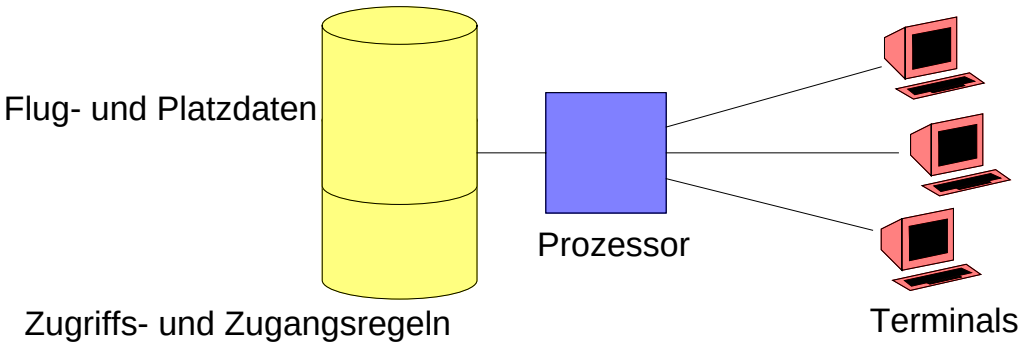
I Datensicherheit und Zugriffsschutz

I.1 Problemstellung

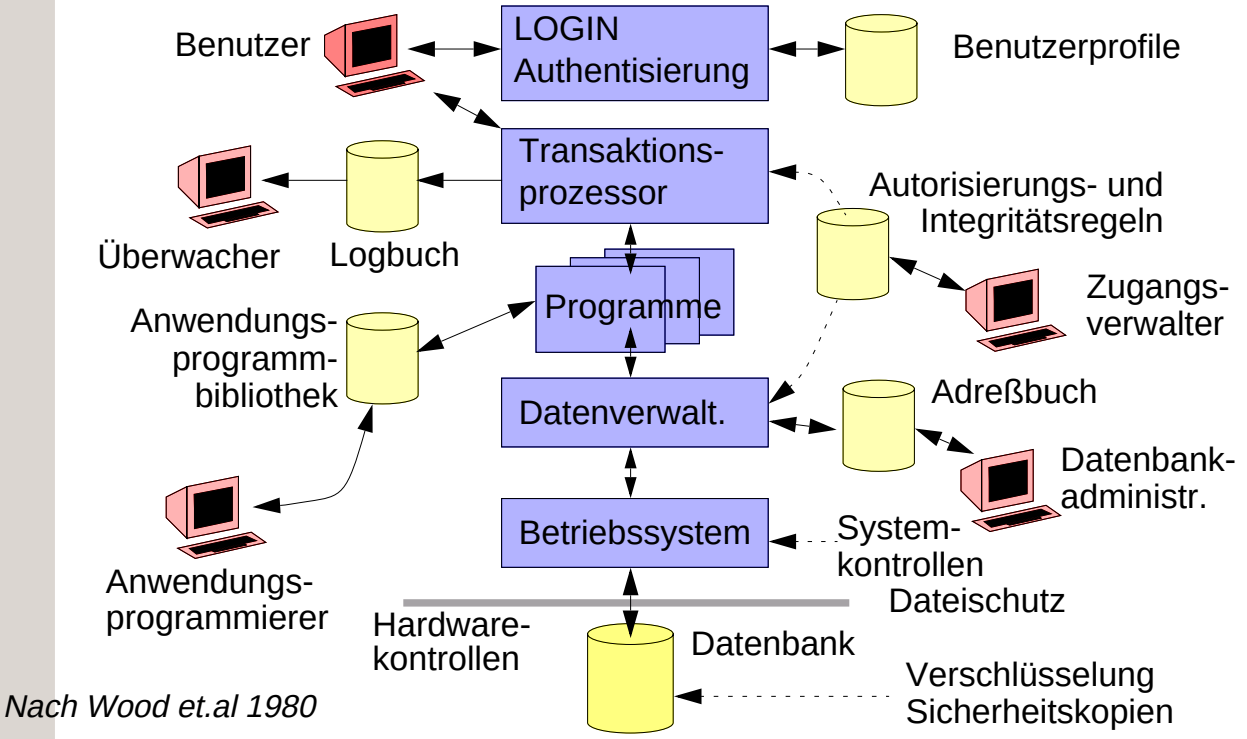
- Beispiel: Zugang zu einer Datenbank zur Flugreservierung und -buchung



◆ Was sind mögliche Beeinträchtigungen der Datensicherheit?

I.1 Problemstellung (2)

- Überprüfungen beim Transaktionsbetrieb (Datenbankanwendung)



Nach Wood et.al 1980

I.1 Problemstellung (3)

- Illegaler Datenzugriff
  - ◆ Daten sind zugreifbar, die vertraulich behandelt werden sollen
- Illegales Löschen von Daten
  - ◆ Kein Zugriff, aber Daten werden gelöscht
- Illegales Manipulieren von Daten
  - ◆ Daten werden in böswilliger Absicht verändert
- Zerstörung von Rechensystemen
  - ◆ physisches Zerstören von Teilen der Rechenanlage

1 Umgebung der Rechenanlage

- Naturkatastrophen
  - ◆ Erdbeben, Vulkanausbrüche etc. können Rechenanlage und Datenbestand zerstören
- Unfälle
  - ◆ Gasexplosion, Kühlwasserlecks in der Klimaanlage oder Ähnliches zerstören Rechner und Daten
- Böswillige Angriffe
  - ◆ Zerstörung der Rechenanlage und des Datenbestands durch Sabotage (Bombenanschlag, Brandanschlag etc.)
- Unbefugter Zutritt zu den Räumen des Rechenzentrums
  - ◆ Diebstahl von Datenträgern
  - ◆ Zerstörung von Daten
  - ◆ Zugang zu vertraulichen Daten

2 Systemsoftware

- Versagen der Schutzmechanismen
  - System läßt Unbefugte auf Daten zugreifen oder Operationen ausführen
- Durchsickern von Informationen
  - Anwender können anhand scheinbar unauffälligen Systemverhaltens Rückschlüsse auf vertrauliche Daten ziehen *(Covert channels)*
- Beispiel: verschlüsselt abgespeicherte Paßwörter sind zugänglich
  - Entschlüsselungsversuch der Paßwörter außerhalb der Rechenanlage
  - "Wörterbuchattacke": Raten von Paßwörtern möglich

3 Systemprogrammierer

- Umgehen oder Abschalten der Schutzmechanismen
- Installation eines unsicheren Systems
  - erlaubt dem Systemprogrammierer die Schutzmechanismen von außen zu umgehen
- Fehler beim Nutzen von Bibliotheksfunktionen innerhalb sicherheitskritischer Programme
  - S-Bit Programme unter UNIX laufen mit der Benutzerkennung des Dateibesitzers, nicht unter der des Aufrufers
    - Fehlerhafte S-Bit Programme können zur Ausführung von Code unter einer fremden Benutzerkennung gebracht werden
    - S-Bit Programme mit "root-Rechten" besonders gefährlich

3 Systemprogrammierer (2)

- Buffer overflow Fehler bei Funktionen
  `gets(), strcpy(), strcat(), sprintf( "%s",..)`
  - Zu lange Eingaben überschreiben den Stackspeicher des Prozessors
  - Mit genauer Kenntnis ist das Ausführen beliebigen Codes erzwingbar

- Fehlerhafte Parameterprüfung beim Aufruf von Funktionen
  `system()`
- Beispiel: Löschen einer Datei
  - Name der Datei wurde in Variable **`file`** eingelesen
  - Aufruf von **`system`** mit Parameter **`strcat( "rm ", file)`**
  - Gibt man für den Dateinamen den String
    `"fn ; xterm -display myhost:0 &"`
    ein, bekommt man ein Fenster auf der aufgebrochenen Maschine

4 Rechnerhardware

- ▲ Versagen der Schutzmechanismen
  - ◆ erlauben nicht-autorisierten Zugriff
- ▲ Fehlerhaft Befehlsausführung
  - ◆ Zerstörung von wichtigen Daten
- ▲ Abstrahlungen
  - ◆ erlaubt Ausspähen von Daten

5 Datenbasis

- ▲ Falsche Zugriffsregeln
  - ◆ erlauben nicht-autorisierten Zugriff

6 Operateur

- Kopieren vertraulicher Datenträger
- Diebstahl von Datenträgern
- Initialisierung mit unsicherem Zustand
  - ◆ Operateur schaltet beispielsweise Zugriffskontrolle ab
- Nachläßige Rechnerwartung
  - ◆ Nachbesserungen der Systemsoftware *(Patches)* werden nicht eingespielt
    - Sicherheitslücken werden nicht gestopft

7 Sicherheitsbeauftragter

- Fehlerhafte Spezifikation der Sicherheitspolitik
  - ◆ dadurch Zugang für Unbefugte zu vertraulichen Daten oder
  - ◆ Änderungen von Daten durch Unbefugte möglich
- Unterlassene Auswertung von Protokolldateien
  - ◆ Einbrüche und mögliche Sicherheitslücken werden nicht rechtzeitig entdeckt

8 Kommunikationssystem

- Abhören der Kommunikationsleitungen *(Sniffing)*
  - z.B. Telefonverbindung bei Modemnutzung oder serielle Schnittstellen
  - z.B. Netzwerkverkehr auf einem Netzwerkstrang
  - Ermitteln von Paßwörtern und Benutzerkennungen
    - manche Dienste übertragen Paßwörter im Klartext (z.B. ftp, telnet, rlogin)
  - Zugriff auf vertrauliche Daten
  - unbefugte Datenveränderungen
    - Verfälschen von Daten
    - Übernehmen von bestehenden Verbindungen *(Hijacking)*
    - Vorspiegeln falscher Netzwerkadressen *(Spoofing)*

8 Kommunikationssystem (2)

- Illegale Nutzung von Diensten über das Netzwerk
  - Standardsysteme bieten eine Menge von Diensten an (z.B. ftp, telnet, rwho u.a.)
  - Sicherheitslücken von Diensten werden publik gemacht und sind auch von "dummen" Hackern nutzbar *(Exploit scripts)*
    http://www.rootshell.org
  - Auch bei temporär am Netzwerk angeschlossenen Computern eine Gefahr
    - z.B. Linux-Maschine mit PPP-Verbindung an das Uni-Netz
    - Voreinstellungen der Standardinstallation meist unsicher

9 Terminal

- Ungeschützter Zugang zum Terminal
  - Nutzen einer fremden Benutzerkennung
  - Zugriff auf vertrauliche Daten
  - unbefugte Datenveränderungen

10 Benutzer

- Nutzen anderer Kennungen
  - erlauben nicht-autorisierten Zugriff
  - unbefugte Datenveränderungen
  - unbefugte Weitergabe von Informationen
- Einbruch von Innen
  - Benutzer hat leichter Zugang zu möglichen Sicherheitslöchern (z.B. bei Diensten)

11 Anwendungsprogrammierung

- Nichteinhalten der Spezifikation
  - Umgehen der Zugriffskontrollen
- Einfügen von „bösartigen“ Befehlsfolgen
  - *Back door:* Hintertür gibt dem Programmierer im Betrieb Zugang zu vertraulichen Daten oder illegalen Operationen
  - *Trojan horse:* Unter bestimmten Bedingungen werden illegale Operationen ohne Trigger von außen angestoßen

12 "Tracker Queries"

- Beispiel: Datenbanksysteme
  - ◆ Zugriff auf Einzelinformationen ist verboten (Vertraulichkeit)
  - ◆ statistische Informationen sind erlaubt
- ▲ Grenzen möglicher Sicherheitsmaßnahmen:
  Zugriff auf Einzelinformationen dennoch möglich
  - ◆ geeignete Anfragen kombinieren *(Tracker queries)*
- Beispiel: Gehaltsdatenbank

12 "Tracker Queries" (2)

- Tabelle der Datenbankeinträge:

Nr.	Name	Geschl.	Fach	Stellung	Gehalt	Spenden
1	Albrecht	m	Inf.	Prof.	60.000	150
2	Bergner	m	Math.	Prof.	45.000	300
3	Cäsar	w	Math.	Prof.	75.000	600
4	David	w	Inf.	Prof.	45.000	150
4	Engel	m	Stat.	Prof.	54.000	0
5	Frech	w	Stat.	Prof.	66.000	450
6	Groß	m	Inf.	Angest.	30.000	60
8	Hausner	m	Math.	Prof.	54.000	1500
9	Ibel	w	Inf.	Stud.	9.000	30
10	Jost	m	Stat.	Angest.	60.000	45
11	Knapp	w	Math.	Prof.	75.000	300
12	Ludwig	m	Inf.	Stud.	9.000	0

12 "Tracker Queries" (3)

- Anfragen und Antworten:
  - Anzahl('w'): 5
  - Anzahl('w' und (nicht 'Inf' oder nicht 'Prof.')): 4
  - mittlere Spende('w'): 306
  - mittlere Spende('w' und (nicht 'Inf.' oder nicht 'Prof.')): 345
- Berechnung:
  - Spende('David'): 306 * 5 - 345 * 4 =
    1530 - 1380 =
    150

I.2 Zugriffslisten

- Identifikation von Subjekten, Objekten und Berechtigungen
  - Subjekt: Person oder Benutzerkennung im System
    (repräsentiert jemanden, der Aktionen ausführen kann)
  - Objekt: Komponente des Systems
    (repräsentiert Ziel einer Aktion)
  - Berechtigung: z.B. Leseberechtigung auf einer Datei
    (repräsentiert die Erlaubnis für die Ausführung einer Aktion)
- Erfassung der Berechtigungen in einer Subjekt-Objekt-Matrix:
  Zugriffsliste *(Access control list, ACL)*

1 Beispiel für Zugriffslisten

- Personaldatensatz
  - besteht aus: Name, Abteilung, Personalnummer, Lohn- oder Gehaltsgruppe
- Personaldateien (Objekte)
  - D_{LA}: Personaldaten der leitenden Angestellten
  - D_{AN}: Personaldaten der sonstigen Angestellten
  - D_{AR}: Personaldaten der Arbeiter
- Prozeduren (gehören zu den Aktionen)
  - R_{LA}: Lesen von Pers.-Nr. und Lohn-/Gehaltsgr. aus D_{LA}
  - $R_{AN/AR}$: Lesen von Pers.-Nr. und Lohn-/Gehaltsgr. aus D_{AN} oder D_{AR}
  - R_{post}: Lesen von Name, Abteilung und Pers.-Nr.

