Themen zur Computersicherheit

Autorisierung
HW & Unix Mechanismen

PD Dr. Reinhard Bündgen
buendgen@de.ibm.com

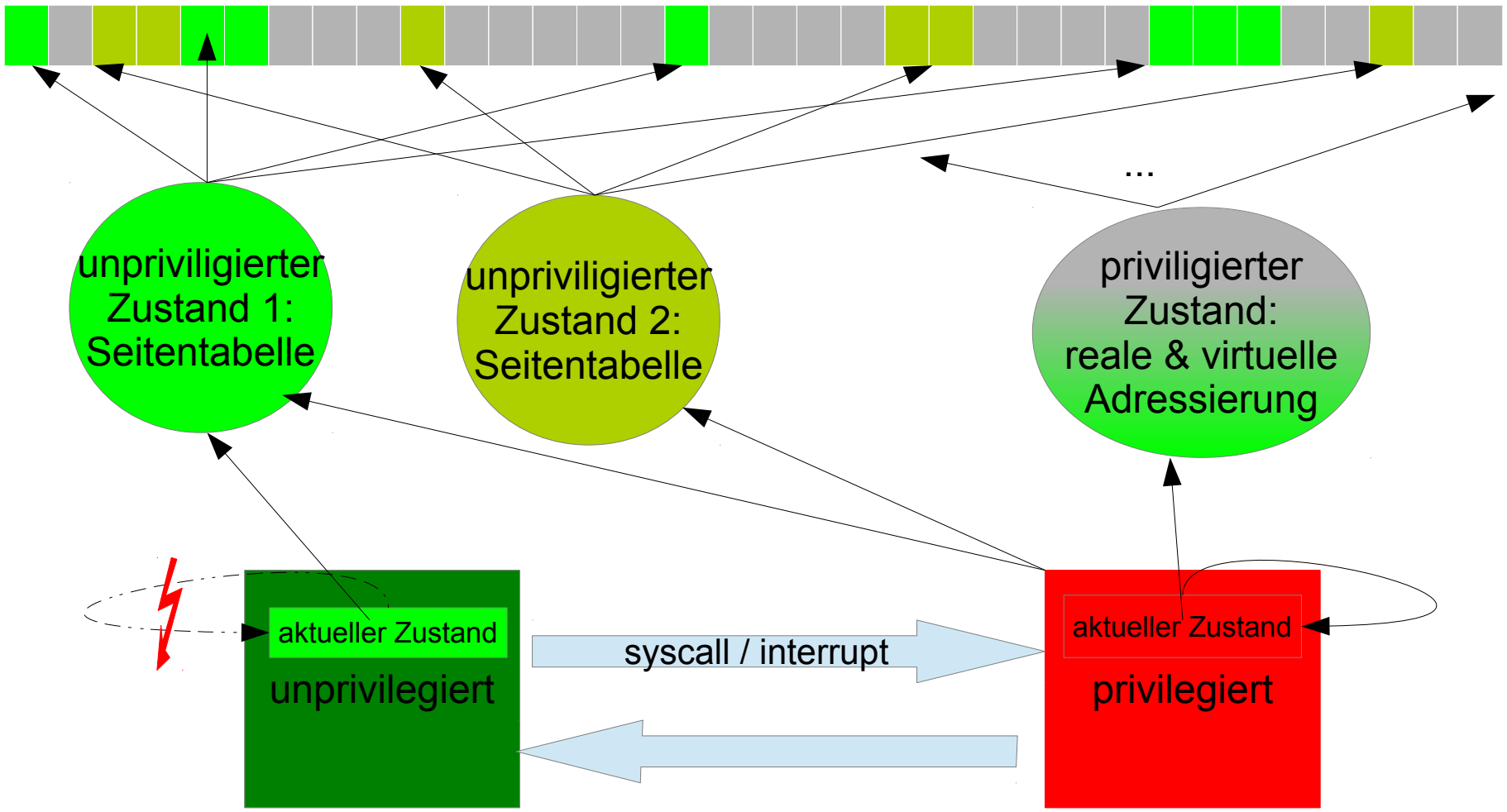
HW Kontrollmechanismen (MAC)

