2 Beispiel: UNIX

- Zugriffslisten für
  - Dateien
  - Shared memory-Segmente
  - Message queues
  - Semaphore
  - etc.
- Berechtigungen:
  - Lesen *(read)*, Schreiben *(write)*, Ausführen *(execute)*
  - für Besitzer, Gruppe und alle anderen unterscheidbar
- Subjekte:
  - Prozesse
  - Besitzer (Benutzer) und Zugehörigkeit zu einer oder mehreren Gruppen

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

2 Beispiel: UNIX

- *Superuser*
  - Benutzer *root* hat automatisch alle Zugriffsrechte
- S-Bit–Programme
  - S-Bit ist ein besonderes Recht auf der Binärdatei des Programms
  - Besitzer der Datei wird bei der Ausführung auch Besitzer des Prozeß (sonst wird Aufrufer Besitzer des Prozeß)
- ★ Vorteil
  - Bereitstellen von Prozessen, die kontrolliert Aufrufern höhere Zugriffsberechtigungen erlauben
- ▲ Nachteil
  - Fehler im Prozeß gibt Aufrufer volle Rechte des Programmbesitzers
  - fatal, falls das Programm *root* gehört

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

3 Implementierung

- Globale Tabelle/Matrix
  - System hält eine Datenstruktur und prüft im betreffenden Eintrag die Berechtigungen
  - Tabelle üblicherweise recht groß: paßt evtl. nicht in den Speicher
- Zugriffslisten an den Objekten
  - jedes Objekt hält eine Liste der Berechtigungen (z.B. Unix Datei: Inode)
  - verringert üblicherweise den Platzbedarf für die Einträge (unnötige Felder der Matrix werden nicht repräsentiert)
- Zugriffslisten an den Subjekte
  - jedes Subjekt hält eine Liste von Objekten und den Berechtigungen, die das Subjekt für das Objekt hat
  - ähnlich Capabilities

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

I.3 Schutzmodell nach Bell-La Padula

- Sicherheitsgrad
  - Tupel: (Geheimhaltungsstufe, Schutzkategorie)
  - Geheimhaltungsstufe: ein Element aus einer vollständig geordneten Menge (z.B. vertraulich, geheim, streng geheim)
  - Schutzkategorie: Teilmenge von systemspezifischen Sachgebieten (z.B. Arbeiter, Angestellte, leit. Angestellte, Post)
  - Jedem Objekt und jedem Subjekt ist ein Sicherheitsgrad zugeordnet
- Sicherheitseigenschaft
  - Ein Subjekt kann nur Objekte mit gleichem oder niedrigerem Sicherheitsgrad lesend oder schreibend zugreifen.
  - Dabei gilt: $(g,s) \leq (g',s') \Rightarrow g \leq g' \wedge s \subseteq s'$

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

I.3 Schutzmodell nach Bell-La Padula

- *-Eigenschaft
  - Ein Subjekt kann nur dann gleichzeitig zu einem Objekt A lesenden und zu einem Objekt B schreibenden Zugriff haben, wenn B den gleichen oder einen höheren Sicherheitsgrad besitzt als A

- ★ Es ist nicht möglich Informationen eines hohen Sicherheitsgrads zu einem Objekt niedrigeren Sicherheitsgrads zu transportieren

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

1 Beispiel

- Subjekte und Objekte mit Sicherheitsgraden
  - D_{LA} = Personaldaten der leitenden Angestellten:
    (streng geheim, {})
  - D_{AN} = Personaldaten der sonstigen Angestellten:
    (geheim, {})
  - D_{AR} = Personaldaten der Arbeiter:
    (geheim, {})
  - S_{pers} = Leiter des Personalbüros:
    (streng geheim, {Post, leit. Angestellte, Arbeiter, Angestellte})
  - S_{stellv} = Sachbearb. leitende Angestellte, stellvertr. Leiter Personalbüro:
    (streng geheim, {leit. Angestellte})
  - S_{sach} = Sachbearbeiter Angestellte u. Arbeiter:
    (geheim, {Arbeiter, Angestellte})
  - S_{post}: Poststelle:
    (streng geheim, {Post})

