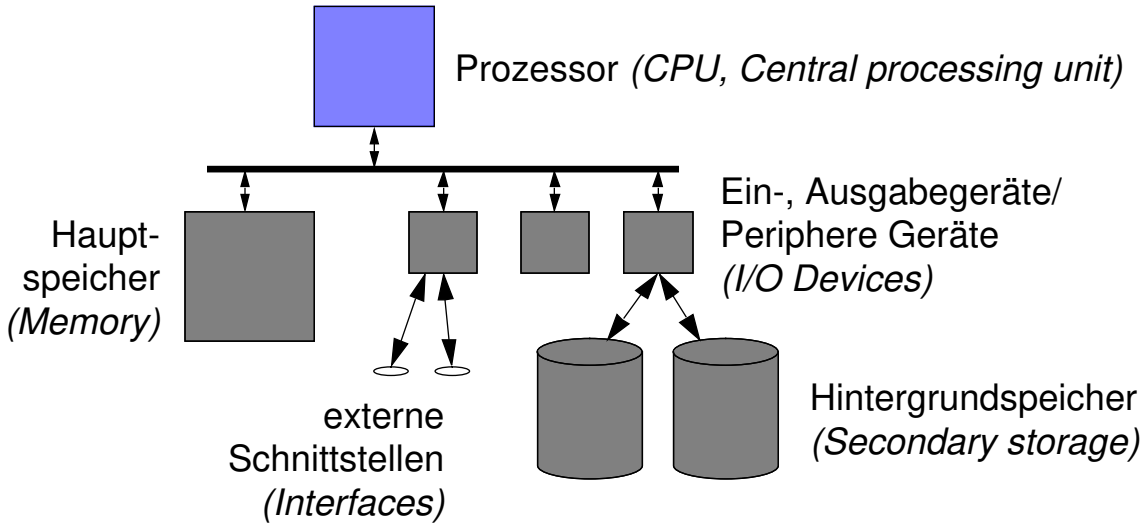
H Verklemmungen

- Einordnung:

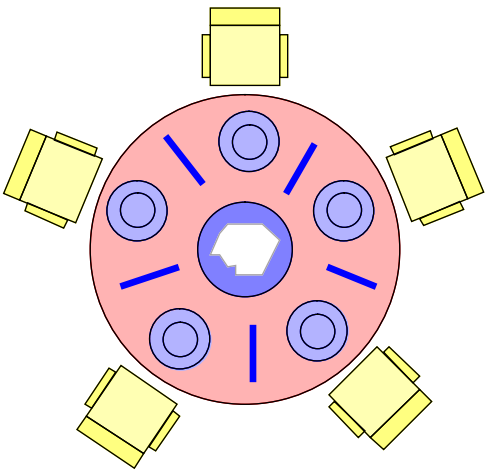


  - Verhalten von Aktivitätsträgern / Prozessen

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

H.1 Motivation

- Beispiel: die fünf Philosophen am runden Tisch



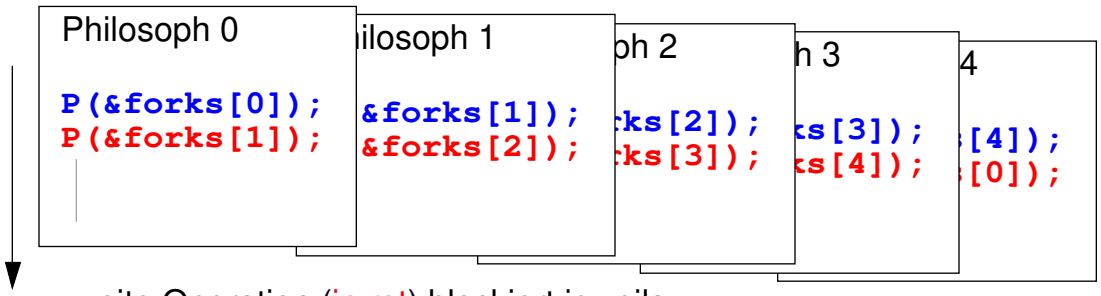
  - Philosophen denken oder essen
    "The life of a philosopher consists of an alternation of thinking and eating." (Dijkstra, 1971)
  - zum Essen benötigen sie zwei Gabeln, die jeweils zwischen zwei benachbarten Philosophen abgelegt sind

- Philosophen können verhungern, wenn sie sich „dumm“ anstellen.

