

# F Sicherheit von Programmcode

---

## F.1 Überblick

---

- Sicherheitsprobleme bei der Ausführung von Software
- Mobiler Code
- Sprachbasierter Schutz
- Schutz zur Laufzeit
- Java-Sicherheit

## F.2 Sicherheitsprobleme bei der Ausführung von Software

---

- Schwachstellen und Bedrohungen bei der Ausführung von Software
  - ◆ Quelle des Codes unklar
  - ◆ manipulierter Code
  - ◆ fehlerhafter Code
  - ◆ unbekannte Funktionalität
  
- Gegenmaßnahmen
  - ◆ Quelle sicherstellen, Manipulationen erkennen
    - Hashes veröffentlichen
    - Code signieren
  - ◆ Sicherheit durch Softwareentwicklungsprozess garantieren
    - Code Reviews
    - Unterstützung durch Programmiersprachen und Entwicklungswerkzeuge

## F.3 Mobiler Code

---

### 1 Überblick

---

- zunehmende Verbreitung verteilter Softwaresysteme

- Agentensysteme
- Applets und Servlets, ActiveX-Controls
- Aktive Netzwerke
- Plug-ins
- aktive Inhalte von Web-Seiten und E-Mails

- ▲ Mobiler Code

*Software, die auf einem entfernten, potentiell nicht vertrauenswürdigen Rechner generiert wurde und die auf einem Gastrechner ausgeführt wird*

- grundlegender Unterschied zu Client-Server-Modell:  
Software ist auf den Knoten resident, es werden nur Daten  
(Aufrufparameter) transportiert

- Plattformabhängig (z. B. ActiveX) oder -unabhängig (z. B. Java)

## 2 Bedrohungen

---

- Unsicherheit über die tatsächliche Quelle des Codes
  - wurde der Code bereits an der Quelle verfälscht?
  
- Übertragung des Codes über ein Transportmedium
  - was passiert unterwegs mit dem Code?
  
- Angriffe auf den mobilen Code auf dem Gastrechner
  - sind die ausführenden Subjekte berechtigt?
  - sind ggf. lokale, sensible Daten des Codes (z. B. Kommunikationsschlüssel) gegen unberechtigte Zugriffe geschützt?
  - kann der Code vor oder bei der Ausführung verfälscht werden?
  - was tut die Ausführungsumgebung tatsächlich mit dem Code?
  - was erwartet der Absender des Codes von der Ausführung?
  - bewegt sich der Code evtl. danach weiter oder zurück zum Absender (Agentensystem) - und in welchem Zustand ist er dabei?

## 2 Bedrohungen (2)

---

- Angriffe des mobilen Codes auf den Gastrechner
  - ◆ was soll der Code tun, was tut er tatsächlich?
    - auf welche Daten kann er zugreifen?
    - welche Daten überträgt er wohin?
    - welche Ressourcen kann er belegen? (Denial-of-Service-Aktivitäten)
    - Maskierungsangriffe
      - Vortäuschen einer falschen Identität
      - Vortäuschen einer falschen Funktionalität
  - ! Sicherheit über die Quelle des Codes bringt nicht unbedingt Sicherheit über die Funktionalität
    - auch signierter Code kann bedrohliche Funktionalität beinhalten!

### 3 Beispiel: ActiveX-Controls

---

- Erweiterung von Microsofts OLE-Technologie
    - ▶ ab Mitte der 1990er Jahre
  
  - Wiederverwendbare Softwarekomponenten in Binärform
    - ▶ Ausführung in spezieller Ausführungsumgebung  
z. B. Browser
    - ▶ Code wird über Netzwerk aus *Codebase* geladen  
Angaben z. B. im Inhalt einer Webseite
    - ▶ Ausführung des Codes mit umfangreichen Rechten
      - Zugriff auf Systemschnittstelle
      - Zugriff auf Dateisystem
      - Zugriff auf Netzwerk
- ➔ Quelle massiver Sicherheitsprobleme