1 Beispiel für Zugriffslisten (2)

- Benutzer (Subjekte)
  - S_{pers}: Leiter des Personalbüros
    - Besitzer aller Dateien und Prozeduren
    - Lese- und Schreibrecht für alleDateien
    - Aufrufrecht für alle Prozeduren
  - S_{stellv}: Sachbearb. leitende Angestellte, stellvertr. Leiter Personalbüro
    - Lese- und Schreibrecht für D_{AN} und D_{AR}
    - Aufrufrecht für R_{LA}
  - S_{sach}: Sachbearbeiter Angestellte u. Arbeiter
    - Aufrufrecht für $R_{AN/AR}$
  - S_{post}: Poststelle
    - Aufrufrecht für R_{post} auf alle Dateien

1 Beispiel für Zugriffslisten (3)

- Berechtigungen werden in Matrix ausgedrückt:

	D_{LA}	D_{AN}	D_{AR}	R_{LA}	$R_{AN/AR}$	R_{post}
S_{pers}	O, R, W	O, R, W	O, R, W	O, I	O, I	O, I
S_{stellv}		R, W	R, W	I		
S_{sach}					I	
S_{post}						I
R_{LA}	R					
$R_{AN/AR}$		R	R			
R_{post}	R	R	R			

  - O = *Owner;* Besitzer der Datei oder Prozedur
  - R = *Read;* volle Leseberechtigung
  - W = *Write;* volle Schreibberechtigung
  - I = *Invoke;* Aufrufberechtigung

2 Beispiel: UNIX

- Zugriffslisten für
  - Dateien und Geräte
  - 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 (g): ein Element aus einer vollständig geordneten Menge (z.B. vertraulich, geheim, streng geheim)
  - Schutzkategorie (s): 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})

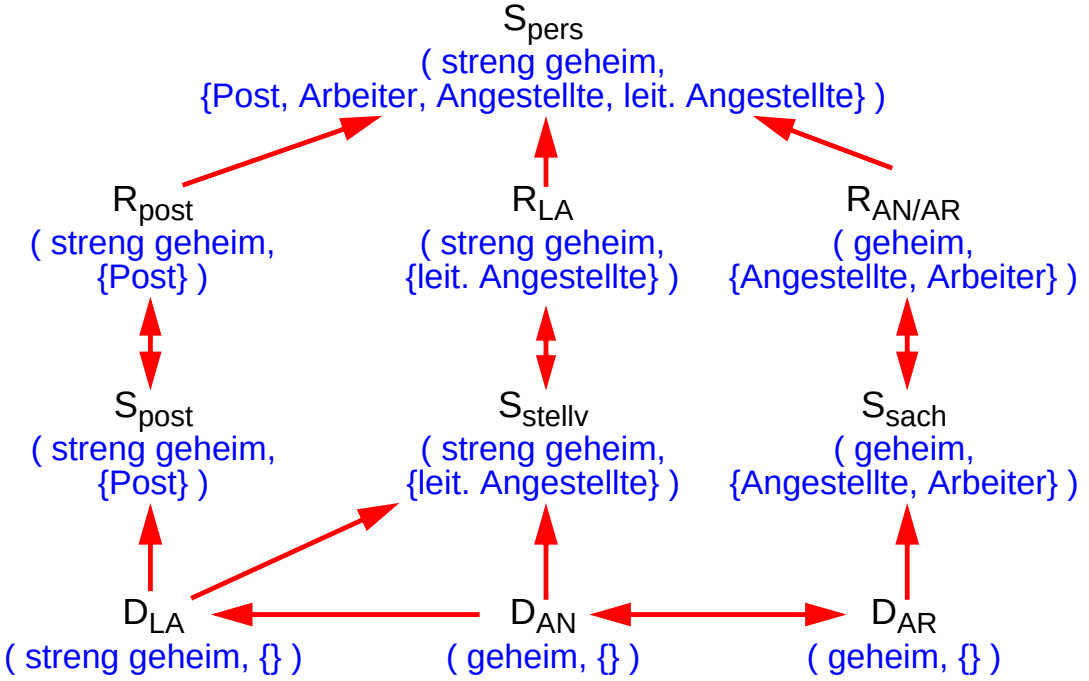
D_{LA}
(streng geheim, {})

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

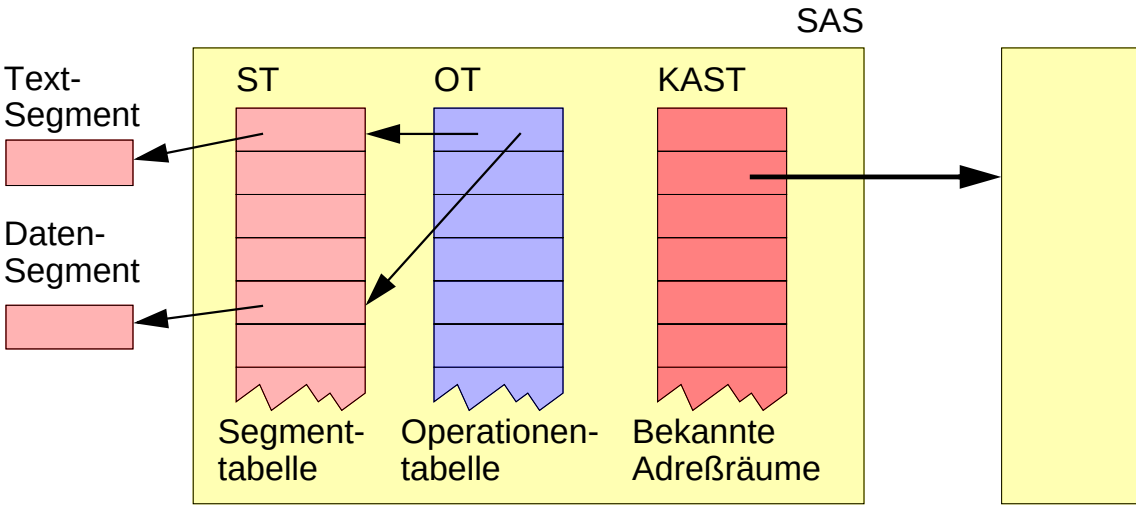
- Schutz vor gegenseitigem Speicherzugriff
  - Segmentierung und Seitenadressierung erlauben es, jedem Prozeß nur den benötigten Speicher einzublenden
  - Segmentverletzung löst Unterbrechung aus
- Systemaufrufe
  - definierter Weg von einer Schutzumgebung (der des Prozesses) in eine andere (der des 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)

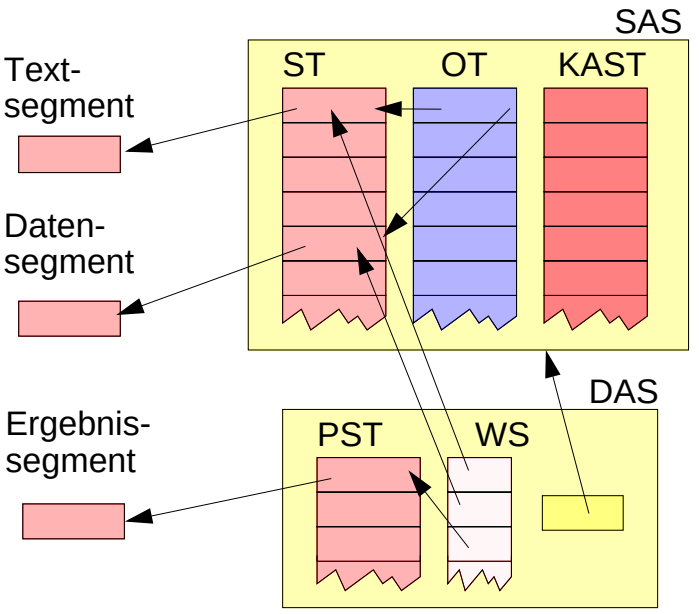
- enthält Liste von bekannten Adreßräumen anderer Module (dort können dann Operationen aufgerufen werden)



KAST = *Known address space table*

1 Modulkonzept nach Habermann (3)

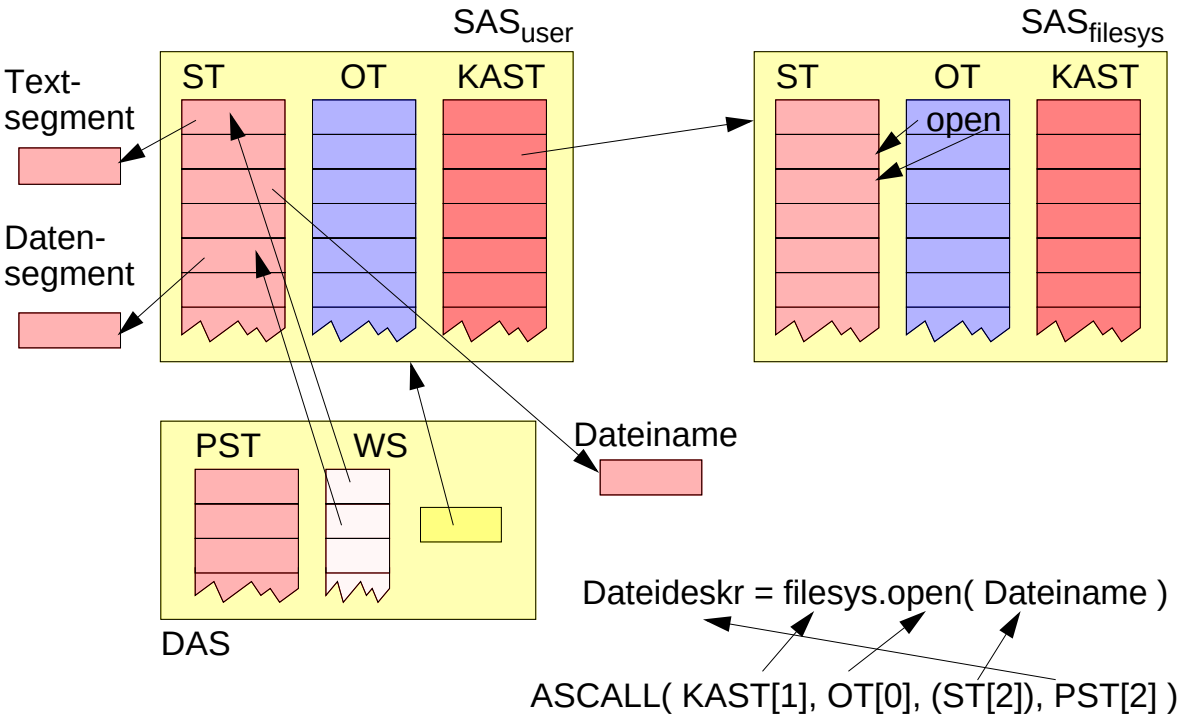
- Aktivitätsträger sind einen dynamische Adreßraum zugeordnet *(DAS, Dynamic address space)*



