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

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

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

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: $(g,s) \leq (g',s') \Rightarrow g \leq g' \wedge s \subseteq s'$

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

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})

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})

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})

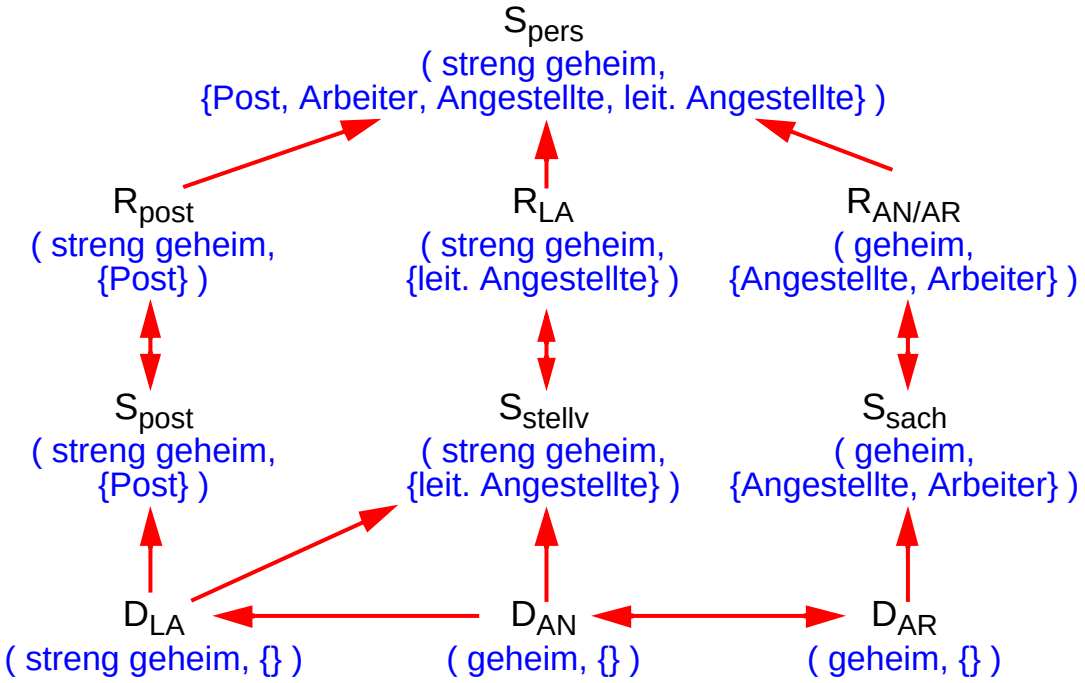
D_{LA}
(streng geheim, {})

D_{AN}
(geheim, {})

D_{AR}
(geheim, {})

1 Beispiel (4)

- Informationsflußkontrollgraph:



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

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

I.4 Schutz durch Speicherverwaltung

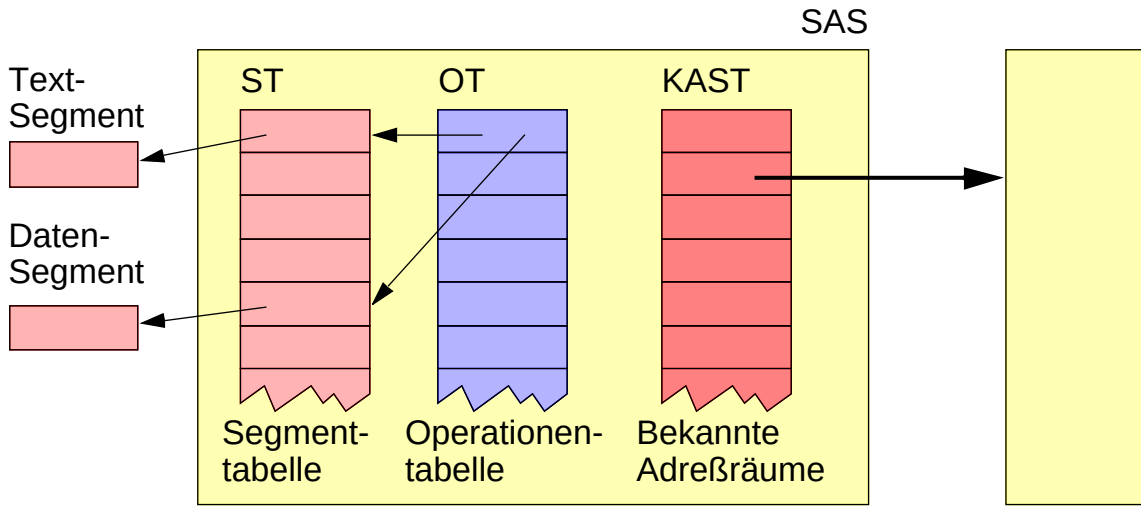
- Schutz vor gegenseitigem Speicherzugriff
  - Segmentierung und Seitenadressierung erlauben es, jedem Prozeß nur den benötigten Speicher einzublenden
  - Segmentverletzung löst Unterbrechung aus
- Systemaufrufe
  - definierter Weg von einer Schutzumgebung (der des Prozesses) in eine andere (der des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

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)

1 Modulkonzept von Habermann (2)

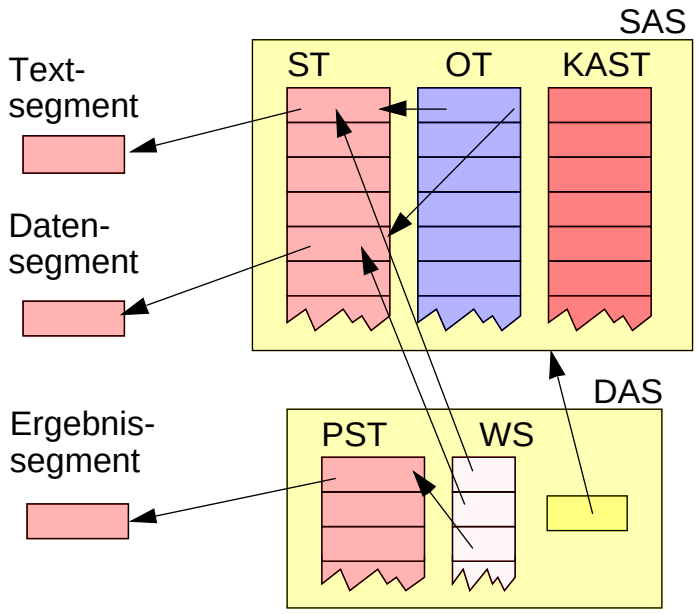
- ◆ enthält Liste von bekannten Adreßräumen anderer Module (dort können dann Operationen aufgerufen werden)



KAST = *Known address space table*

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)*

2 Beispielaufruf

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