## 4 Schutz des mobilen Codes

---

- Verschlüsselungstechniken, Signieren
  - Sicherstellen der Quelle
  - Schutz bei Übertragung
  - Schutz auf dem Gastsystem bis zur Ausführung
  - ! kein Schutz in der Ausführungsumgebung auf dem Gastsystem
  
- Ausführung nur in vertrauenswürdigen Umgebungen
  - ◆ Basis: Trusted-Computing-Platform Technologie
    - Konfiguration des Gastsystems kann zuerst über Remote-Attestation-Protokoll abgeprüft werden
    - spezielle Ausführungsumgebung wird vorab auf Gastsystem geschickt
    - mobiler Code wird nur in der speziellen Ausführungsumgebung ausgeführt

## 5 Schutz des Gastrechners

---

- Beschränkung der Zugriffsrechte des mobilen Codes
  - ▶ Kontrolle des Zugriffs auf die Systemschnittstelle
  - ▶ Kontrolle des Zugriffs auf Speicherbereiche (→ Sandboxing)
  - ▶ Ausführung in einer abgeschotteten virtuellen Maschine
  
- Eindeutige Identifikation des Codes
  - ▶ Authenticode-Techniken
    - Hash über Code wird mit privatem Schlüssel des Code-Herstellers signiert → Zertifikat des Herstellers
    - Echtheit des Hersteller-Zertifikats wird durch Signatur einer Zertifizierungsstelle nachgewiesen (z. B. VeriSign)
  - ▶ Problem: auch zertifizierter Code kann Fehler, Viren, etc. enthalten und damit Bedrohung darstellen
    - falsches Sicherheitsgefühl beim Anwender!

## 5 Schutz des Gastrechners (2)

---

### ■ Proof-Carrying-Code

- Gastrechner legt Sicherheitsstrategie fest und veröffentlicht sie  
Beispiele:
  - Zugriff nur auf bestimmte Speicherbereiche
  - keine Pufferüberläufe, weil Feldgrenzen immer geprüft werden
  - ausschließlich Typ-konforme Zugriffe
- Mobiler Code wird vom Erzeuger mit Beweis ausgestattet, dass eine bestimmte Sicherheitsstrategie eingehalten wird
- beim Laden des Codes überprüft der Gastrechner den Beweis
  - spart aufwändige Kontrollen zur Laufzeit

- ◆ Problem: Erstellung der Beweis sehr aufwändig  
bislang nur wenig Unterstützung durch Entwicklungsumgebungen

## F.4 Sprachbasierter Schutz

---

- Schutzkonzepte und Kontrollen auf der Ebene von Programmiersprache, Compiler und Binder
  - Möglichkeit, Sicherheitsprobleme sehr frühzeitig zu erkennen
  - feingranularer, Anwendungs-spezifischer Zuschnitt von Sicherheitseigenschaften
    - im Gegensatz zu grob-granularen Konzepten des Betriebssystems oder der MMU
  
- Sicherheitskonzepte auf programmiersprachlicher Ebene unterstützen die Entwicklung sicherer Anwendungen
  - aber kein Ersatz für spezielle Entwicklungsmethoden und -Verfahren bei der Erzeugung sicherer Software (→ Security Engineering)

# 1 Programmiersprachliche Konzepte

---

## ★ Typisierung

### ◆ strenge Typisierung

- keine Typkonvertierung zwischen Objekten unterschiedlichen Typs
- nur Typ-konforme Operationen und Aufrufe

### ◆ statische Typprüfung

- Compiler überprüft Typ-Konformität
- Typ-fehler führen zu Fehler zur Übersetzungszeit

### ◆ dynamische Typprüfung

- Laufzeit-/Betriebssystem überprüft Typ-Konformität
  - wichtig bei dynamischem Binden von Software
- Typfehler führt zu Abbruch der Operation
  - Problem: Abbruch kann zu System-Inkonsistenzen führen
  - Lösung: kontrollierte Behandlung von Abbrüchen