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

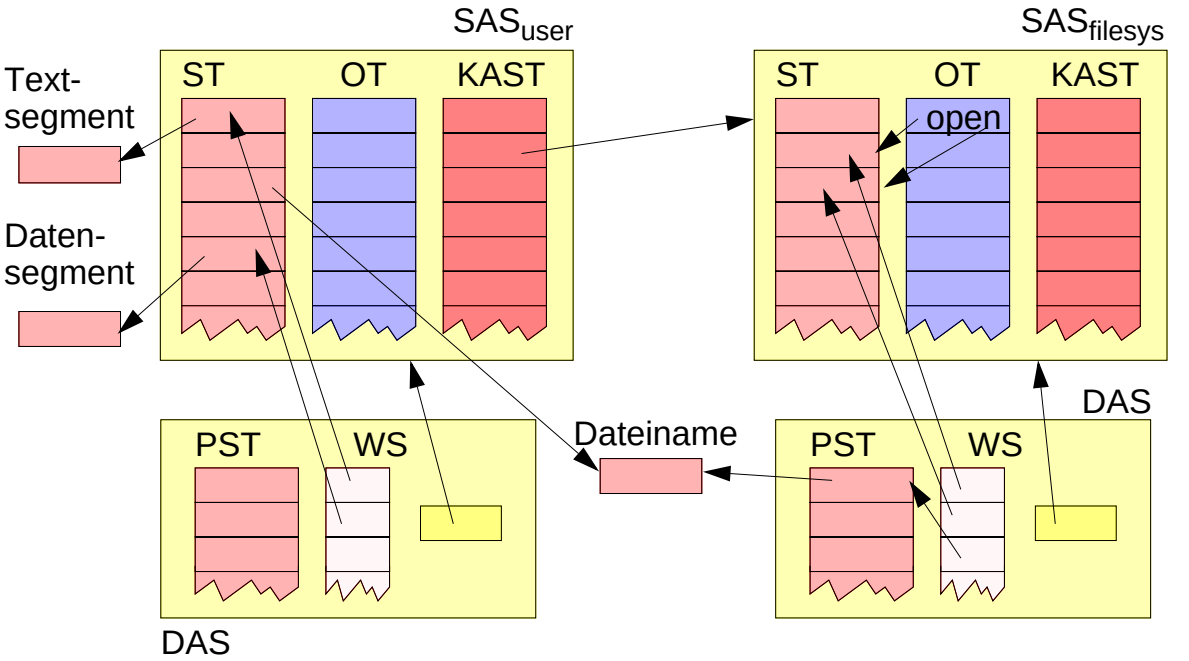
2 Beispielaufruf

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



2 Beispielaufruf (2)

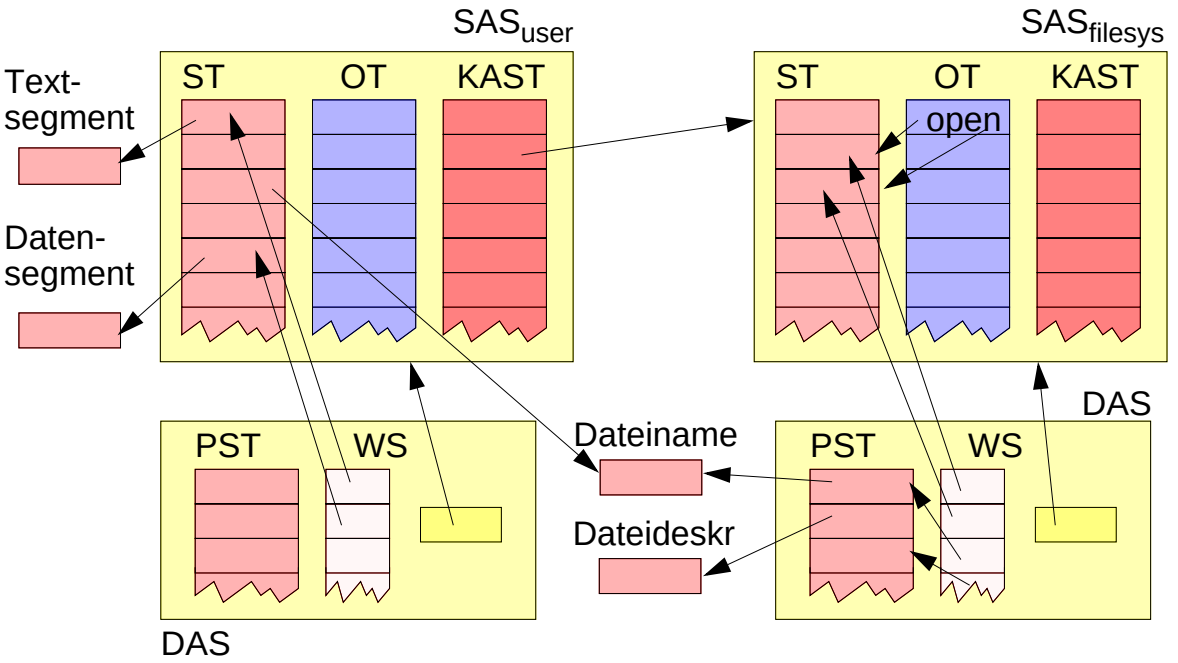
- SAS des Benutzers ruft Operation „open“ des SAS des Dateisystems auf



  - für den Aufruf von „open“ wird ein neuer DAS erzeugt

2 Beispielaufruf (3)

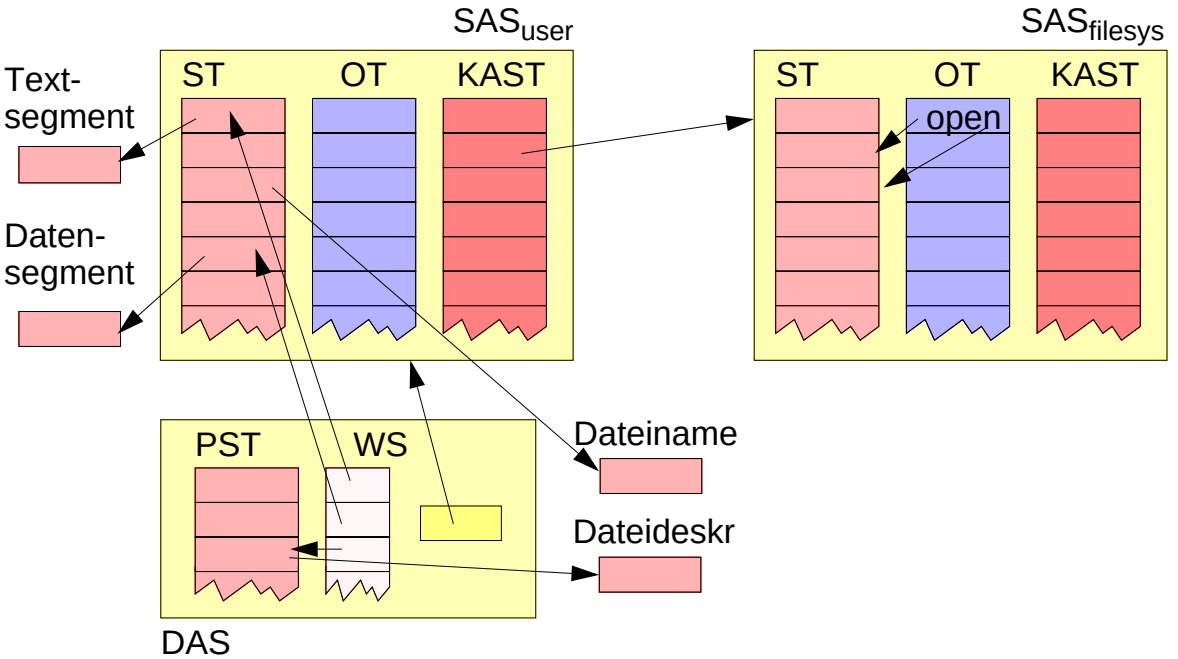
- SAS des Benutzers ruft Operation „open“ des SAS des Dateisystems auf



  - „open“ erzeugt neues Segment für den Dateideskriptor

2 Beispielaufruf (4)

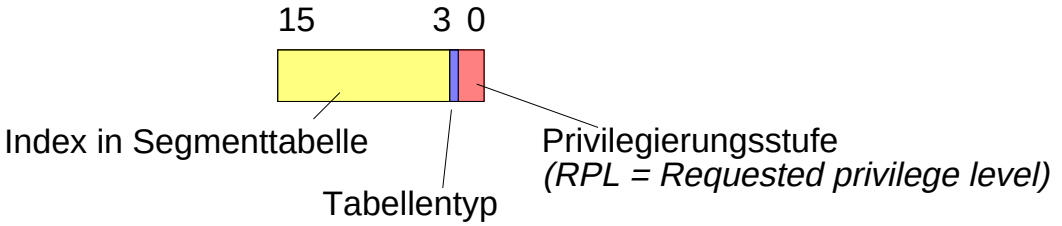
- SAS des Benutzers ruft Operation „open“ des SAS des Dateisystems auf



  - Ergebnissegment wird an den Aufrufer zurückgegeben

3 Beispiel: Pentium

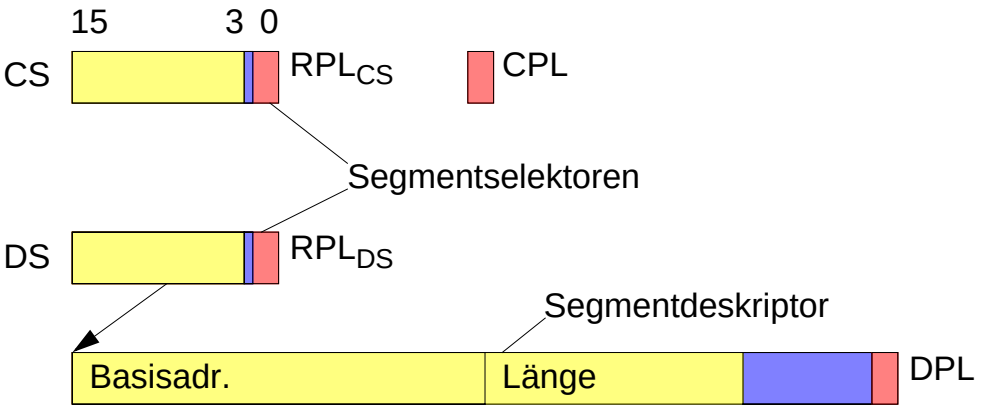
- Privilegierungsstufen
  - Stufe 0: höchste Privilegien (privilegierte Befehle, etc.): BS Kern
  - Stufe 1: BS Treiber
  - Stufe 2: BS Erweiterungen
  - Stufe 3: Benutzerprogramme
- Segmentselektoren enthalten Privilegierungsstufe



- Codesegmentselektor (CS) bestimmt aktuelle Privilegierungsstufe
  - CPL = *Current privilege level*

3 Beispiel: Pentium (2)

- Datenzugriff (z.B. auf Datensegment DS)



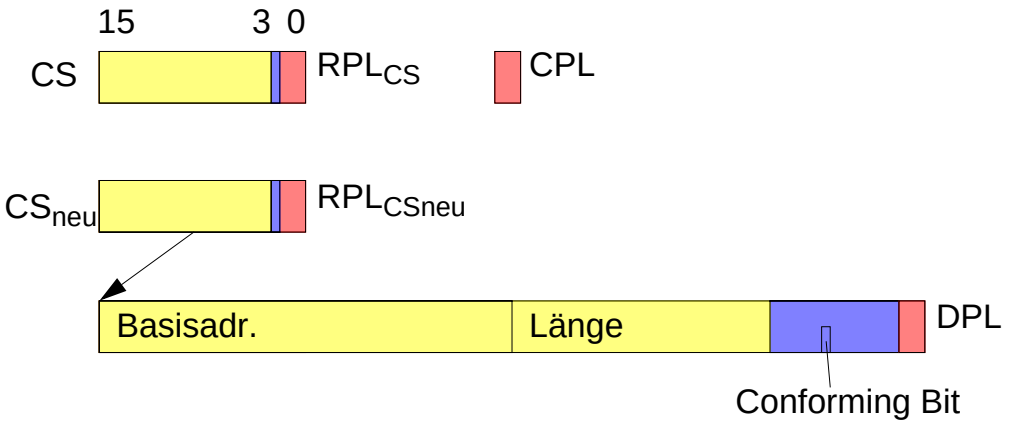
  - DPL = *Descriptor privilege level*
  - CPL ist normalerweise gleich RPL$_{CS}$
  - Zugriff wird erlaubt, wenn: DPL ≥ max(CPL, RPL$_{DS}$)
  - ansonsten wird Unterbrechung ausgelöst (Schutzverletzung)

3 Beispiel: Pentium (3)

- Erläuterung:
  - ◆ DPL < RPL(ds): *Schutzverletzung*
    Selektor hat geringere Privilegierungsstufe als der Deskriptor
  - ◆ DPL ≥ RPL(ds): Selektor hat mindestens die gleiche Privilegierungsstufe wieder Deskriptor
  - ◆ DPL < CPL: *Schutzverletzung*
    augenblickliche Privilegierungsstufe ist niedriger als im Deskriptor verlangt
  - ◆ DPL ≥ CPL: augenblickliche Privilegierungsstufe ist mindestens so hoch wie die im Deskriptor

3 Beispiel: Pentium (4)

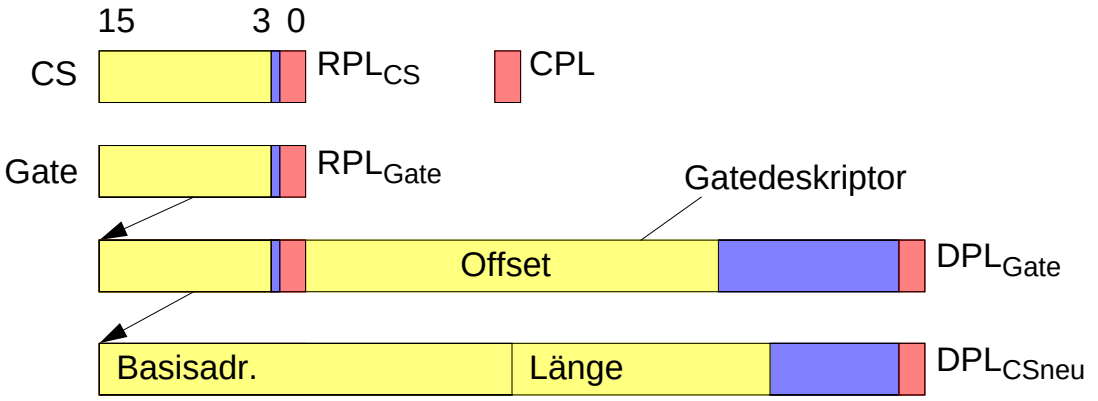
- Sprünge in andere Codesegmente *(Far Call)*