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

H.1 Motivation (2)

- Problem der Verklemmung *(Deadlock)*
  - alle Philosophen nehmen gleichzeitig die linke Gabel auf und versuchen dann die rechte Gabel aufzunehmen



zweite Operation (in rot) blockiert jeweils

  - System ist **verklemmt:** Philosophen warten alle auf ihre Nachbarn

- Problemkreise:
  - Vermeidung und Verhinderung von Verklemmungen
  - Erkennung und Erholung von Verklemmungen

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

H.2 Betriebsmittelbelegung

- Betriebsmittel
  - CPU, Drucker, Geräte (Platten, CD-ROM, Floppy, Audio, usw.)
  - nur elektronisch vorhandene Betriebsmittel der Anwendung oder des Betriebssystems, z.B. Gabeln der Philosophen

- Unterscheidung von Typ und Instanz
  - Typ definiert ein Betriebsmittel eindeutig
  - Instanz ist eine Ausprägung des Typs
    (die Anwendung benötigt eine Instanz, egal welche)
    - CPU: Anwendung benötigt eine von mehreren gleichartigen CPUs
    - Drucker: Anwendung benötigt einen von mehreren gleichen Druckern (falls Drucker nicht austauschbar und gleichwertig, so handelt es sich um verschiedene Typen)
    - Gabeln: jede Gabel ist ein eigener Betriebsmitteltyp

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

1 Belegung

- Belegung erfolgt in drei Schritten
  - ◆ Anfordern des Betriebsmittels
    - blockiert evtl. falls Betriebsmittel nur exklusiv benutzt werden kann
    - Gabel: nur exklusiv
    - Bildschirmausgabe: exklusiv oder nicht-exklusiv
  - ◆ Nutzen des Betriebsmittels
    - Gabel: Philosoph kann essen
    - Drucker: Anwendung kann drucken
  - ◆ Freigeben des Betriebsmittels
    - Gabel: Philosoph legt Gabel wieder zwischen die Teller