# 1 Programmiersprachliche Konzepte (2)

---

- ★ Ausnahmebehandlung
  - ◆ Fehlersituationen werden abgefangen und durch Behandlungsroutinen speziell bearbeitet
    - System-Inkonsistenzen können aufgeräumt werden
    - fehlende Rechte können evtl. dynamisch nachgefordert werden und die abgebrochene Bearbeitung kann fortgesetzt werden
  
- ★ Transaktionskonzept
  - ◆ Unterstützung zur Bereinigung von inkonsistenten Zuständen beim Abbruch von Bearbeitungen
  - ◆ in Datenbanksystemen gängige Technik (ACID-Transaktionen), in Programmiersprachen nicht etabliert

# 1 Programmiersprachliche Konzepte (3)

---

- ★ keine direkten Speicherzugriffe
  - ◆ häufige Fehlerquelle: direkte Speicherzugriffe über Zeiger
    - zusätzliches Problem: Zeiger-Arithmetik
  - ◆ Lösung: statt direkte Speicherreferenzen nur typisierte Objektreferenzen
  
- ★ keine explizite Speicherverwaltung
  - ◆ Problem: vergessene Freigaben → Speicherverlust
  - ◆ Problem: Freigabe und Wiederverwendung von Speicher auf den noch Objektreferenzen zeigen
    - kann zu nicht-erkennbaren Typverletzungen führen
  - ◆ Lösung: Allokation von Objekten und automatische Garbage Collection

## 2 Compiler und Binder

---

- ★ Informationsflusskontrolle
  - ◆ Menge von Sicherheitsklassen
  - ◆ Flussrelation beschreibt zulässige Informationsflüsse zwischen den Klassen
  - ◆ jedes Datum  $X$  wird mit einer Sicherheitsklasse  $l(X)$  versehen
  - ◆ für jedes Sprachkonstrukt wird spezifiziert, welche Informationsflüsse durch seinen Einsatz entstehen können
    - explizite Informationsflüsse (z. B. durch Zuweisungen)
    - implizite Informationsflüsse (z. B. als Ergebnis einer if-Abfrage)
  
- ★ allgemeine Compilertechniken
  - ◆ Prüfung der Einhaltung von Typregeln
  - ◆ Strenge Typisierung erlaubt die Prüfung von Wertebereichen und die Erkennung von Bereichsüberschreitungen
    - häufige Ursache für Sicherheitsprobleme
  - ◆ Einhaltung von Sichtbarkeitsregeln

## 2 Compiler und Binder (2)

---

- ★ Generierung von Kontrollcode
  - ◆ Erkennen von Speicherüberläufen, Verletzung von Feldgrenzen
  - ◆ Bereitstellung von Attributinformationen (z. B. Typinformationen)
  - ◆ Aufrufe über symbolische Namen und Aufruftabellen
    - keine direkten Sprünge auf Speicheradressen
    - Aufruftabelle ermöglicht dynamische Kontrolle der Aufrufe (z. B. Zwischenschalten von Kontrollobjekten)
  - ◆ kontrollierte Speicherzugriffe und Sprünge
  
- ★ Binden
  - ◆ Problembereich: dynamisches Binden
    - wer kontrolliert, welcher Code zur Laufzeit hinzugebunden wird?
    - ungeprüfter Binärcode kann Sicherheit komplett zerstören
    - nur wenn Übersetzer genügend Kontrollinformation für Binder zur Verfügung stellt, ist ausreichende Prüfung möglich!