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

1 Beispiel (2)

- Prozeduren mit Sicherheitsgraden
  - R_{LA} = Lesen von Pers.-Nr. und Lohn-/Gehaltsgr. aus D_{LA}:
    (streng geheim, {leit. Angestellte})
  - $R_{AN/AR}$ = Lesen von Pers.-Nr. und Lohn-/Gehaltsgr. aus D_{AN} oder D_{AR}:
    (geheim, {Angestellte, Arbeiter})
  - R_{post} = Lesen von Name, Abteilung und Pers.-Nr.:
    (streng geheim, {Post})

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

1 Beispiel (3)

- Informationsflußkontrollgraph:

S_{pers}
(streng geheim,
{Post, Arbeiter, Angestellte, leit. Angestellte})

R_{post}
(streng geheim,
{Post})

R_{LA}
(streng geheim,
{leit. Angestellte})

$R_{AN/AR}$
(geheim,
{Angestellte, Arbeiter})

S_{post}
(streng geheim,
{Post})

S_{stellv}
(streng geheim,
{leit. Angestellte})

S_{sach}
(geheim,
{Angestellte, Arbeiter})

D_{LA}
(streng geheim, {})

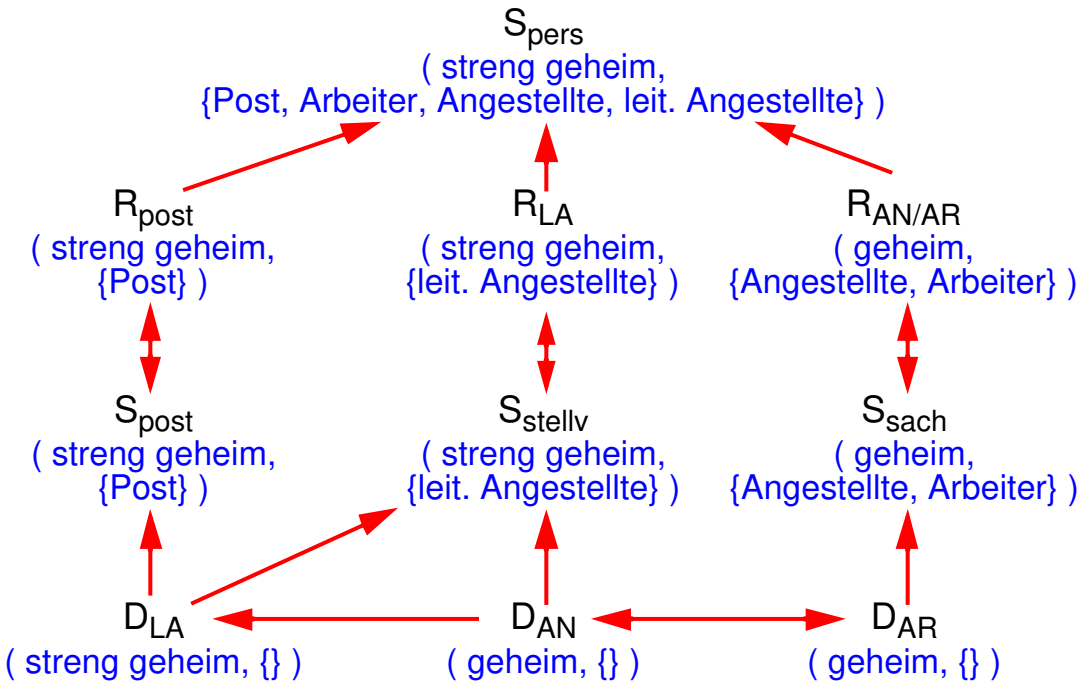
D_{AN}
(geheim, {})

D_{AR}
(geheim, {})

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

1 Beispiel (4)

- Informationsflußkontrollgraph:



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

1 Beispiel (4)

- Sicherheitsgrade verhindern bestimmte Informationsflüsse unabhängig von der Schutzmatrix
  - z.B. kann Information aus R_{post} nach S_{post} gelangen, von dort aber nicht mehr an S_{sach} weitergegeben werden
- Umgekehrt kann die Schutzmatrix Einschränkungen treffen, die nicht durch die Sicherheitsgrade allein verhindert werden
  - z.B. kann S_{stellv} nicht den kompletten Inhalt von D_{LA} lesen, obwohl der Informationsflußkontrollgraph dies erlauben würde