- ◆ Sprung wird erlaubt, falls: DPL = CPL oder Conforming Bit gesetzt und DPL ≤ CPL
- ◆ Im Falle von DPL ≤ CPL wird jedoch CPL nicht geändert (Codesegment hat höheres Privileg, CPL bleibt aber unverändert)

3 Beispiel: Pentium (5)

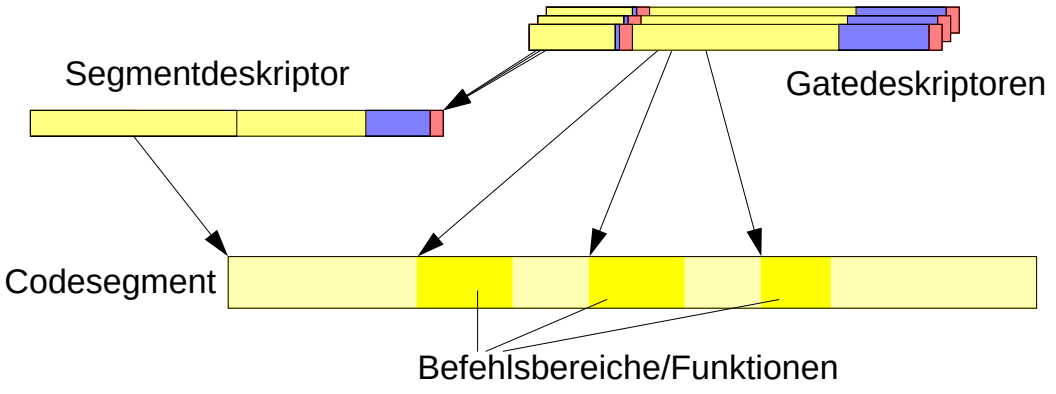
- Kontrolltransfer mit einem *Gate*



- Gatedeskriptoren stehen wie Segmentdeskriptoren in der Segmenttabelle
- Gatedeskriptor enthält Segmentselektor für das Codesegment und einen Offset zu diesem Segment, an dem der Einsprungpunkt liegt
- Kontrolltransfer (*CALL* Aufruf) wird erlaubt, falls:
  $DPL_{Gate} \geq \max(CPL, RPL_{Gate})$ und $DPL_{CSneu} \leq CPL$

3 Beispiel: Pentium (6)

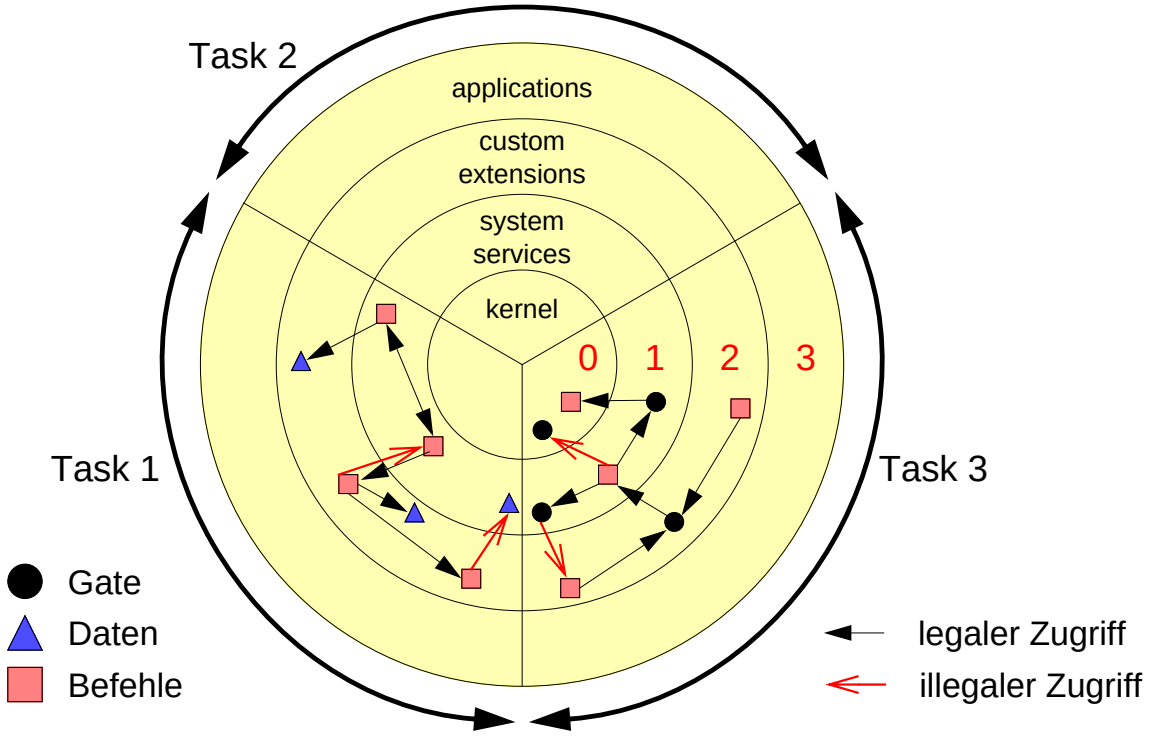
- Gates erlauben den kontrollierten Sprung in ein privilegierten Befehlsbereich



- es existiert auch der entsprechende Rücksprung
- für jede Privilegierungsstufe gibt es einen eigenen Stack; dieser wird mit umgeschaltet
- Parameter werden automatisch auf den neuen Stack kopiert (Anzahl wird im Gatedeskriptor vermerkt)

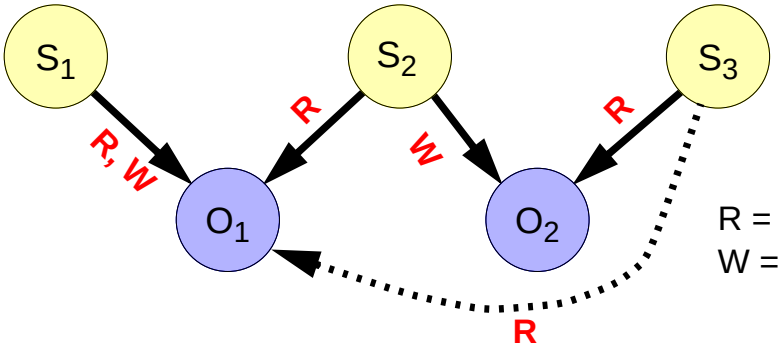
3 Beispiel: Pentium (7)

- Beispiel eines realisierten Schutzsystems



I.5 Capability-basierte Systeme

- Ein Benutzer (Subjekt) erhält eine Referenz auf ein Objekt
  - die Referenz enthält alle Rechte, die das Subjekt an dem Objekt besitzt
  - bei der Nutzung der Capability (Zugriff auf das Objekt) werden die Rechte überprüft



Subjekte und Objekte; Weitergabe einer Capability (O_1 von S_2 nach S_3)

I.5 Capability-basierte Systeme (2)

★ Vorteile

- keine Speicherung von Rechten beim Objekt oder Subjekt nötig; Capability enthält Zugriffsrechte
- leichte Vergabe von individuellen Rechten
- einfache Weitergabe von Zugriffsrechten möglich

▲ Nachteile

- Weitergabe nicht kontrollierbar
- Rückruf von Zugriffsrechten nicht möglich
- Capability muß vor Fälschung und Verfälschung geschützt werden (z.B. durch kryptographische Mittel oder durch Speicherverwaltung)

1 Beispiel: Hydra

■ Hydra ist ein Capability-basiertes Betriebssystem

- entwickelt Mitte der Siebziger Jahre an der Carnegie-Mellon University
- lief auf einem speziellen Multiprozessor namens **C.mmp**
- Capability-Mechanismen sind integraler Bestandteil des Betriebssystems

■ Objekte in Hydra werden durch Capabilities angesprochen und geschützt

- Objekte haben einen Typ (z.B. Prozeduren, Prozesse, Semaphoren, Datei etc.)
- benutzerdefinierte Typen sind möglich
- generische Operationen für alle Typen implementiert durch das Betriebssystem
- Objekte besitzen eine Liste von Capabilities auf andere Objekte (genannt *C-List*)
- Objekte besitzen einen Datenbereich (implementiert durch geschütztes Segment)

1 Beispiel: Hydra (2)

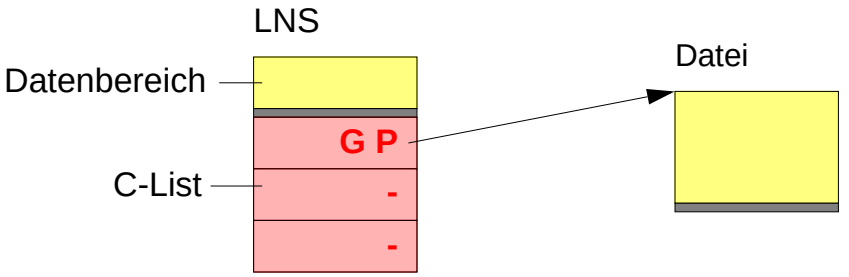
- Prozesse (Subjekte)
  - Prozesse besitzen einen aktuellen Kontext, den LNS *(Local name space)*
  - LNS ist ein Objekt
  - LNS besitzt einen Aktivitätsträger (Thread)
  - LNS kann nur auf Objekte zugreifen, die in seiner C-List stehen (mehrstufige Zugriffe, z.B. auf die C-List eines Objekts, dessen Capabilities in der C-List des LNS steht, sind möglich; Pfad zur eigentlichen Capability)
- Capabilities
  - Capabilities haben einen Typ (z.B. Prozedur, LNS etc.)
  - Prozesse können nur über Systemaufrufe ihre Capabilities bzw. ihre C-List bearbeiten
  - Capabilities können nicht gefälscht oder verfälscht werden
  - Betriebssystem kann sicheres Schutzkonzept basierend auf Capabilities implementieren

1 Beispiel: Hydra (3)

- Datenbereich
  - Operationen:
    - *Getdata:* kopiere Abschnitt aus dem Datenbereich eines Objekts in den Datenbereich des LNS
    - *Putdata:* kopiere Abschnitt aus dem Datenbereich des LNS in den Datenbereich eines Objekts
    - *Adddata:* füge Daten zu dem Datenbereich eines Objekts hinzu
  - Rechte:
    - ***G****ETRTS:* erlaubt den Aufruf von *Getdata*
    - ***P****UTRTS:* erlaubt den Aufruf von *Putdata*
    - ***AD****DRTS:* erlaubt den Aufruf von *Adddata*
  - Rechte müssen in der Capability zum Objekt gesetzt sein

1 Beispiel: Hydra (4)

- Implementierung von Dateien:
  - *Getdata* erlaubt das Lesen von Daten
  - *Putdata* erlaubt das Schreiben von Daten
  - *Adddata* erlaubt das Anhängen von Daten
- Entsprechende Rechte können pro Capability gesetzt werden

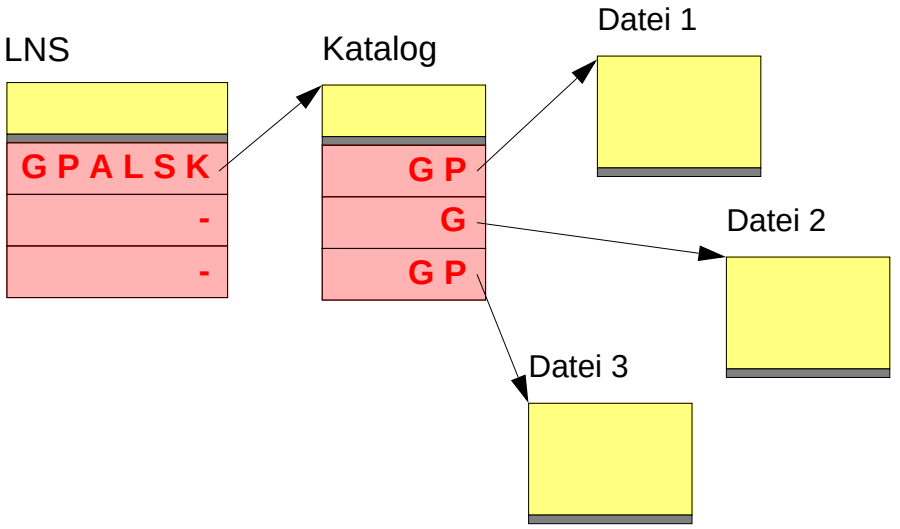


1 Beispiel: Hydra (5)

- C-List
  - Operationen:
    - *Load:* kopieren einer Capability aus der C-List eines Objekts in die C-List des LNS
    - *Store:* kopieren einer Capability aus der C-List des LNS in die C-List eines Objekts (dabei können Rechte maskiert werden)
    - *Append:* anfügen einer Capability in die C-List eines Objekts
    - *Delete:* löschen einer Capability aus der C-List eines Objekts
  - Rechte:
    - ***L****OADRTS:* erlaubt Aufruf von *Load*
    - ***S****TORTS:* erlaubt Aufruf von *Store*
    - ***A****PPRTS:* erlaubt Aufruf von *Append*
    - ***K****ILLRTS:* erlaubt Aufruf von *Delete*

