



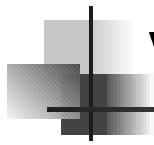
Betriebssysteme

Verklemmungen (Deadlocks)



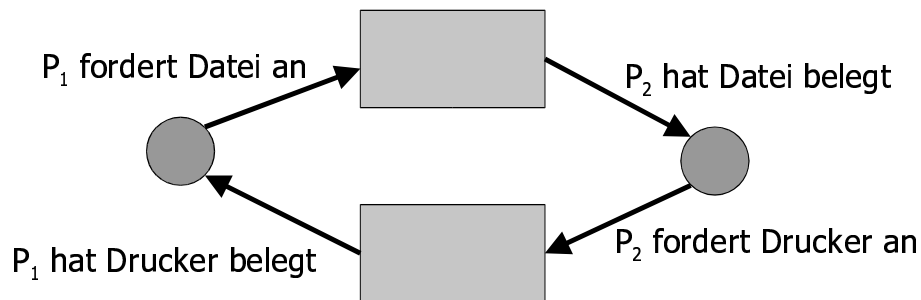
Überblick

- Was sind Verklemmungen?
- Betriebsmittel-Zuordnungsgraphen
- Bedingungen für Verklemmungen
- Umgang mit Verklemmungen
 - Unmöglich machen
 - Vermeiden
 - Erkennen und beseitigen
 - Ignorieren

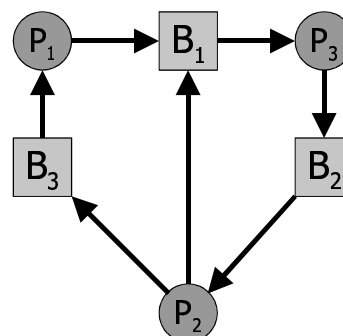
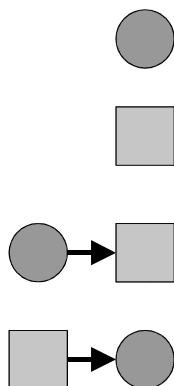


Verklemmungen (deadlocks)

- Zwei oder mehr Prozesse hindern sich gegenseitig an der Ausführung.

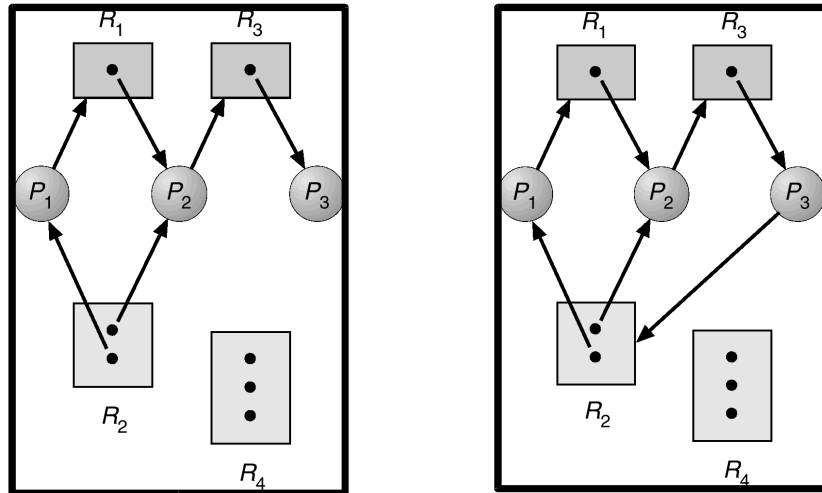


Graphische Modellierung einer Verklemmungssituation

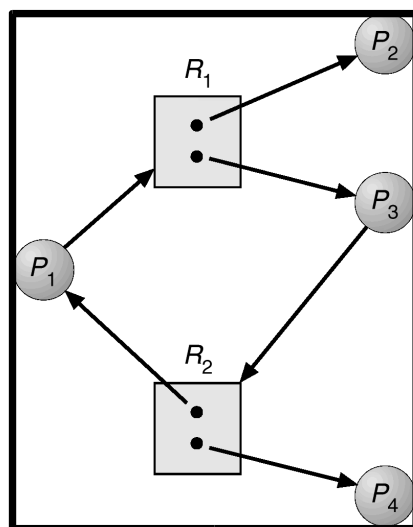


Zyklus im Graph:
Verklemmung!