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

2 Bewertung

- Probleme
  - Information erlangt immer höhere Sicherheitsgrade und kann dann nicht mehr weitergegeben werden
  - Beispiel: Programm zur Steuererklärung greift auf streng geheime Buchhaltungsdaten zu ➔ Steuererklärung ist streng geheim
- Einführung von vertrauenswürdigen Prozeduren, die die *-Eigenschaft umgehen können
  - Informationen können im Sicherheitsgrad wieder heruntergestuft werden
- vertrauenswürdige Prozeduren stellen wiederum ein Sicherheitsrisiko dar
  - Verifikation nötig, aber schwierig

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

I.4 Schutz durch Speicherverwaltung

- Schutz vor gegenseitigem Speicherzugriff
  - Segmentierung und Seitenadressierung erlauben es, jedem Prozeß nur den benötigten Speicher einzublenden
  - Segmentverletzung löst Unterbrechung aus
- Systemaufrufe
  - definierter Weg von einer Schutzumgebung (der des Prozesses) in eine andere (der des Betriebssystems)
- Erweiterung dieses Konzepts:
  - allgemeine Prozeduraufrufe zwischen verschiedenen Schutzumgebungen, realisiert mit der Speicherverwaltung und deren Hardware (MMU)

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

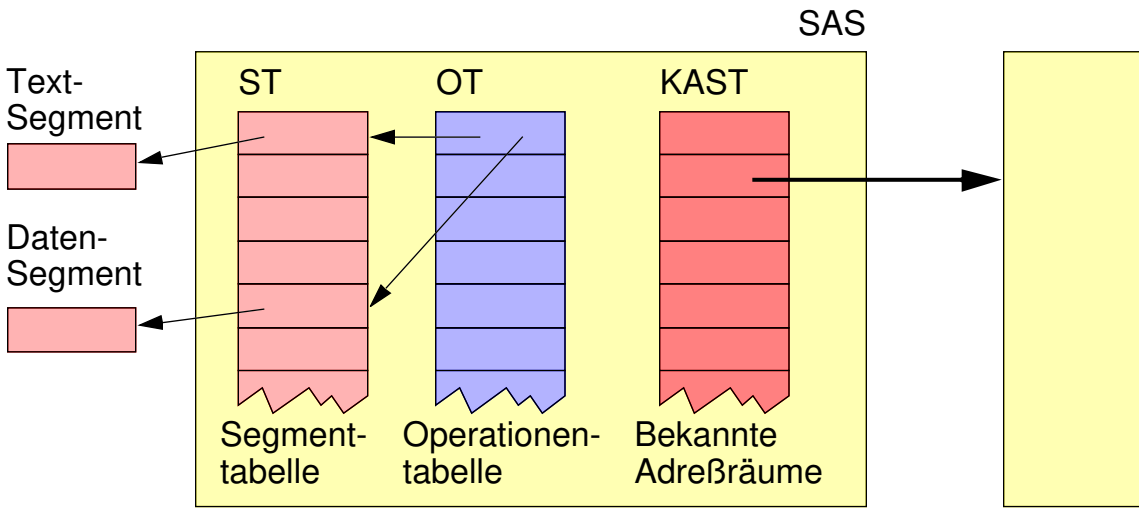
1 Modulkonzept von Habermann

- Idee (von 1976)
  - ◆ Adreßräume (Module) bilden Schutzumgebungen
  - ◆ Adreßräume bieten definierte Operationen an (ähnlich wie das Betriebssystem Systemaufrufe anbietet)
  - ◆ Parameter werden in speziellen Segmenten übergeben
- ★ Bietet allgemeinen Schutz der Module und erlaubt kontrollierte Interaktionen
- Module besitzen einen statischen Adreßraum *(SAS, Static address space)*
  - ◆ enthält Liste von Segmenten, die zu dem Modul gehören bzw. von dem Modul zugegriffen werden dürfen
  - ◆ enthält Liste von angebotenen Operationen mit den Angaben, welche Segmente jede Operation benötigt (u.a. Segment für die auszuführenden Instruktionen)

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

1 Modulkonzept von Habermann (2)

- ◆ enthält Liste von bekannten Adreßräumen anderer Module (dort können dann Operationen aufgerufen werden)