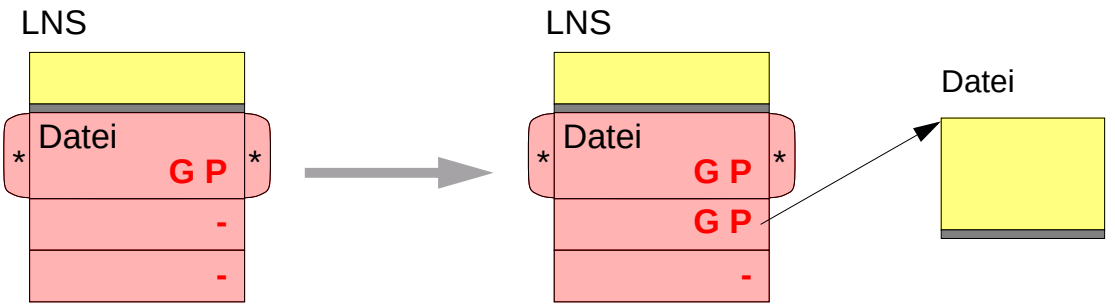
1 Beispiel: Hydra (6)

- Implementierung von Katalogen:
  - *Load* erlaubt das Auflösen von Namen (Aufrufer bekommt die Capability)
  - *Store* und *Append* erlauben das Hinzufügen von Dateien zum Katalog
  - *Delete* erlaubt das Austragen von Dateien aus dem Katalog



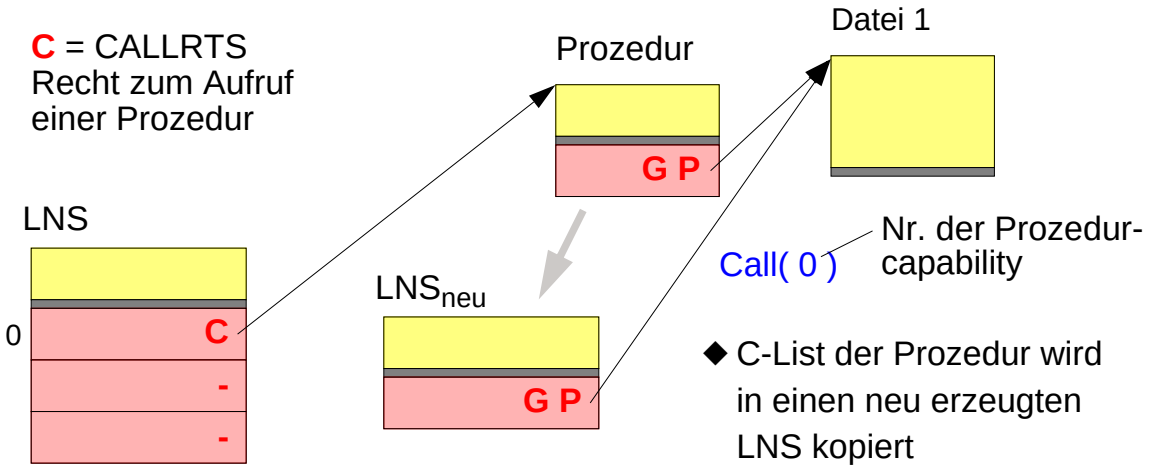
1 Beispiel: Hydra (7)

- Objekterzeugung über Erzeugungsschablonen *(Creation Templates)*
  - Erzeugungsschablone enthält den Typ des neu zu erzeugenden Objektes und eine Rechtemaske
  - nur die in der Maske angeschalteten Rechte werden dem Aufrufer in einer neuen Capability gegeben



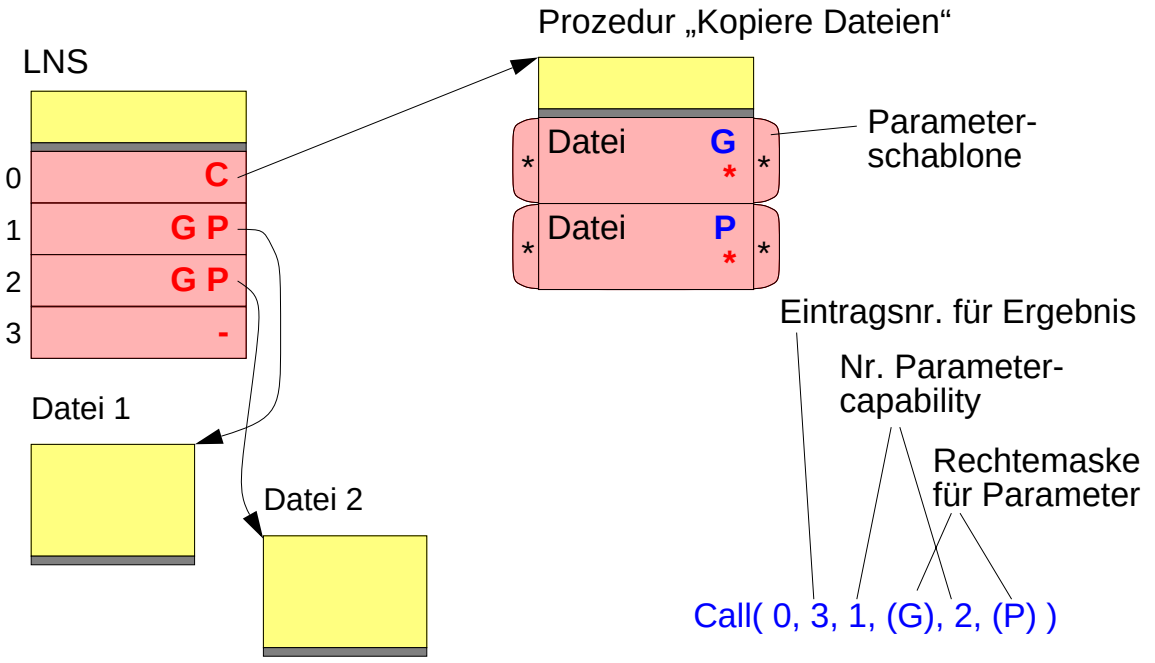
2 Hydra Prozeduraufruf

- Prozedur ist ein Objekt, aus dem beim Aufruf ein LNS des laufenden Prozesses erzeugt wird
  - ◆ neuer LNS wird aktueller Kontext (alte LNS stehen auf einem Stack; sie werden wieder aktiviert, wenn Prozedur zu Ende)
- Aufruf einer Prozedur



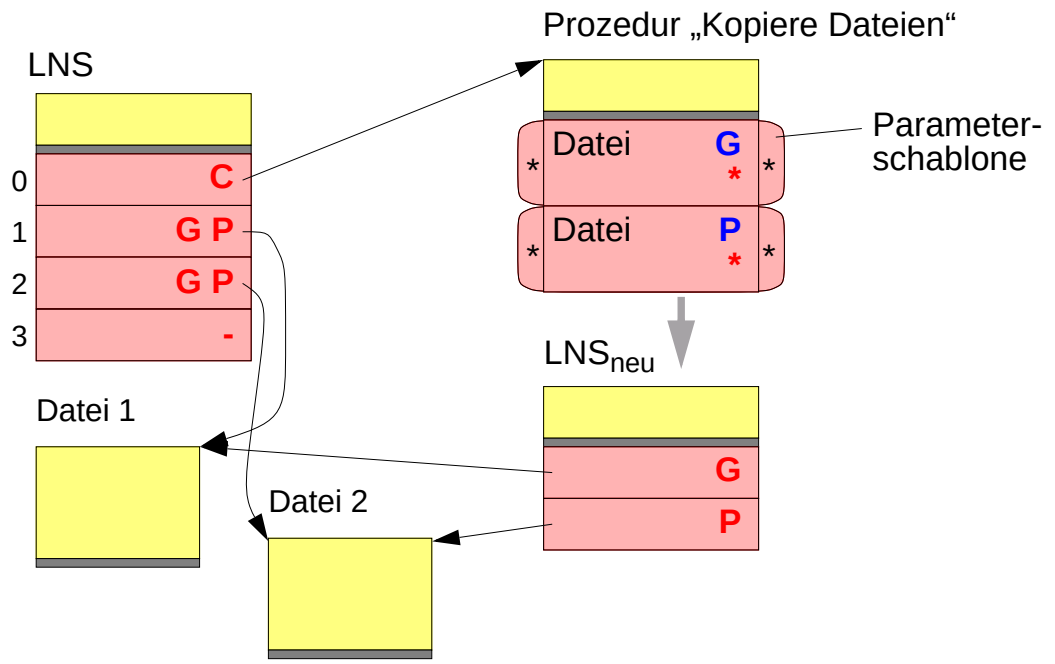
2 Hydra Prozeduraufruf (2)

- Übergabe von Parametern
  - ◆ Beispiel: Prozedur zum Kopieren von Dateiinhalten



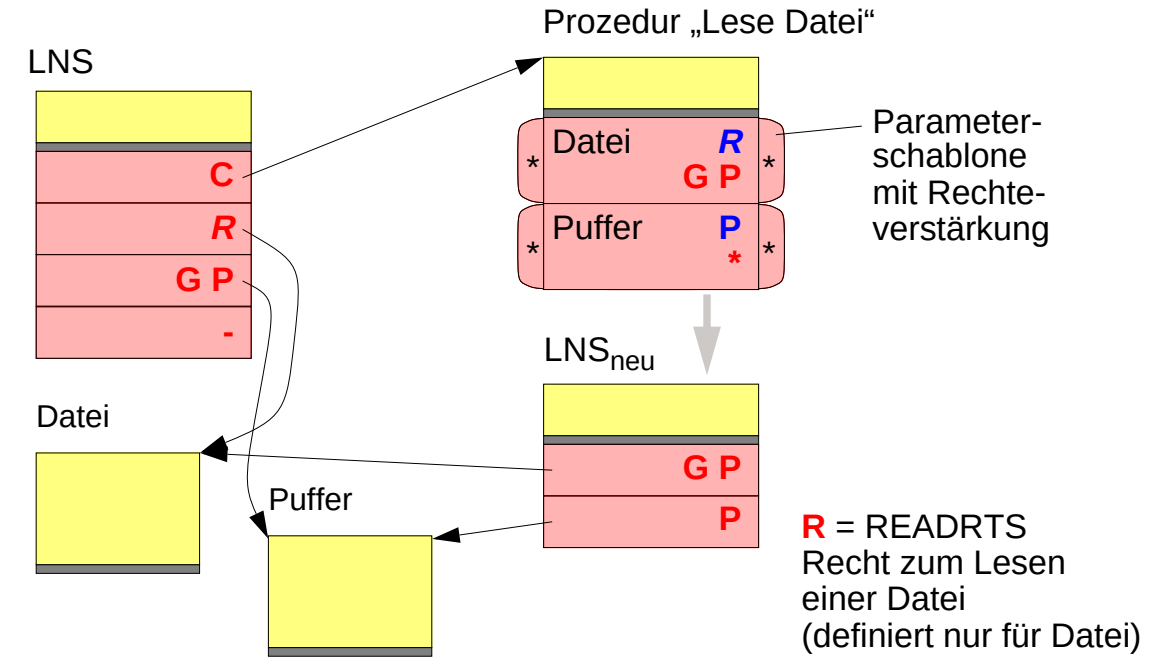
2 Hydra Prozeduraufruf (3)

- Übergabe von Parametern
  - Beispiel: Prozedur zum Kopieren von Dateiinhalten



2 Hydra Prozeduraufruf (3)

- Verstärken von Rechten
  - Beispiel: Prozedur zum Lesen von Dateiinhalten



R = READRTS
Recht zum Lesen
einer Datei
(definiert nur für Datei)

3 Problem: Gegenseitiges Mißtrauen

- Aufrufer mißtraut einer Prozedur
  - Aufrufer möchte der Prozedur nur soviel Rechte einräumen wie nötig
- Aufgerufene Prozedur mißtraut dem Aufrufer
  - Aufrufer soll nur soviel Rechte und Zugang bekommen wie erforderlich
- ★ Hydra Prozeduraufruf unterstützt diese Forderungen direkt
  - Aufrufer übergibt Capabilities, die nötig sind
  - Aufrufer kann Rechte bei der Übergabe maskieren und damit ausschalten
  - Aufrufer erhält nur Zugang zu einem definierten Ergebnis
  - Prozedur kann eigene Capabilities besitzen, die einem LNS zur Verfügung stehen und die dem Aufrufer verborgen bleiben können

3 Problem: Gegenseitiges Mißtrauen (2)

- ▲ Rechteverstärkung als Sicherheitslücke?
  - Verstärkungsschablone wird nur an vertrauenswürdige Prozeduren ausgegeben und kann nicht einfach erzeugt werden