- privilegierter/nicht privilegierter Modus der CPU
- Virtuelle Adressräume
- Unified Extensible Firmware Interface (UEFI) Secure Boot
- Trusted Platform Module (TPMs)
- Hardware Security Module (HSMs)

CPU Modi und Speicherzugriff

- im unprivilegierten CPU Modus
  - nur virtueller Adressmodus
  - alle Instruktionen nutzen virtuelle Adressen
  - nur ein Teil der Instruktionen sind unterstützt
    - keine Instruktionen zur Verwaltung von Seiten Tabellen
  - alle Programme/Prozesse laufen in unprivilegiertem Modus
  - ein Systemruf fordert einen privilegierten Dienst an
    - führt zu einem Kontextwechsel in priviligierten Modus
- im privilegierten CPU Modus
  - alle Adressierungsmodi (real & virtuell)
  - alle Instruktionen unterstützt
    - einschließlich Instruktionen zu Verwaltung von Seitentabellen
  - nur der Betriebsystemkern läuft im privilegiertem Modus

CPU Modi & Virtueller Speicher



Traditionelle Unix-Dateizugriffskontrolle

- Discretionary Access Control (DAC)
- Jede Datei hat einen Besitzer und eine Gruppe
- Jeder Teilnehmer ist Mitglied einer oder mehrerer Gruppen (/etc/group)
- Jede Datei kennt drei Zugriffsarten: read, write, execute (r,w,x)
  - die jeweils für den Besitzer, die Gruppe der Datei oder alle Teilnehmer des Systems getrennt vergeben oder verwehrt werden
  - für Verzeichnisse beschreibt der execute Zugriff, den Durchgriff durch das Verzeichnis
- setuid und setgid Bits für ausführbare Dateien:
  - Prozess, der Datei ausführt, bekommt Dateibesitzer als effektive uid bzw Dateigruppe als effektive gid
- setgid Bit im Verzeichnis:
  - Dateien im Verzeichnis erben den Besitzer des Verzeichnisses
- sticky Bit im Verzeichnis:
  - Teilnehmer darf eine Datei in dem Verzeichnis nur dann löschen, wenn er Schreibzugriff auf das Verzeichnis hat und zusätzlich entweder Besitzer der Datei oder des Verzeichnisses ist oder Superuser ist.

NFSv4 ACLs

- Viele neue Unix System unterstützen NFSv4 Zugriffssteuerungslisten (access control lists, ACLs) via extended attributes
- z.B. AIX, FreeBSD, MAC OS X, Solaris (ZFS), Linux (Ext3, Ext4, Btrfs)
- ext3:
  - Montageoption „-o acl“
  - setfacl Werkzeug verwaltet ACLs
    - setfacl -m u:buendgen:rw /home/vorlesung/script.tex
  - getfacl zeigt ACLs
- MAC OS X
    - chmod +a
    - ls -l -e

Beschränkung der Allmacht von Root

- setuid Programme
- Systeme ohne Root Login
  - z.B. OS X, Ubuntu
  - sudo
- Linux Capabilities
- seccomp
  - Sandkasten: Einschränkung von Systemrufen
- Linux Security Modules,
  - z. B. SELinux, apparmor

Programmstart in Unix

Erzeugen eines neuen Prozesses:

```
pid=fork();
 if (pid == 0) {
   /* execute child code */
   ...
 } else if ( pid > 0 ) {
   /* execute parent code */
   ...
 } else {
   /* error */
 }
```

