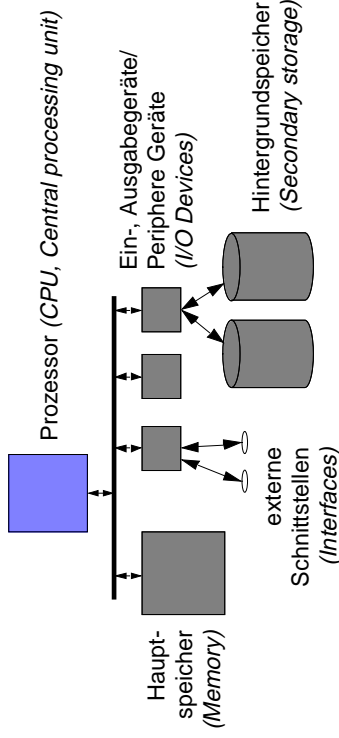


## H Verklemmungen

- Einordnung:



- ◆ Verhalten von Aktivitätsträgern / Prozessen

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1988

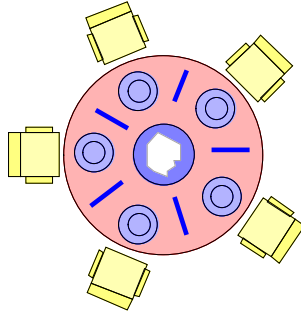
H-Deadlock.doc (1988-01-20 15:19)

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlagen, außer in Form von ein in der Universität Erlangen-Nürnberg, ist ohne die Zustimmung des Autors.

H.1

## 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.

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1988

H-Deadlock.doc (1988-01-20 15:19)

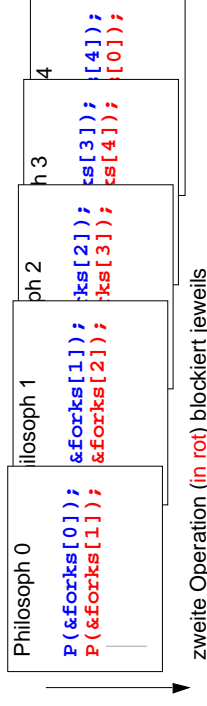
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlagen, außer in Form von ein in der Universität Erlangen-Nürnberg, ist ohne die Zustimmung des Autors.

H.2

## 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 **verklemt**: Philosophen warten alle auf ihre Nachbarn
- Problemkreise:
- ◆ Vermeidung und Verhinderung von Verklemmungen
- ◆ Erkennung und Erholung von Verklemmungen

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1988

H-Deadlock.doc (1988-01-20 15:19)

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlagen, außer in Form von ein in der Universität Erlangen-Nürnberg, ist ohne die Zustimmung des Autors.

H.3

## H.2 Betriebsmittelbelegung

- Betriebsmittel

- ◆ CPU, Drucker, Geräte (Platten, CD-ROM, Floppy, Audio, usw.)
- ◆ nur elektronisch vorhandene Betriebsmittel der Anwendung oder des Betriebssystem, 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

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1988

H-Deadlock.doc (1988-01-20 15:19)

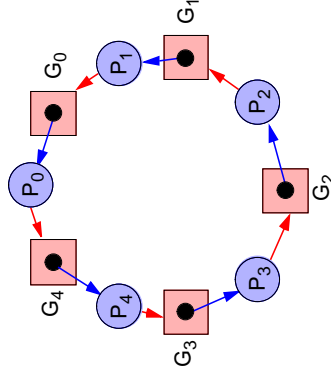
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlagen, außer in Form von ein in der Universität Erlangen-Nürnberg, ist ohne die Zustimmung des Autors.

H.4



### 3 Betriebsmittelgraphen (2)

■ Beispiel: fünf Philosophen



◆ Zyklus und jeder Betriebsmitteltyp hat nur eine Instanz → **Verklemmung**

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1988

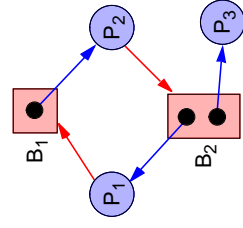
H-Deadline.doc: 1988-01-20 15:19

H.9

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlagen, außer in 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<sub>2</sub> wieder zurückgeben und den Zyklus damit auflösen

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1988

H-Deadline.doc: 1988-01-20 15:19

H.10

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

### H.3

- 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

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1988

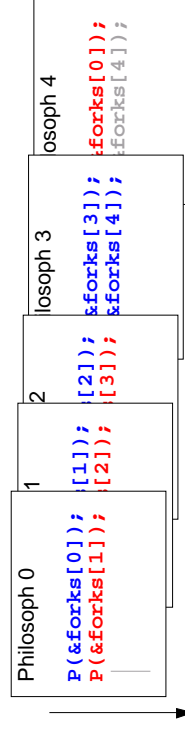
H-Deadline.doc: 1988-01-20 15:19

H.11

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlagen, außer in 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 Betriebsmitteltypen
  - 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

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1988

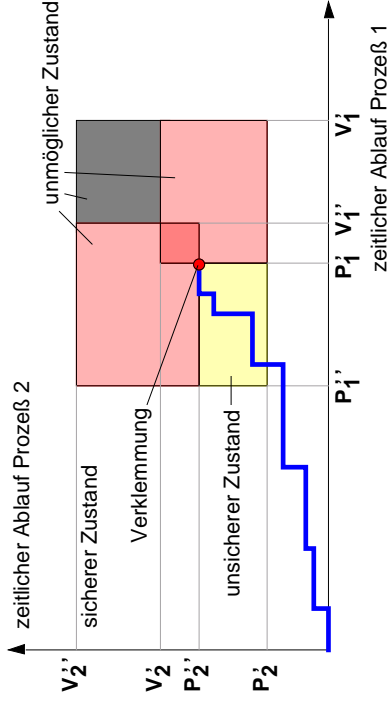
H-Deadline.doc: 1988-01-20 15:19

H.12

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlagen, außer in 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



SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1988

H-Deadline.doc: 1988-01-20 15:19

H.13

Reproduzieren Sie für alle Verwendungszwecke. Urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. © Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1988.

## 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 Zustand führt zwangsläufig zur Verklemmung, wenn die Prozesse ihre angenommenen Betriebsmittel wirklich anfordern bevor sie von anderen Prozessen wieder freigegeben werden.

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1988

H-Deadline.doc: 1988-01-20 15:19

H.14

Reproduzieren Sie für alle Verwendungszwecke. Urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. © Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1988.

## 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?

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1988

H-Deadline.doc: 1988-01-20 15:19

H.15

Reproduzieren Sie für alle Verwendungszwecke. Urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. © Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1988.

## 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

SP I

Systemprogrammierung I

© Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1988

H-Deadline.doc: 1988-01-20 15:19

H.16

Reproduzieren Sie für alle Verwendungszwecke. Urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. © Franz J. Hauck, Universität Erlangen-Nürnberg, IMMD IV, 1988.