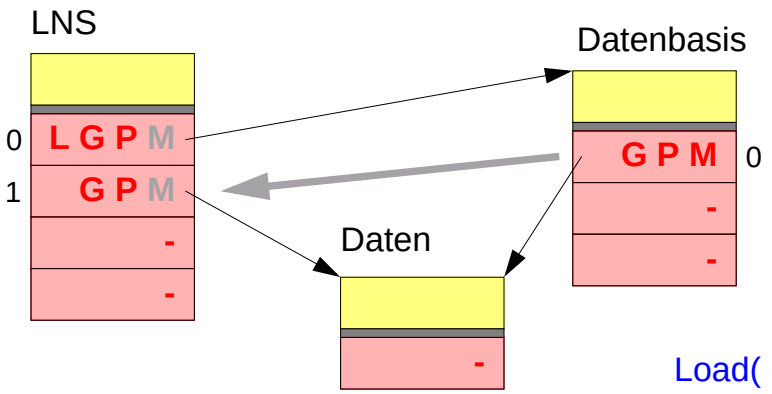
4 Problem: Modifikationen

- Aufrufer möchte Modifikationen an und über Parametern ausschließen
  - eine Prozedur soll nichts verändern können
- Wegnehmen der entsprechenden Rechte langt nicht
  - Prozedur kann lesend zu neuen Capabilities gelangen und über diese Änderungen vornehmen (Transitivität)
  - Rechteverstärkung könnte angewandt werden

4 Problem: Modifikation (2)

★ Einführung des Modifikationsrechts ***M***DFYRTS

- ◆ für alle modifizierenden Operationen an Datenbereichen und C-Lists muß zusätzlich das Modifikationsrecht vorhanden sein
- ◆ Modifikationsrecht wird automatisch gelöscht, wenn eine Capability über einen Pfad geladen wird, auf dem eine der Capabilities kein Modifikationsrecht besitzt
- ◆ Modifikationsrecht kann nicht über Rechteverstärkung erlangt werden



es ist nicht möglich für den LNS, eine Capability auf die Daten zu erlangen, die Modifikationen zuläßt

Load((0, 0), 1)

4 Problem: Modifikation (3)

■ Parameterübergabe

- ◆ Wegnahme des Modifikationsrecht bei Parametern stellt sicher, daß die aufgerufene Prozedur keinerlei Veränderungen beim Aufrufer durchführen kann

5 Problem: Ausbreitung von Capabilities

■ Aufrufer will verhindern, daß eine übergebene Capability vom Aufgerufenen an einen Dritten weitergegeben wird *(Propagation Problem)*

- ◆ Beispiel: Prozedur „Drucken“ soll niemandem eine Referenz auf die zu druckenden Daten weitergeben können

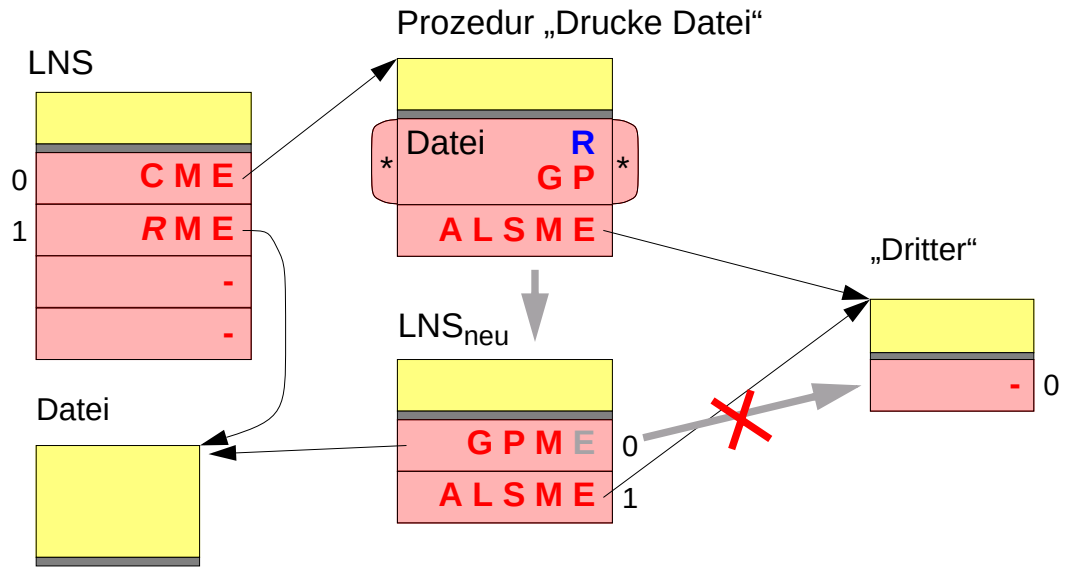
5 Problem: Ausbreitung von Capabilities (2)

★ Einführung des Environment-Rechts ***E****NVRTS*

- ◆ für das Speichern oder Anfügen einer Capability an eine C-List muß die zu speichernde Capability selbst das Environment-Recht besitzen
- ◆ Environment-Recht wird automatisch gelöscht, wenn eine Capability über einen Pfad geladen wird, auf dem eine der Capabilities kein Environment-Recht besitzt
- ◆ Environment-Recht kann nicht über Rechteverstärkung erlangt werden

5 Problem: Ausbreitung von Capabilities (3)

■ Versuchte Weitergabe einer Capability an einen Dritten



Call(0, 2, 1, (–E)) Store(0, (1, 0))

6 Problem: Aufbewahrung von Capabilities

- Aufrufer möchte sicher sein, daß Aufgerufener keine Capabilities nach der Bearbeitung des Aufrufs zurückbehalten kann *(Conservation Problem)*

- ★ Environment-Recht zusammen mit dem Aufrufmechanismus genügt
  - ◆ Aufgerufener kann Capability ohne ENVRTS nicht weitergeben und folglich nicht abspeichern
  - ◆ der LNS des Aufrufs wird mit Beendigung des Aufrufs vernichtet, so daß die übergebenen Capabilities nicht zurückbehalten werden können
  - ◆ ENVRTS wirkt transitiv, so daß auch die über eine Parameter-Capability gewonnenen Capabilities nicht weitergegeben werden können

7 Problem: Informationsflußbegrenzung

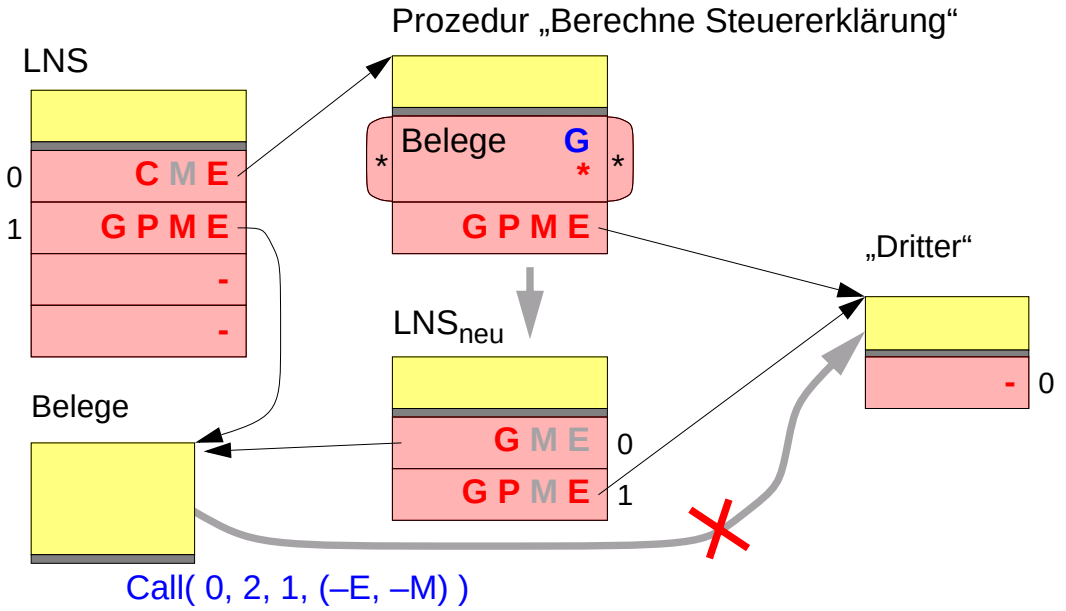
- Aufrufer möchte die Verbreitung von Informationen aus übergebenen Parametern einschränken *(Confinement Problem)*
  - ◆ selektiv: bestimmte Informationen sollen nicht nach außen gelangen
  - ◆ global: gar keine Informationen sollen nach außen gelangen
  - ◆ ENVRTS ist nicht ausreichend, da Prozedur den Dateninhalt von Parameterobjekten kopieren könnte (ENVRTS wirkt nur auf die Weitergabe von Capabilities)

- Hydra realisiert nur globale Informationsflußbegrenzung

- ★ Modifikationsrecht auf der Prozedur-Capability
  - ◆ wenn kein Modifikationsrecht vorhanden ist, werden bei allen in den LNS übernommenen Capabilities die Modifikationsrechte ausgeschaltet (gilt jedoch nicht für Parameter)

7 Problem: Informationsflußbegrenzung (2)

- Beispiel: Prozedur zur Steuerberechnung
  - die übergebenen Beleg- und Buchhaltungsdaten sollen nicht weitergegeben werden können



8 Problem: Initialisierung

- Initialisierung von Objekten durch Prozeduren
  - Übergabe eines Objekts und verschiedener Capabilities, mit denen das Objekt initialisiert werden soll
  - Problem: Parameter-Capabilities müssen Environment-Recht besitzen (sonst ist das zu initialisierende Objekt nicht arbeitsfähig), gleichzeitig soll aber die Ausbreitung solcher Capabilities eingeschränkt werden
    - Lösung: Wegnahme des Modifikationsrechts auf der Prozedurcapability
  - Problem: Es muß verhindert werden, daß die Prozedur in das zu initialisierende Objekt eigene oder fremde Capabilities einsetzt, so daß es später Einfluß auf das zu initialisierende Objekt nehmen kann
- Beispiel: Prozedur zur Initialisierung eines Katalogs bekommt Capabilities auf die entsprechenden Dateien
  - es soll sichergestellt werden, daß Prozedur keine eigenen Dateicapabilities in den Katalog einfügt

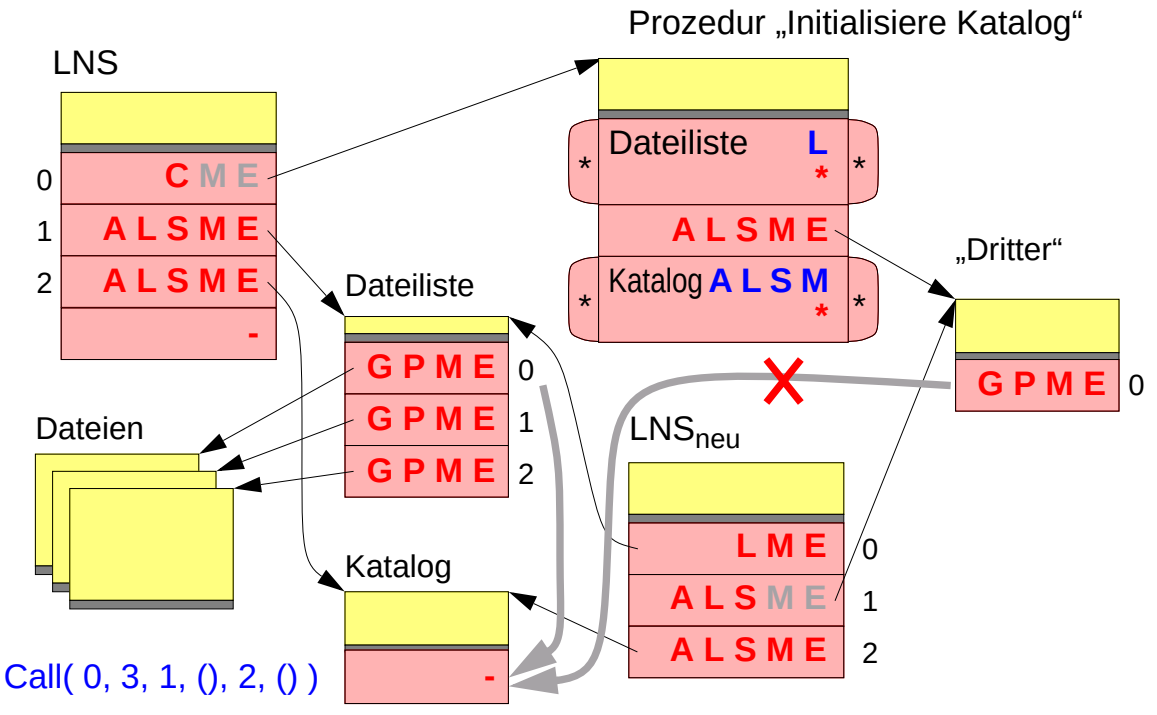
8 Problem Initialisierung (2)

★ Environment-Recht auf der Prozedur-Capability

- ◆ wenn kein Environment-Recht vorhanden ist, werden bei allen in den LNS übernommenen Capabilities die Environment-Rechte ausgeschaltet (gilt jedoch nicht für Parameter)
- ◆ durch das fehlende Environment-Recht können alle bereits vorhandenen Capabilities nicht in das zu initialisierende Objekt gespeichert werden