Starten eine Programms

```
pid=fork();
 if (pid == 0) {
   /* execute child code */
   /* program start: */
   execve(„/bin/ls“,...);
 } else if ( pid > 0 ) {
   /* execute parent code */
 } else {
   /* error */
 }
```

fork() kopiert einen Prozess einschließlich einer Kopie des Adressraumes
execve() läd ein Programm in einen Adressraum und startet es

Linux Capabilities (I)

- Voraussetzungen zur Unterstützung von Capabilities:
  - Linuxkern überprüft für jede privilegierte Operation, ob aufrufender Thread über ausreichende capabilities verfügt
  - Linuxkern unterstützt Systemrufe um die Capabilities eines Threads zu inspizieren bzw zu ändern
  - Das Dateisystem muss die Assoziation von Capabilities mit ausführbaren Dateien unterstützten

Linux Capabilities (II)

Capability: binärer Wert, der wenn gleich 1 eine Erlaubnis bezeichnet

- Thread Capabilities
  - permitted T(p): maximal erreichbare Capabilities
  - inheritable T(i): Capabilities, die bei einem execve-Aufruf geerbt werden können
  - effective T(e): Capabilities, die der Kern überprüft bevor er eine Erlaubnis erteilt
  - cap_bset („bounding set“): beschränkt die durch execve erlangbaren capabilities
- File Capabilities (für ausführbare Programme)
  - permitted: fließen in die permitted capabilities des Threads ein
  - inheritable: ihre Schnittmenge mit den thread capabilities fließen in die permitted capabilities des threads ein
  - effective: 1 Bit, das wenn 1 besagt, dass die effective capabilities des Threads gesetzt werden sollen

Capabilitiy Änderungen (III)

- **mit cap_set_proc**
  - if ¬CAP_SETPCAP then
    - T'(i) ⊆ T(i) ∪ T(p)
    - T'(i) ⊆ T(i) ∪ T(b)
    - T'(e) ⊆ T(p)
    - T'(b) = T(b)
  - else
    - T'(p) ⊆ T(p), T'(b) ⊆ T(b)
- **UID Änderungen**
  - alle uids nach nicht-0:
    - T'(p) = Ø, T'(e) = Ø
  - euid nach nicht-0:
    - T'(e) = Ø
  - nicht-0 euid nach 0:
    - T'(e) = T(p)
- **execve(F) (non-setuid Datei)**
  - T'(p) = (T(i) ∩ F(i)) ∪ (F(p) ∩ T(b))
  - if F(e) then
    - T'(e) = T'(p)
  - else
    - T'(e) = Ø
  - T'(i) = T(i)
  - T'(b) = T(b)
- **fork**
  - T'(p) = T(p)
  - T'(e) = T(e)
  - T'(i) = T(i)
  - T'(b) = T(b)

Notation
T: Thread Capability vor Änderung
T': Thread Capability nach Änderung
F: Datei Capability vor Änderung
F': Datei Capability nach Änderung

Capablities (IV)