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

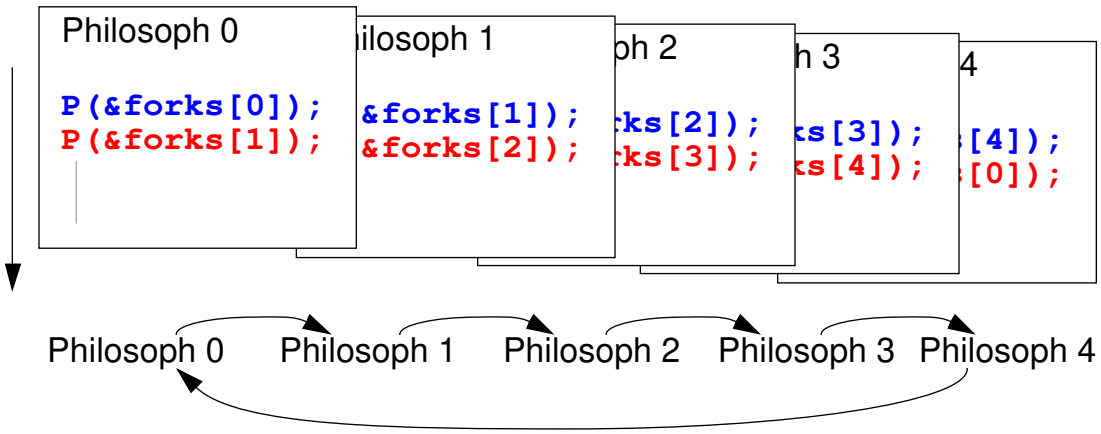
2 Voraussetzungen für Verklemmungen

- Vier notwendige Bedingungen
  - ◆ *Exklusive Belegung*
    Mindestens ein Betriebsmitteltyp muß nur exklusiv belegbar sein.
  - ◆ *Nachforderungen von Betriebsmittel möglich*
    Es muß einen Prozeß geben, der bereits Betriebsmittel hält, und ein neues Betriebsmittel anfordert.
  - ◆ *Kein Entzug von Betriebsmitteln möglich*
    Betriebsmittel können nicht zurückgefordert werden bis der Prozeß sie wieder freigibt.
  - ◆ *Zirkuläres Warten*
    Es gibt einen Ring von Prozessen, in dem jeder auf ein Betriebsmittel wartet, das der Nachfolger im Ring besitzt.

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

2 Voraussetzungen für Verklemmung (2)

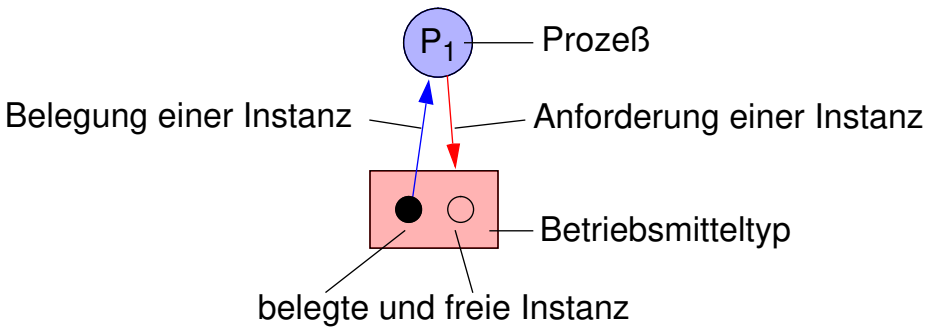
- Beispiel: fünf Philosophen
  - ◆ Exklusive Belegung: **ja**
  - ◆ Nachforderungen von Betriebsmittel möglich: **ja**
  - ◆ Kein Entzug von Betriebsmitteln möglich: **nicht vorgesehen**
  - ◆ Zirkuläres Warten: **ja**



Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

3 Betriebsmittelgraphen

- Veranschaulichung der Belegung und Anforderung durch Graphen (nur exklusive Belegungen)

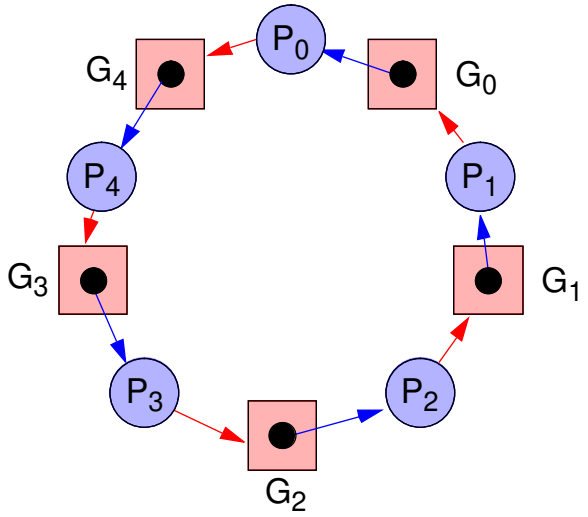


- Regeln:
  - ◆ kein Zyklus im Graph ➔ keine Verklemmung
  - ◆ Zyklus im Graph ➔ Verklemmung
  - ◆ nur jeweils eine Instanz pro Betriebsmitteltyp und Zyklus ➔ Verklemmung