8 Problem: Initialisierung (3)

■ Beispiel: Initialisierung eines Katalogs

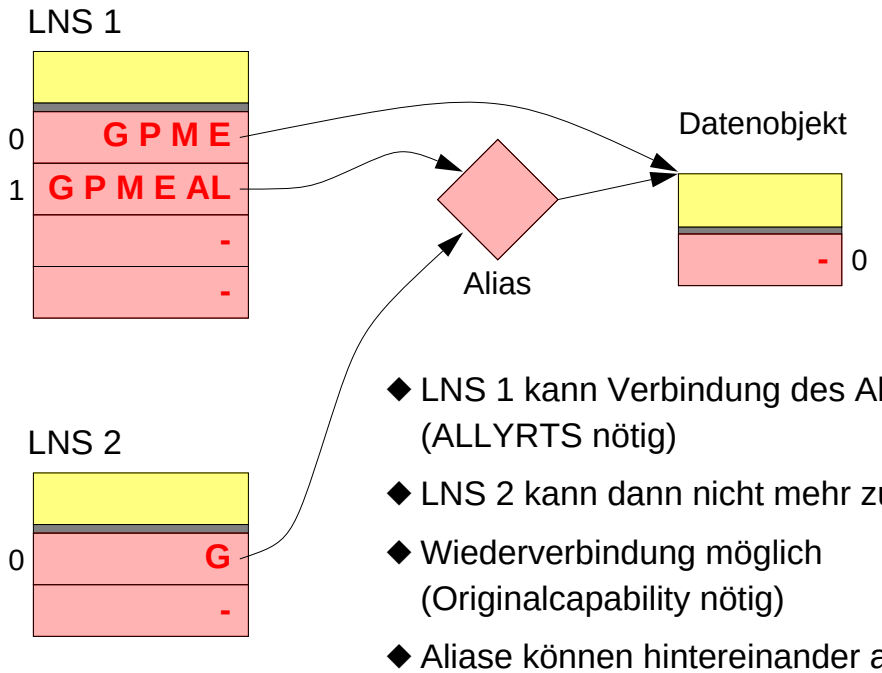


9 Rückruf von Capabilities

- Anwender möchte ausgegebene Capabilities für ungültig erklären
  - sofortiger Rückruf — Rückruf nach einiger Zeit erst wirksam
  - dauerhafter Rückruf — Rückruf nur zeitlich begrenzt wirksam
  - selektiver Rückruf — Rückruf für alle Benutzer eines Objekts
  - partieller Rückruf — Rückruf aller Rechte an einem Objekt
  - Recht zum Rückruf; Rückruf des Rückrufrechts
- ★ Hydra setzt sogenannte Aliase ein
  - Alias ist eine Indirektionsstufe zu Capabilities
  - Statt auf ein Objekt können Capabilities auf Aliase verweisen und diese wiederum auf andere Aliase oder schließlich auf das eigentliche Objekt
  - Verbindung vom Alias zum Objekt kann gelöst werden: Fehler beim Zugriff
  - Recht zum Lösen der Verbindung ***AL****LYRTS*
    (engl. *ally* = verbünden)

9 Rückruf von Capabilities (2)

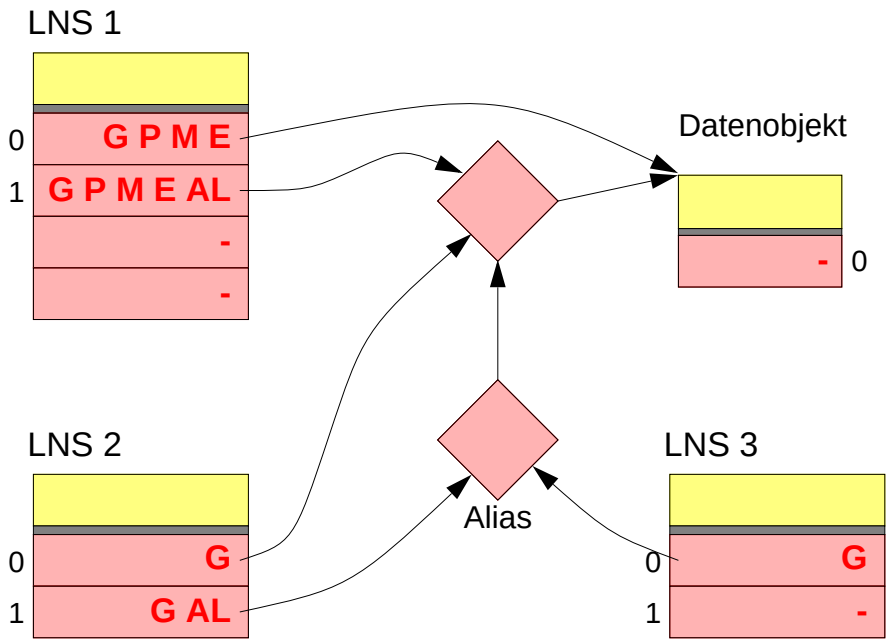
- Beispiel: Weitergabe einer rückrufbaren Capability



  - LNS 1 kann Verbindung des Alias lösen (ALLYRTS nötig)
  - LNS 2 kann dann nicht mehr zugreifen
  - Wiederverbindung möglich (Originalcapability nötig)
  - Aliase können hintereinander auftreten

9 Rückruf von Capabilities (3)

- Beispiel: Aliasketten

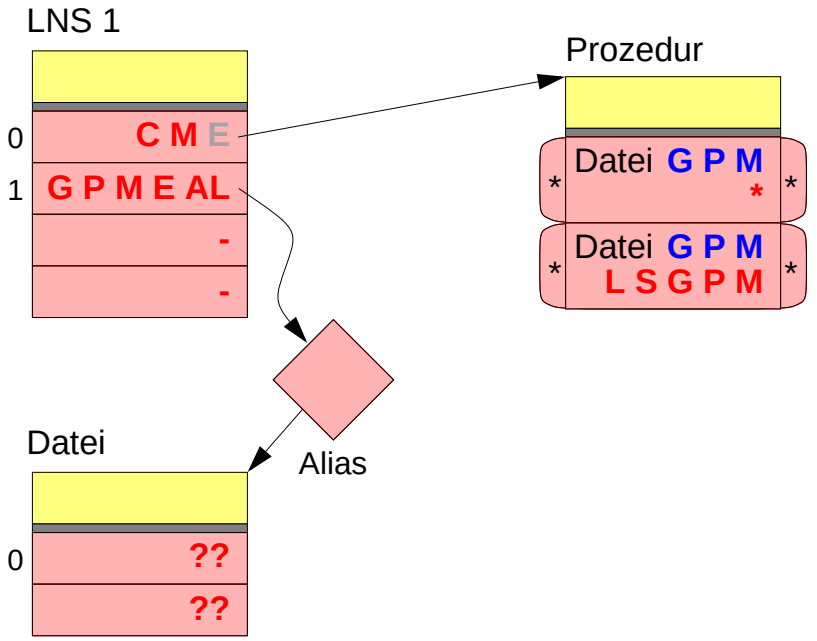


9 Rückruf von Capabilities (4)

- ▲ Problem: Rückruf während der Bearbeitung eines Objekts
  - ◆ inkonsistente Zustände möglich
- ★ Lösung in Hydra
  - ◆ Parameter-Capabilities, die durch eine rechteverstärkende Parameterschablone angenommen werden, zeigen auf das Originalobjekt
- ▲ Nachteil
  - ◆ nicht vertrauenswürdige Prozeduren können rückruffreie Capability erlangen
  - ◆ Problem fällt in die selbe Kategorie wie rechteverstärkende Parameterschablonen an sich

9 Rückruf von Capabilities (5)

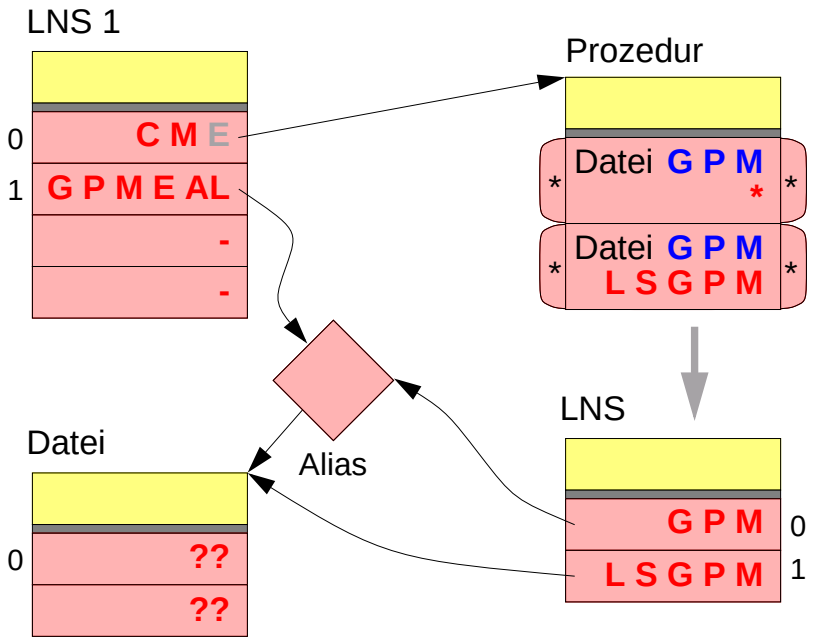
- Beispiel:



Call(0, 2, 1, (–E), 1, (–E))

9 Rückruf von Capabilities (6)

- Beispiel:



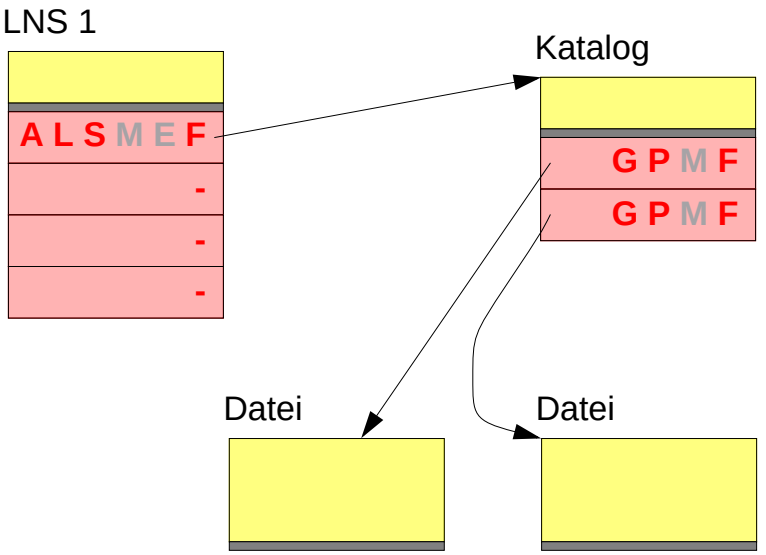
Call(0, 2, 1, (–E), 1, (–E))

10 Garantierter Zugriff

- Schutz vor Rückruf
  - ◆ Modifizierende Benutzer eines Objekts
    - kooperierende Benutzer: Rückruf keine Gefahr
    - nicht kooperierende Benutzer: Rückruf nötig
  - ◆ Benutzer eines Objekts ohne modifizierende Zugriffe
    - Aufruf von Prozeduren ist unkritisch, da Aufrufe nicht rückrufbar sind
    - lesende Zugriffe auf Objekte sind kritisch:
      Verhindern des Rückrufs ist jedoch nicht ausreichend
      – Daten im Objekt könnten gelöscht oder verfälscht werden
      – Capabilities im Objekt oder deren Rechte könnten entfernt werden
- ★ Hydra führt das Einfrierrecht *(Freeze right **F**RZRTS)* ein
  - ◆ Einfrieren nimmt Modifikationsrecht weg
  - ◆ ein Objekt kann nur gefroren werden, wenn alle Capabilities in der C-List bereits das Einfrierrecht haben

10 Garantierter Zugriff (2)

- Beispiel:



11 Bewertung von Hydra

- Hydra demonstrierte die Beherrschbarkeit einer ganzen Reihen von Sicherheitsproblemen
  - ◆ Ergebnisse flossen in eine ganze Reihe von Systemen
  - ◆ reine Capability-basierte Systeme haben sich jedoch nie durchgesetzt
- Hydras Probleme
  - ◆ lagen im wesentlichen nicht am Capability-Mechanismus
  - ◆ es gabe keine vernünftigen Editoren und Compiler
  - ◆ Hardware besaß keine Hardware zur Unterstützung von Paging

I.6 Kryptographische Maßnahmen

- Verschlüsseln und Entschlüsseln vertraulicher Daten
  - ◆ aus den verschlüsselten Daten soll die Originalinformation nur mit Hilfe eines Schlüssels restauriert werden können
  - ◆ Schlüssel bleibt geheim
- Authentisierung
  - ◆ Empfänger kann verifizieren, wer der Absender ist
- Sicherer Kanal
  - ◆ gesendete Informationen können nicht gefälscht und verfälscht werden
  - ◆ nur der adressierte Empfänger kann die Informationen lesen
  - ◆ Empfänger kann den Absender authentisieren

I.6 Kryptographische Maßnahmen (2)

- Funktionen
  - Verschlüsselungsfunktion *E (encrypt): E(K, T) = C*
  - Entschlüsselungsfunktion *D (decrypt): D(K, C) = T*
  - *K* = Schlüssel, *T*= zu verschlüsselnder Text/Daten
- Verwandte Schlüssel
  - es gilt: K_1 und K_2 sind verwandt, wenn gilt: $\forall T: D(K_2, E(K_1, T)) = T$
- Symmetrisches Verschlüsselungsverfahren
  - es gilt: $K_1 = K_2$

I.6 Kryptographische Maßnahmen (3)

- Forderungen an ein Verschlüsselungsverfahren
  - Wenn K_2 unbekannt ist, soll es sehr aufwendig sein aus $E(K_1, T)$ das T zu ermitteln (Entschlüsselungsangriff)
  - Es soll sehr aufwendig sein aus T und $E(K_1, T)$ den Schlüssel K_1 zu ermitteln (Klartextangriff)
  - Bei asymmetrischen Verfahren soll es sehr aufwendig sein, aus K_1 den Schlüssel K_2 zu ermitteln und umgekehrt.