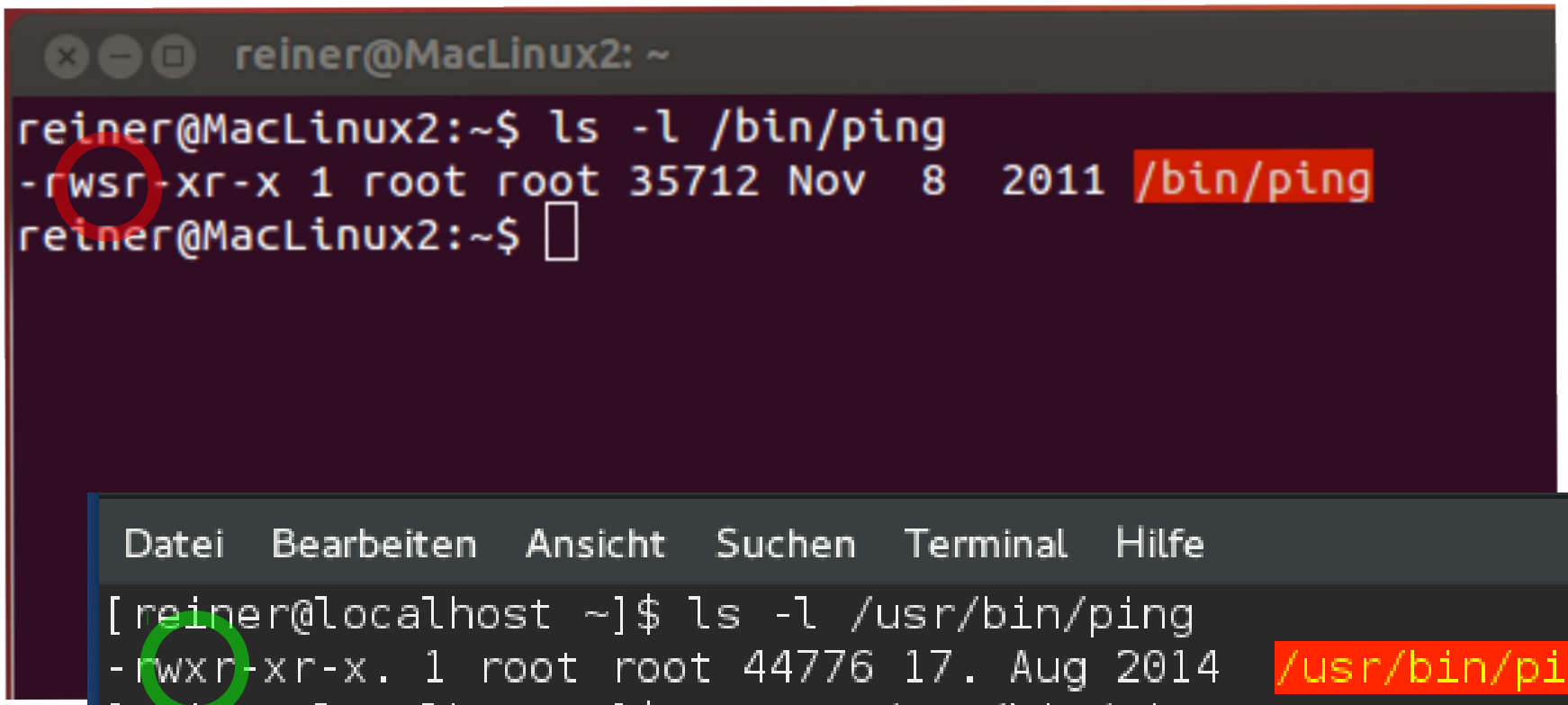
- Problem: nicht-root Threads können keine Datei Capabilities erben, wenn F(i) leer
- neues „ambient“ Capability Set T(a) mit:
  - $T(a) \subseteq T(p) \cap T(i)$
- **execve(F)**
  - if F is setuid or setgid or has file caps then
    - $T'(a) = \emptyset$
  - else
    - $T'(a) = T(a)$
    - $T'(p) = (T(i) \cap F(i)) \cup (F(p) \cap T(b)) \cup T'(a)$
  - if F(e) then
    - $T'(e) = T'(p)$
  - else
    - $T'(e) = T'(a)$
    - $T'(i) = T(i)$
    - $T'(b) = T(b)$