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

3 Betriebsmittelgraphen (2)

- Beispiel: fünf Philosophen

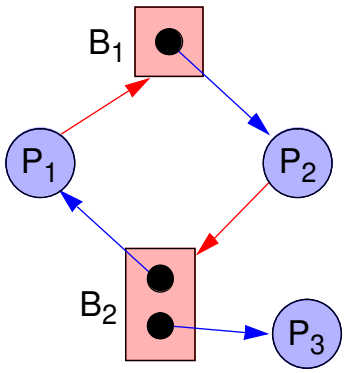


◆ Zyklus und jeder Betriebsmitteltyp hat nur eine Instanz ➔ Verklemmung

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

3 Betriebsmittelgraphen (3)

- Beispiel mit Zyklus und ohne Verklemmung



◆ Prozeß 3 kann seine Instanz vom Betriebsmitteltyp B_2 wieder zurückgeben und den Zyklus damit auflösen

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

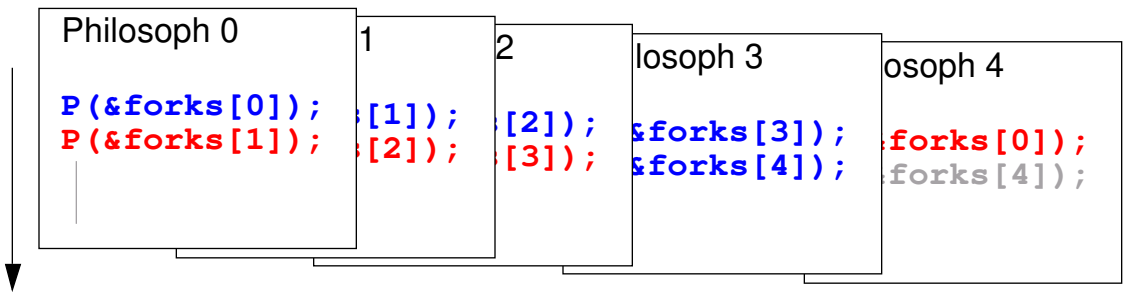
H.3 Vermeidung von Verklemmungen

- Ansatz: Vermeidung der notwendigen Bedingungen für Verklemmungen
  - ◆ *Exklusive Belegung:* oft nicht vermeidbar
  - ◆ *Nachforderungen von Betriebsmittel möglich:*
    alle Betriebsmittel müssen auf einmal angefordert werden
    - ungenutzte aber belegte Betriebsmittel vorhanden
    - Aushungerung möglich: ein anderer Prozeß hält immer das nötige Betriebsmittel belegt
  - ◆ *Kein Entzug von Betriebsmitteln möglich:*
    Entzug von Betriebsmitteln erlauben
    - bei neuer Belegung werden alle gehaltenen Betriebsmittel freigegeben und mit der neuen Anforderung zusammen wieder angefordert
    - während ein Prozeß wartet, werden seine bereits belegten Betriebsmittel anderen Prozessen zur Verfügung gestellt
    - möglich für CPU oder Speicher jedoch nicht für Drucker, Bandlaufwerke oder ähnliche

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

H.3 Vermeidung von Verklemmungen (2)

- ◆ *Zirkuläres Warten:* Vermeidung von Zyklen
  - Totale Ordnung auf Betriebmitteltypen
  - Anforderungen nur in der Ordnungsreihenfolge erlaubt