1 Monoalphabetische Verfahren

- Verfahren nach Caesar

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E

  - Verschlüsselungsfunktion: $E: M \rightarrow (M + k) \bmod 26$
  - k ist variierbar (26 Möglichkeiten)

- Zufällige Substitution

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
F	Q	H	A	J	U	L	G	N	S	P	W	R	O	T	C	V	Y	X	M	Z	K	B	I	D	E

  - 26! Möglichkeiten

1 Monoalphabetische Verfahren (2)

- ★ Nachteil
  - vollständiges Ausprobieren möglich bei Caesar
  - Häufigkeitsanalyse der Buchstaben
    - für eine Sprache gibt es häufigere Buchstaben, z.B. e im Deutschen
    - durch die Häufigkeitsanalyse können die Möglichkeiten stark eingeschränkt werden; vollständiges Probieren wird ermöglicht

2 Polyalphabetische Verschlüsselung

- Einsatz von vielen Abbildungen, die durch einen Schlüssel ausgewählt werden
  - Beispiel: Vigenére (Caesar-Verschlüsselung mit zyklisch wiederholten Folgen von Verschiebungswerten)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
A	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
B	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A
C	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B
D	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C
E	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D
F	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E
													...													
X	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
Y	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
X	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y

2 Polyalphabetische Verschlüsselung (2)

- Auswahl der Zeile durch den entsprechenden Buchstaben des Schlüsselwortes

	W	I	C	H	T	I	G	E	N	A	C	H	R	I	C	H	T
Originaltext																	
Schlüsselwort (wiederholt)	G	E	H	E	I	M	G	E	H	E	I	M	G	E	H	E	I
verschlüsselter Text	C	M	J	L	B	U	M	I	U	E	K	T	X	M	J	L	B

- Gilt als nicht sicher
  - Koinzidenzanalyse
  - Häufigkeitsanalysen und Brute force Attacke

2 Polyalphabetische Verfahren (3)

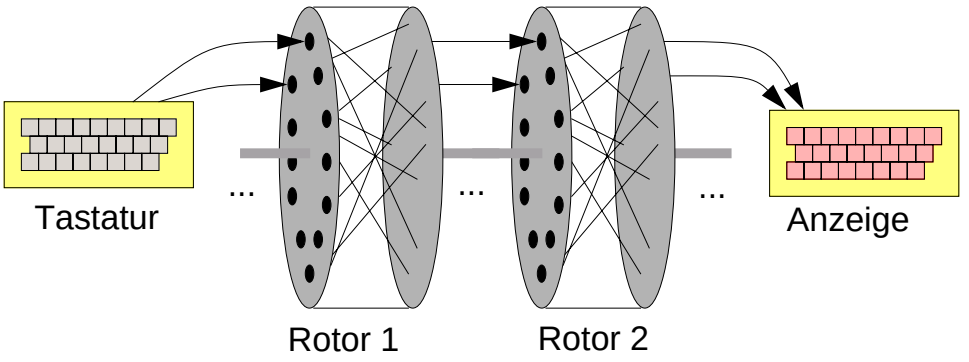
- Koinzidenz
  - Wahrscheinlichkeit für zwei gleiche Buchstaben untereinander bei umbrechendem Text
    - zufällige Buchstabenwahl: 3,8%
    - englischer Text: 6,6%
  - Brechen polyalphabetischer Verfahren
    - Bestimmen der Koinzidenz für verschiedene Textlängen
    - Textlänge mit höchster Koinzidenz ist wahrscheinlich Schlüsseltextlänge
    - danach Häufigkeitsanalyse pro Buchstabe des Schlüsseltexts

3 One-Time Pad Verfahren

- Theoretisch sicheres Verfahren
  - Liste von Zufallszahlen (soviele wie Zeichen in der Nachricht): *r[i]*
  - Zeichen *z[i]* der Nachricht wird verschlüsselt mit $c[i] = (z[i] + r[i]) \bmod 26$
  - Empfänger braucht die gleiche Liste
  - theoretisch sicher, da aus dem *c[]* nicht auf *z[]* geschlossen werden kann
- Praktisch unbrauchbar
  - echte Zufallszahlen nötig
  - lange Liste nötig
    - jede Liste kann nur einmal verwendet werden
    - Liste muß so lang wie die Nachricht sein

4 Rotormaschinen

- Drehende Scheiben verändern ständig die Permutation

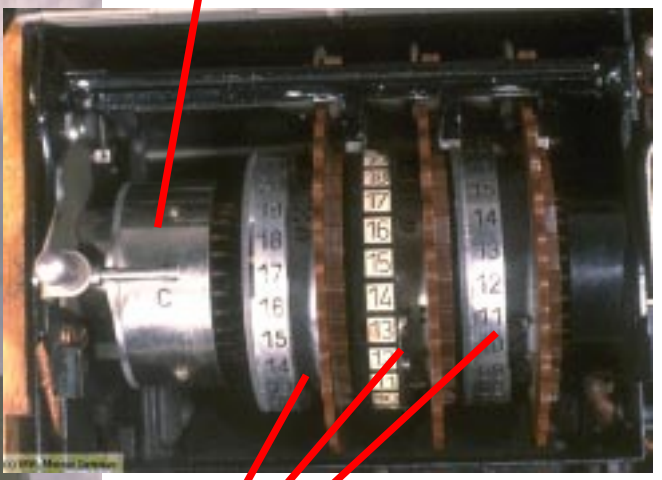


  - Einstellen einer Anfangsposition für die Rotoren
  - bei jedem Zeichen wird erster Rotor um eine Position weitergedreht
  - zweiter Rotor rotiert mit niedrigerer Geschwindigkeit
  - zum Entschlüsseln sind entsprechende Gegenstücke nötig

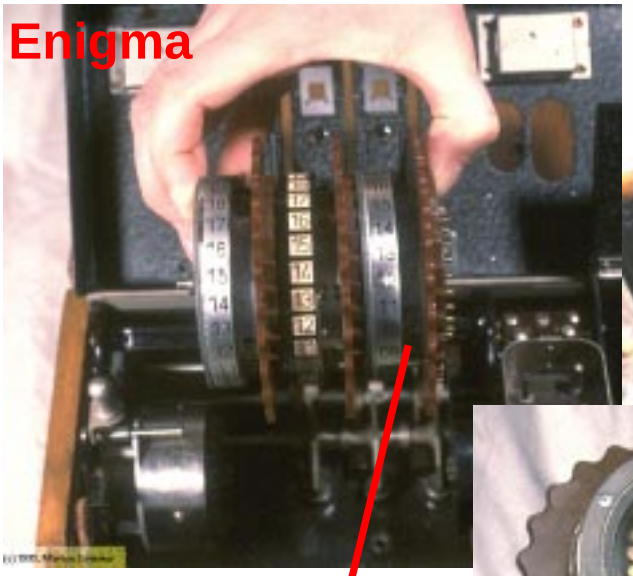
4 Rotormaschinen (2)

- Enigma
  - deutsche Chiffriermaschine aus dem zweiten Weltkrieg
  - drei Rotore und Reflektor
    - Reflektor leitet Strom wieder bei einer anderen Position durch die Rotoren zurück: Verfahren wird symmetrisch
    - Entschlüsseln mit den gleichen Rotoren möglich
- Verfahren gilt als nicht sicher
  - Brute force Attacke: *Collosus* Computer
- Schlüsseldemo
  - http://www.ugrad.cs.jhu.edu/~russell/classes/enigma/

4 Rotormaschinen



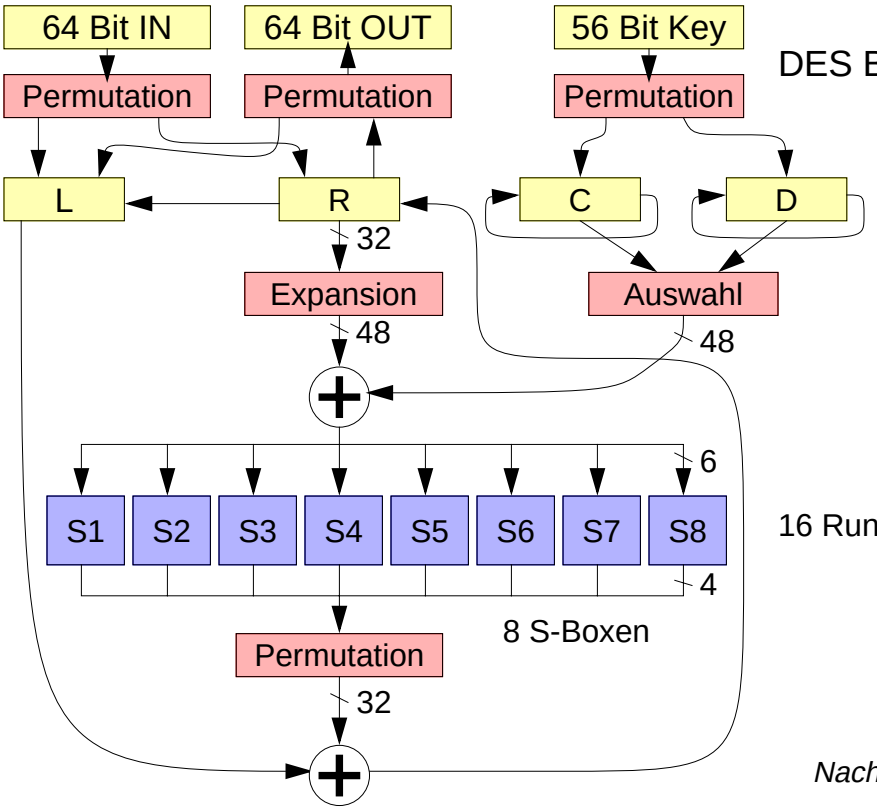
4 Rotormaschinen



5 Heutige symmetrische Verfahren

- DES *(Data Encryption Standard, 1977)*
  - ◆ entwickelt von IBM
  - ◆ amerikanischer Standard (Kriegswaffe)
  - ◆ blockorientiertes Verfahren (64 Bit Block, 56 Bit Schlüssel)
  - ◆ 16 Runden
  - ◆ gilt heute als nicht mehr ganz sicher, da Rechenleistung von Großrechnern oder Rechenverbünden zum Brechen manchmal ausreicht

5 Heutige symmetrische Verfahren (2)



DES Blockdiagramm

16 Runden

Nach: Fumy/Rieß 1994

5 Heutige symmetrische Verfahren (3)

- Tripple DES
  - dreifache Verschlüsselung mit DES
  - Nutzung von drei oder mindestens zwei verschiedenen Schlüsseln
- IDEA *(International Data Encryption Algorithm)*
  - Alternative zu DES
  - 64 Bit Blockgröße
  - 128 Bit Schlüssel
  - keine Permutationen und S-Boxen
  - stattdessen: Addition, Multiplikation und XOR
  - 8 Runden und Output-Transformation
  - Einsatz: z.B. PGP *(Pretty Good Privacy)*

6 Beispiel: UNIX Paßwörter

- Paßwörter wurden zunächst im Klartext gespeichert
  - Paßwortdatei muß streng geschützt werden
  - strenger Schutz oft nicht möglich (z.B. Backup der Platte)
  - Superuser kann die Paßwörter von Benutzern einsehen
- Verschlüsseln der Paßwörter
  - nur die verschlüsselte Version wird gespeichert
  - verschlüsselte Paßwörter dürfen nicht leicht entschlüsselt werden können
- Ausprobieren von Paßwörtern
  - Benutzer wählen Namen und Gegenstände als Paßwort
  - Verschlüsseln von gängigen Begriffen und Vergleich mit verschlüsselt gespeicherten Paßwörtern
  - Verschlüsselungszeit fließt mit ein in die Sicherheitsbetrachtung

6 Beispiel: UNIX Paßwörter (2)

- Heutiges Verfahren
  - zufällige Auswahl eines von 4096 Werten *(Salt)*
  - der Salt fließt mit in die Verschlüsselung ein, so daß ein und dasselbe Paßwort in 4096 Varianten vorkommen kann
  - Verschlüsselung mit DES
  - Zugriff auf verschlüsselte Paßwörter wird weitestgehend verhindert (Shadow-Paßwortdatei)
- ★ Vorteil
  - Ausprobieren von Paßwörtern benötigt mehr Zeit
  - Vergleich zweier Paßwörter weitgehend unmöglich

6 Beispiel: UNIX Paßwörter (3)

- Politik am IMMD
  - Mindestlänge 8 Zeichen
  - mindestens 5 verschiedene Zeichen
  - mindestens 3 Zeichenklassen (Groß-, Kleinbuchstaben, Ziffern, Sonderzeichen)
  - keine Wiederholungen von Zeichenfolgen erlaubt
  - keine aufeinanderfolgenden Zeichen erlaubt, z.B. "123"
  - ...
  - Begriffe, Namen, etc. werden ausgeschlossen und müssen hinreichend verfremdet sein
- ★ Angriff durch Ausprobieren wird weitestmöglich erschwert