Dokumentation zu Linux Capabilities

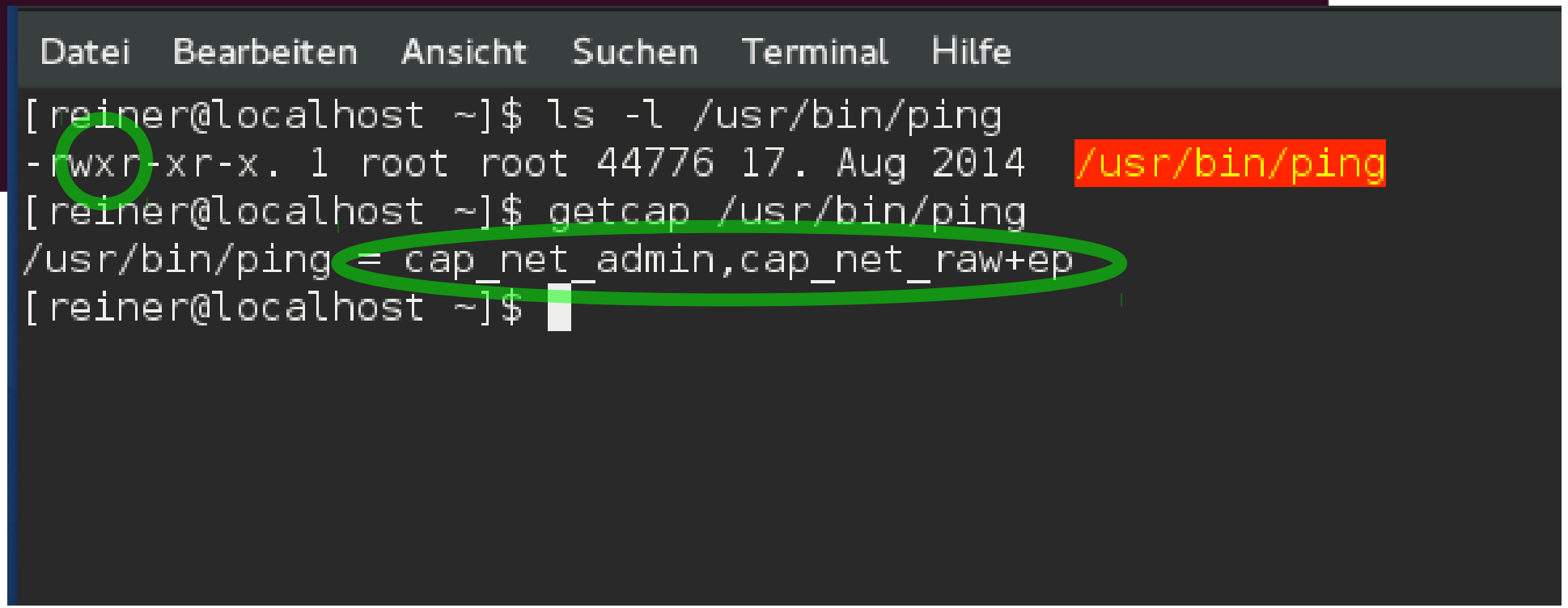
- man (7) capabilities
- über das ambient capability set:
  - https://git.kernel.org/cgit/linux/kernel/git/torvalds/linux.git/commit/?id=58319057b7847667f0c9585b9de0e8932b0fdb08
  - http://lwn.net/Articles/632520/