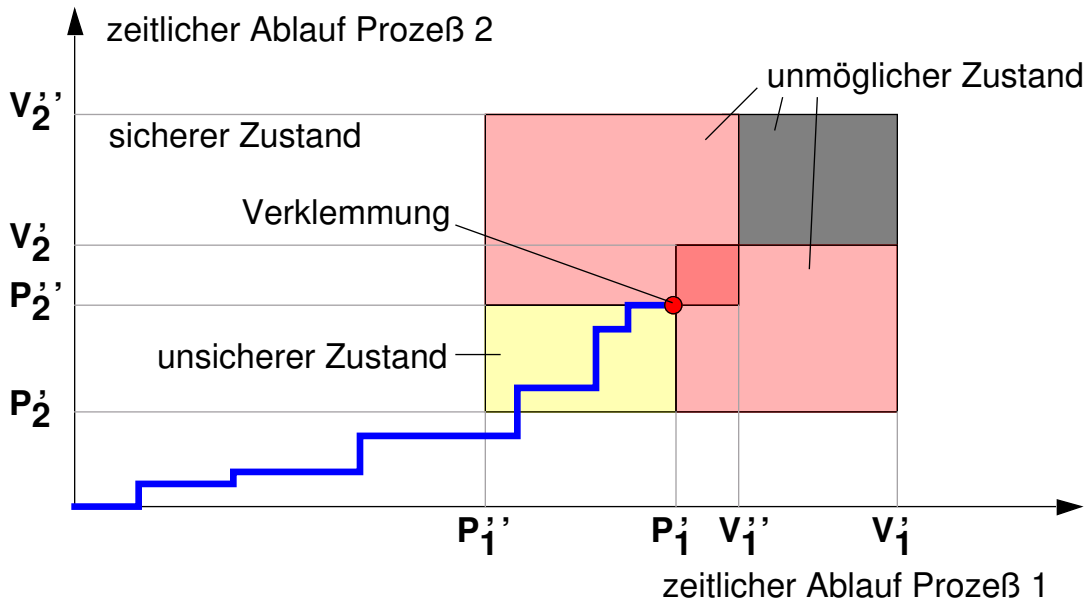


  z.B. Gabeln: geordnet nach Gabelnummer
  - Bei neuer Anforderung wird geprüft, ob letzte Anforderung kleiner bzgl. der totalen Ordnung war (Instanzen gleichen Typs müssen gleichzeitig angefordert werden); sonst: Abbruch mit Fehlermeldung
  - Philosoph 4 bekäme eine Fehlermeldung, wenn er in der obigen Situation zuerst Gabel 4 und dann Gabel 0 anfordert: Rückgabe und neuer Versuch

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

H.4 Verhinderung von Verklemmungen

- Annahme: es ist bekannt, welche Betriebsmittel ein Prozeß brauchen wird
  - Betriebssystem überprüft System auf unsichere Zustände



Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

1 Sichere und unsichere Zustände

- Sicherer Zustand
  - Es gibt eine Sequenz, in der die vorhandenen Prozesse abgearbeitet werden können, so daß ihre Anforderungen immer befriedigt werden können.
  - Sicherer Zustand erlaubt immer eine verklemmungsfreie Abarbeitung
- Unsicherer Zustand
  - Es gibt keine solche Sequenz.
  - Verklemmungszustand ist ein unsicherer Zustand
  - Ein unsicherer Zustände führt zwangsläufig zur Verklemmung, wenn die Prozesse ihre angenommenen Betriebsmittel wirklich anfordern bevor sie von anderen Prozessen wieder freigegeben werden.

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

1 Sichere und unsichere Zustände (2)

- Beispiel:
  - 12 Magnetbandlaufwerke vorhanden
  - P_0 braucht (bis zu) 10 Laufwerke
  - P_1 braucht (bis zu) 4 Laufwerke
  - P_2 braucht (bis zu) 9 Laufwerke

  - Aktuelle Situation: P_0 hat 5, P_1 hat 2 und P_2 hat 2 Laufwerke
  - Zustand sicher?

  - Aktuelle Situation: P_0 hat 5, P_1 hat 2 und P_2 hat 3 Laufwerke
  - Zustand sicher?

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

1 Sichere und unsichere Zustände (3)

- Verhinderung von Verklemmungen
  - Verhinderung von unsicheren Zuständen
  - Anforderungen blockieren, falls sie in einen unsicheren Zustand führen würden
- Beispiel von Folie H.15:
  - Zustand: P_0 hat 5, P_1 hat 2 und P_2 hat 2 Laufwerke
  - P_2 fordert ein zusätzliches Laufwerk an
  - Belegung würde in unsicheren Zustand führen: P_2 muß warten
- ▲ Verhinderung von unsicheren Zuständen schränkt Nutzung von Betriebsmitteln ein
  - verhindert aber Verklemmungen

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.