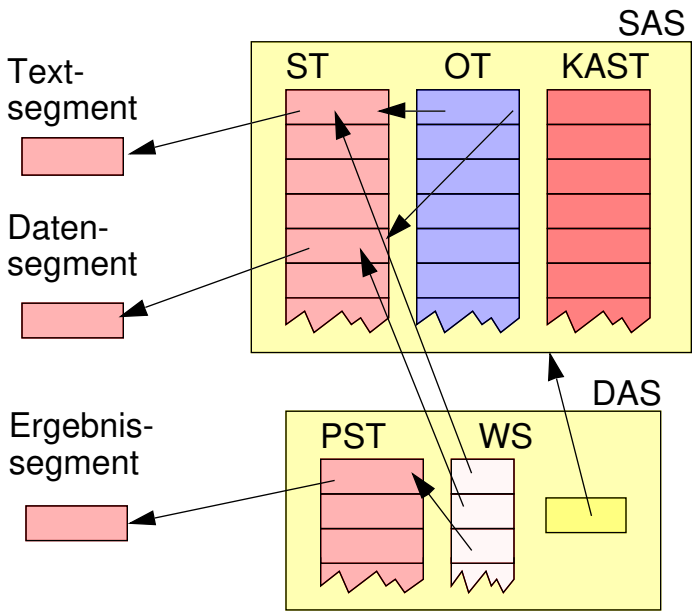


KAST = *Known address space table*

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

1 Modulkonzept nach Habermann (3)

- Aktivitätsträger sind einen dynamische Adreßraum zugeordnet *(DAS, Dynamic address space)*

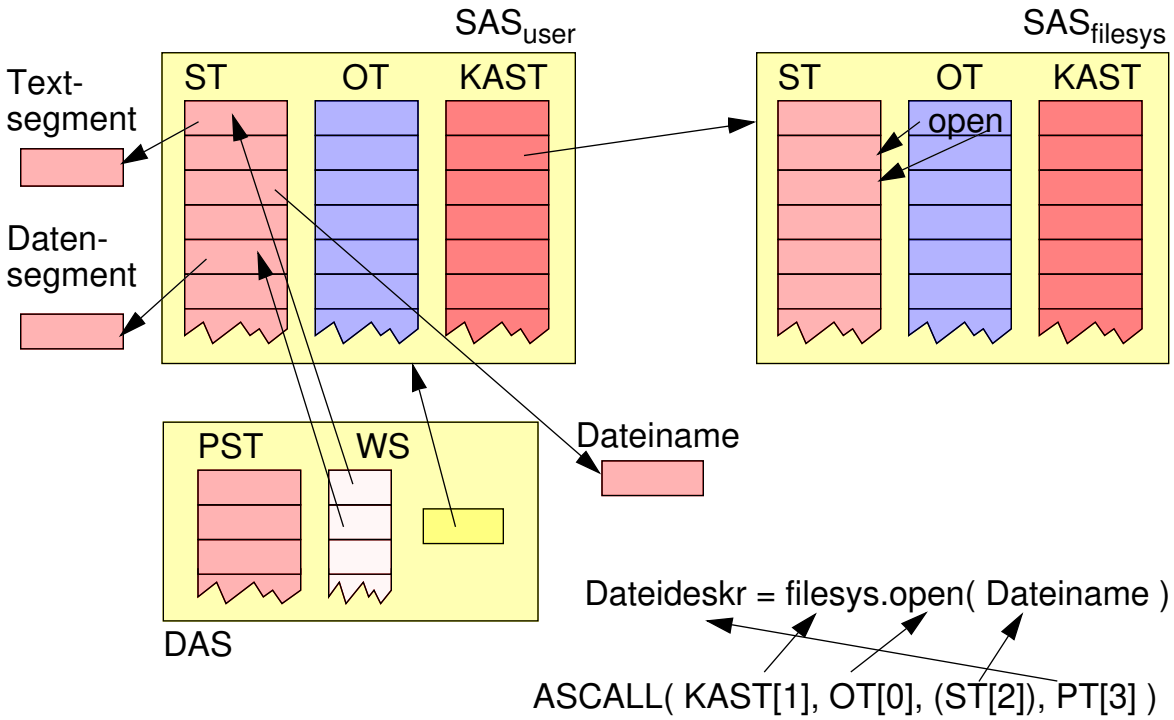


- enthält Segmenttabelle für Parameter und Ergebnisse *(PST)*
- enthält Verweise auf Segmenttabellen, die den Adreßraum zusammenstellen *(WS= Working space)*

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

2 Beispielaufruf

- SAS des Benutzers ruft Operation „open“ des SAS des Dateisystems auf



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