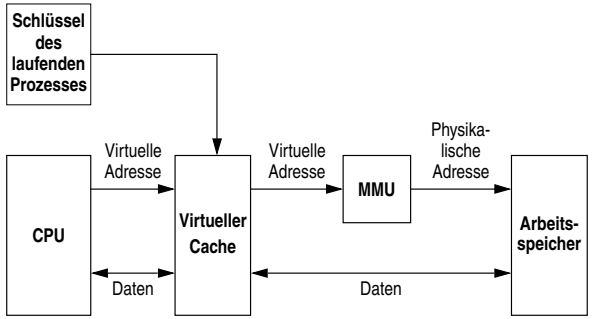
## 4.4 Virtuelle Caches mit Prozeß-Schlüsseln

### 4.4.1 Arbeitsweise





Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig



### 4.4.2 Verwaltung

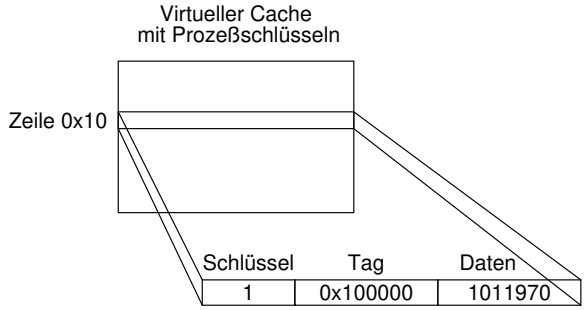
- Kontextumschaltung
  - bei write-through kein Leeren bei Kontextumschaltung erforderlich
  - bei write-back Schwierigkeiten, da nach Kontextwechsel die alte, zuständige SKT nicht mehr bekannt ist
  - bei zu wenig Schlüsselwerten muß die Prozessorvergabe auf die Schlüsselverteilung Rücksicht nehmen, wenn nicht jeder Kontextwechsel zur Leerung des Cache führen soll
- fork
  - Sohn braucht neuen Schlüssel
  - Daten des Vaters müssen im Arbeitsspeicher sein!
  - kein copy-on-write
    - write-through: Kern-Adreßraum muß nicht bereinigt werden
    - write-back: Cache muß explizit geleert werden
  - copy-on-write
    - write-back: Arbeitsspeicher muß bei jedem fork invalidiert werden, damit Zeilenersetzungen kein copy-on-write-Signal auslösen


Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig



Beispiel

Schlüssel des Vaters: 1
Schlüssel des Sohnes: 2
Cache direkt abgebildet, write-through
Vater liest:




Wenn Sohn liest, wird trotz copy-on-write erneut vom Speicher gelesen


Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig



Abhilfe: Mehrfach abgebildeter Cache

Beispiel 2-fach

**Nur Vater hat aus virtueller Adresse 0x100000 gelesen:**

| | Schlüssel | Tag | Daten |
|---|---|---|---|
| Menge 0x10 | 1 | 0x100000 | 1011970 |
| | - | - | - |

**Nur Sohn hat aus virtueller Adresse 0x100000 gelesen:**

| | Schlüssel | Tag | Daten |
|---|---|---|---|
| Menge 0x10 | 2 | 0x100000 | 1011970 |
| | - | - | - |

**Vater und Sohn haben aus virtueller Adresse 0x100000 gelesen:**

| | Schlüssel | Tag | Daten |
|---|---|---|---|
| Menge 0x10 | 1 | 0x100000 | 1011970 |
| | 2 | 0x100000 | 1011970 |


Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig

- Exec
  - Prozeßschlüssel beibehalten
  - Im Cache alle Einträge mit diesem Schlüssel invalidieren
- exit
  - Da normalerweise kein Flush bei Prozeßumschaltung, Einträge diese Schlüssels invalidieren
  - Könnte auch bis zur Wiedervergabe des Schlüssels aufgeschoben werden
- brk, sbrk

  wie bei virtuellem Cache





- shared memory und memory mapped files

  Information könnte mehrfach unter verschiedenen Schlüsseln vorhanden sein
  - unter gleicher virtueller Adresse
    problematisch, falls nicht write-allocate

| Schlüssel | Mod | Tag | Daten |
|---|---|---|---|
| 1 | M | 0x100000 | 1011970 |

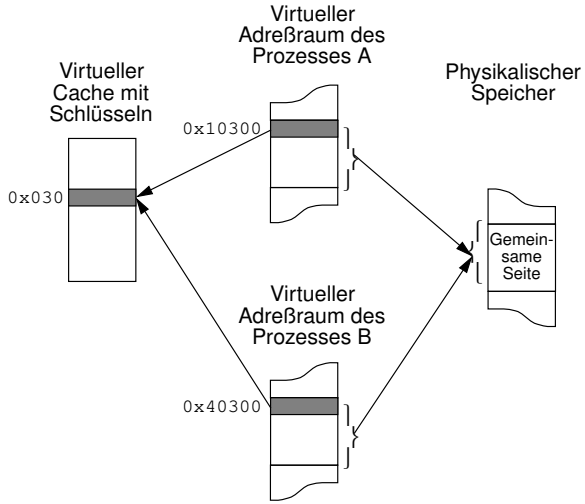
Nach Zugriffsfehler:

| Schlüssel | Mod | Tag | Daten |
|---|---|---|---|
| 2 | - | 0x100000 | 1011970 |





- Unter verschiedenen virtuellen Adressen








- Möglichkeiten zur Verhinderung von Mehrdeutigkeiten
  - Entfernung aus dem Cache bei Adreßraumumschaltung
  - Puffern (“cachen”) gemeinsamer Segmente nicht zulassen
  - Bei direkt abgebildetem Cache mit write_allocate, gemeinsame Segmente so anlegen, daß Anfangsadressen auf die gleiche Cachezeile abgebildet werden; aber Zugriff erzeugt Fehlzugriff!
- E/A

  Zu behandeln wie rein virtueller Cache
- Mehrdeutigkeiten Benutzer - Kern
  - Zusätzlicher Modus-Indikator
  - Besonderer Schlüssel für Betriebssystem
    - Vorteil: Kern hat Zugang zu seinen Daten unabhängig von der Identität des aufrufenden Prozesses
    - Nachteil: Fehlzugriffe bei Zugriff auf Benutzerdaten

### 4.4.3 Benutzung virtueller Caches in MMUs

- Caches werden in MMUs benutzt als
  - 'translation lookaside buffer' (TLB), auch als 'address translation cache' (ATC) bezeichnet
  - TLB ist virtueller Cache, der Kacheladressen (also Daten der Seiten-Kachel-Tabelle) und Zugriffsrechte speichert
  - Fehlzugriffe werden in manchen Systemen nicht durch Hardware sondern durch BS behandelt (z. B. MIPS)
  - Als TLBs werden häufig virtuelle Caches mit Schlüsseln verwendet; vorteilhaft, wenn (wie üblich) SKTs keine gemeinsamen Abschnitte haben


Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig




### 4.4.4 Schlußfolgerung

- Virtuelle Caches mit Schlüsseln reduzieren Zusatzaufwand: Cache muß normalerweise bei Prozeßumschaltung nicht invalidiert werden.
- Nachteil: gemeinsame Daten können im Cache nicht als solche benutzt werden; verbesserbar, wenn BS Anfangsadressen vergeben kann, da dann bei fork (aber auch nur bei fork!) auf explizite Invalidierung des Cache verzichtet werden kann
- Zusätzliche Probleme treten auf, wenn nicht genügend Prozeßschlüssel zur Verfügung stehen


Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Universität Erlangen-Nürnberg ist ohne Genehmigung des Autors unzulässig