stream, single data stream
 - ein Befehlsstrom, der einen Datenstrom bearbeitet
- SIMD
 - single instruction stream, multiple data streams
 - ein Befehlsstrom bearbeitet mehrere Datenströme
- MISD
 - multiple instruction streams, single data stream
 - mehrere Befehlsströme bearbeiten einen Datenstrom
- MIMD
 - multiple instruction streams, multiple data streams
 - mehrere nebenläufige Befehlsströme

Klassifizierung nach Flynn

Bewertung der Klassifizierung nach Flynn

- SIMD und MIMD sind zu Standard-Begriffen in der Rechnerarchitektur geworden
- Art der Herangehensweise findet Nachahmung (Single Program Multiple Data, SPMD)
- Begriff MIMD ist viel zu grob für das ganze Gebiet der Multiprozessorsysteme
- Keine Unterscheidung zwischen Pipelining und Nebenläufigkeit
- Ungeeignet für die Beschreibung von modernen Mikroprozessorsystemen (SISD?)
- Keine quantitative Bewertung der Rechnerarchitekturen

Flynn'sche Klassifikation mit Erweiterungen



Zentrale/Nicht-Zentrale Systemaufsicht

- Die Unterscheidung zwischen eng und lose gekoppelten Multiprozessorsystemen läuft aus der Sicht der Betriebssysteme auf folgende Unterscheidung hinaus:
 - Zentrale und nicht-zentralisierte Systemaufsicht
 - Können innerhalb eines Mehrrechnersystems zu jedem Zeitpunkt der globale Systemzustand erkannt und auf der Basis dieses Kenntnis den einzelnen Verarbeitungseinheiten Anweisungen erteilt werden, dann spricht man von einem Multiprozessorsystem mit zentraler Systemaufsicht
 - Ist dies nicht gewährleistet, handelt es sich um ein Multiprozessorsystem mit nicht-zentralisierter Systemaufsicht
 - Damit stellt sich die Frage nach der Abgrenzung zu Rechnernetzen!
- Je nach räumlicher Entfernung unterscheidet man:
 - Verteilte Polyprozessorsysteme (Multiprozessorsystem mit verteilter Systemaufsicht)
 - lokale Netze (heterogene, verteilte Systeme, die auf Gebiet begrenzt sind)
 - Rechner-Verbundsysteme (weiträumig verteilte Netze)
 - Begriffe: Metacomputing, Hypercomputing, Grid