Capabilities Beispiel

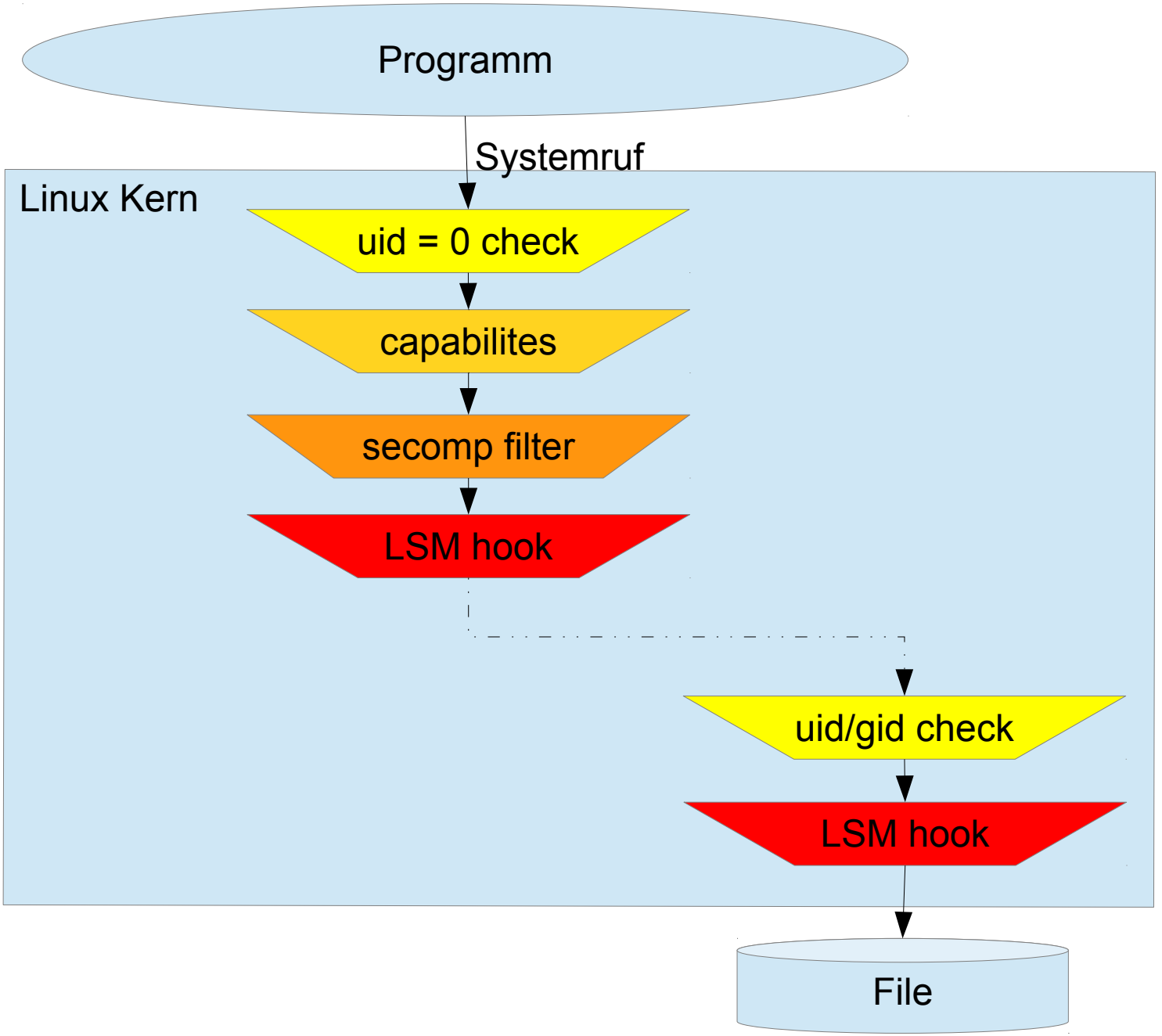
Ubuntu



Fedora



Zugriffskontrolle durch Linux Kern



Aufgaben

- Warum kann ein Prozess nicht auf Speicher im Adressraum eines anderen Prozesses zugreifen?
- Wie unterscheiden sich die Rechte des Betriebssystemkerns von denen eines Prozesses mit vollen Administratorrechten?
- Wie muss ein Systemruf (bzw eine Unterbrechung) HW-seitig implementiert sein um nicht privilegierte Prozesse von anderen (nicht-privilegierten) Prozessen abzuschotten?
  - Was muss der Betriebssystemkern als Reaktion auf einen Systemruf (bzw eine Unterbrechung) tun?
- Beschreiben Sie, wie Sie mit Unix-Mitteln
  - ein Verzeichnis für andere unlesbar machen, aber die Datei Übungsblatt für alle Mitglieder Ihrer Übungsgruppe lesbar machen
  - eine Datei mit einem Freund gemeinsam lesen und schreiben können und alle anderen vom Zugriff ausschließen?
- Kann mit Standard Unix-Zugriffsrechten RBAC implementiert werden?