Betriebsmittel-Zuordnungsgraph mit mehreren Exemplaren pro Ressource



Zyklischer Betriebsmittel-Zuordnungsgraph ohne Verklemmung



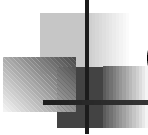
Nur ein Exemplar pro Betriebsmittel:

Mehrere Exemplare pro Betriebsmittel:



Bedingungen für Verklemmungen

- Vier Bedingungen für das Auftreten von Verklemmungen (Coffman, 1971):
 - der Betriebsmittelnutzung (mutual exclusion)
 - Betriebsmittelanforderungen möglich (hold and wait)
 - Keine Rückgabe (no preemption)
 - Warten (circular wait)



Verklemmungen und wie man damit umgeht...

- Verklemmungen
- Verklemmungen
- Verklemmungen und
- Verklemmungen



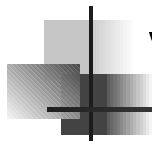
Verklemmungen unmöglich machen (I)

- - Z. B. Einrichten eines Druckerdaemons
 - Probleme: nicht für alle Betriebsmittel geeignet, nur Verlagerung auf andere Betriebsmittel
- - Z. B. Anforderung aller benötigten Betriebsmittel zu Prozessbeginn
 - Probleme: Unnötig lange Belegung der Betriebsmittel, schlechte Betriebsmittelauslastung



Verklemmungen unmöglich machen (II)

- Vorzeitige Betriebsmittelrückgabe machen
 - Z.B. Entzug nach einer bestimmten Zeit
 - Probleme: muss auf Programmebene berücksichtigt werden, bereits geleistete Arbeitsleistung geht verloren
- Zirkularität
 - Z. B. lineare oder hierarchische Ordnung der Betriebsmittel, Anforderungen dann nur gemäß dieser Ordnung
 - Probleme: keine allgemein brauchbare Ordnung angebar, deshalb oft schlechte Auslastung

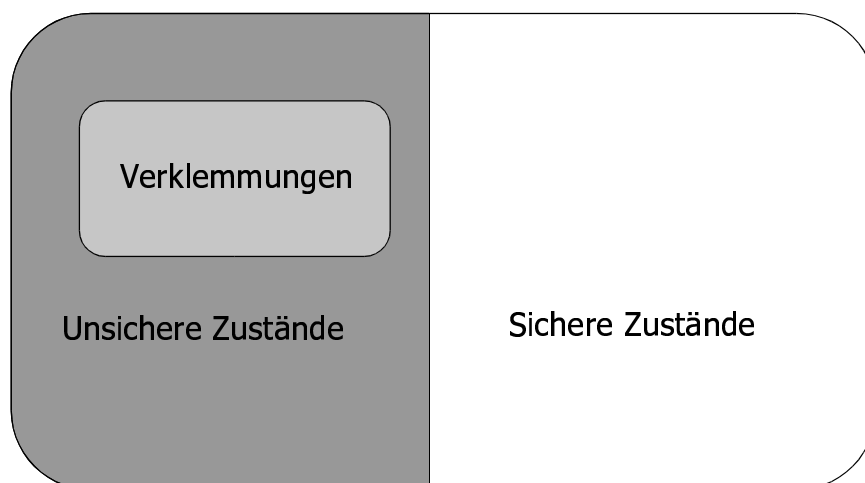


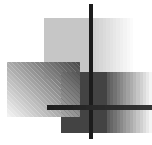
Verklemmungen vermeiden

- Betrachtung der Betriebsmittelanforderungen als gleichzeitig auftretende
- Unterscheidung von
 - Zuständen (Verklemmung nicht möglich)
 - Zuständen (Verklemmung nicht zwingend, bei ungünstiger Anforderungsreihenfolge aber möglich)
- Weitere Prozesse werden nur gestartet, wenn Zustand entsteht (Bankers-Algorithmus)



Sichere Zustände, unsichere Zustände, Verklemmungen





Einige Definitionen

- E_r : Zahl der Exemplare des Betriebsmittels r
- B_{kr} : Zahl der Exemplare des Betriebsmittels r , die Prozess k hat
- Z_{kr} : Zahl der Exemplare des Betriebsmittels r , die Prozess k will
- F_r : Zahl der Exemplare des Betriebsmittels s . Es gilt $F_r = E_r - \sum B_{kr}$



Unsichere Zustände vermeiden (Banker's-Algorithm)

1. Alle Prozesse entmarkieren
2. Suche unmarkierten Prozess k bei dem für alle Betriebsmittel gilt: $F_r \geq Z_{kr}$
3. Falls es einen solchen Prozess gibt, markiere ihn und setze $F_r = F_r + B_{kr}$ für alle r .
4. Gibt es keinen solchen Prozess, halte an, ansonsten durchlaufe erneut Schritt 2 und 3

Genau dann wenn alle Prozesse markiert werden können, handelt es sich um einen sicheren Zustand.

Sichere Betriebsmittelanforderung

Sei A_{kr} die Anzahl der Betriebsmittel r , die Prozess k gerade anfordert.

2. Ist $A_{kr} > C_{kr}$ für wenigstens ein r
-> Fehler: Zu viele Ressourcen angefordert!
3. Ist $A_{kr} \leq F_r$ für alle r , gehe zu Schritt 3. Anderenfalls muss k warten, da nicht genug Betriebsmittel vorhanden sind.
4. Überprüfe, ob der Zustand, in den man gelangte, wenn man die Anforderung von k gewähren würde, ein sicherer Zustand ist. Erfülle die Anforderung nur in diesem Fall.

Beispiel

Anzahl der verfügbaren Betriebsmittel $A=5, B=3, C=4, D=3$

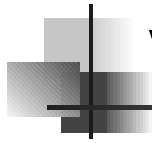
| | A | B | C | D |
|-------|---|---|---|---|
| P_1 | 2 | 0 | 1 | 0 |
| P_2 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| P_3 | 1 | 0 | 2 | 0 |
| P_4 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| P_5 | 0 | 1 | 0 | 1 |

| | A | B | C | D |
|-------|---|---|---|---|
| P_1 | 1 | 0 | 2 | 1 |
| P_2 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| P_3 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| P_4 | 4 | 0 | 2 | 1 |
| P_5 | 0 | 2 | 4 | 0 |

bestehende Belegung max. zusätzliche Anforderungen
Anforderungen: a) P_2 fordert ein C b) P_3 fordert ein A

-

-



Verklebungen beseitigen

- Prozesse
- Prozesse
- Betriebsmittel

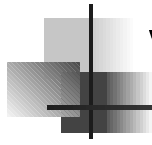
Probleme:

- Prozess-/Betriebsmittelauswahl
- Verlust bereits geleisteter Arbeit
- Mögliche Inkonsistenzen
- U. U. manueller Mehraufwand erforderlich



Kriterien bei der Auswahl des abzubrechenden Prozesses

- Priorität des Prozesses
- Anzahl abzubrechender Prozesse
- Bisherige Laufzeit
- Noch verbleibende Laufzeit
- Belegte Betriebsmittel
- Noch fehlende Betriebsmittel
- Art des Prozesses (interaktiver Prozess oder Hintergrundprozess?)



Verklemmungen ignorieren

- Erkennung von Verklemmungen
- Beseitigung von Verklemmungen
- Vermeidung bzw. Unmöglichmachen von Verklemmungen u. U.
- Verklemmungen sind in der Regel nicht das Problem