## F.5 Schutz zur Laufzeit

---

- Eingrenzung der Programmausführung durch Hardwaremechanismen
  - logische/virtuelle Adressräume
  - MMU
  
- Eingrenzung durch Softwaremechanismen: Sandboxing
  - ◆ Aufteilung eines Adressraums in Regionen
    - z. B. 256 Sandboxes à 16 MB in einem 32-Bit-Adressraum
  - alle Adressen innerhalb einer Sandbox sind in den oberen 8 Bit gleich
  - getrennte Sandboxes für Code und Daten
  - Code darf nicht auf Adressen außerhalb der Code-Sandbox springen  
+ Code darf nicht auf Daten außerhalb der Daten-Sandbox zugreifen
    - ↳ auch auf Binärcode-Ebene einfach statisch bzw. durch einfache Laufzeit-Tests abprüfbar
    - ↳ getrennte Sandboxes verhindern Code-Manipulationen
  - Systemaufrufe werden über Referenzmonitor (spezielle Sandbox im Adressraum) umgeleitet und dort nach Sicherheitsstrategie überprüft

## F.6 Java-Sicherheit

---

### ■ Grundkonzepte

- ◆ Plattformunabhängigkeit: Compiler erzeugt maschinenunabhängigen Bytecode
- ◆ Bytecode enthält umfangreiche Typinformationen
- ◆ Sicherheitsüberprüfung zur Ladezeit durch Bytecode-Verifier
- ◆ Ausführung durch JVM - JIT oder Interpreter
- ◆ Sicherheitskontrolle zur Laufzeit durch Security-Manager

### ■ Java-Applets

- mobile Java-Software-Komponenten, die innerhalb einer Anwendung (z. B. Browser) ausgeführt werden
- eingeschränkte Rechte zur Ausführungszeit wichtig

### ■ Java-Anwendungen

- selbstständige Programme, die in einer JVM ausgeführt werden
- Rechte analog zur Ausführung anderer Anwendungen

# 1 Schutzkonzepte der Programmiersprache

---

- Objektorientierung unterstützt Kapselung von Objekten
  - Kapselung durch Sichtbarkeitsregeln (private/public)
  - Zugriff auf Zustand nur über Methoden-Schnittstelle
- Typisierung stellt sicher, dass nur typkonforme Aufrufe erfolgen können
  - keine beliebigen Casts möglich
- keine Zeiger und keine Zeiger-Arithmetik
  - keine direkten Speicherzugriffe
  - keine Umgehung des Typsystems möglich
- kontrollierte Feldgrenzen
  - kein Zugriff über Feldgrenzen hinaus
  - keine unkontrollierten Speicherzugriffe ...

## 2 Sicherheitsarchitektur

---

### ■ Strukturierter Bytecode

- ◆ `.class`-Datei enthält Bytecode und umfangreiche Informationen aus dem Quellprogramm
  - Typinformationen
  - maximal benötigter Stack
  - benötigte Register
- ◆ Basis für Überprüfungen zur Ladezeit (Bytecode-Verifier) und zur Laufzeit (dynamische Typprüfungen)
- ◆ essentieller Unterschied zu traditionellen Sprachen (wie C)
  - Binärcode enthält keine oder nur sehr rudimentäre Informationen aus der Quelle

## 2 Sicherheitsarchitektur (2)

---

### ■ Bytecode-Verifier

- ◆ überprüft Bytecode auf syntaktische und strukturelle Korrektheit
- ◆ Zugriffe auf undefinierte Register?
- ◆ Illegale Kontrollflussoperationen?
- ◆ Datenflussanalyse
  - keine Typverletzungen zur Laufzeit?
  - korrekte Initialisierung aller Variablen?
  - keine Stackgrenzenverletzungen?

### ■ ClassLoader

- ◆ lädt Code in Ausführungsumgebung der JVM
- ◆ nicht-vertrauenswürdige Applets erhalten isolierten Namensraum und werden auf interne Methodenaufrufe und Aufrufe vorgegebener Systemfunktionen beschränkt (Sandboxing)
- ◆ Systemklassen dürfen nicht überschrieben werden

## 2 Sicherheitsarchitektur (3)

---

### ■ Security Manager

- ◆ kontrolliert alle Zugriffe auf sicherheitskritische Systemressourcen innerhalb der JVM
  - Definition eines neuen ClassLoaders
  - Zugriffe auf Dateien
  - Zugriffe auf Netzwerk
  - Zugriffe auf Betriebssystemdienste

### ■ Sicherheitsprobleme

- ◆ Bytecode-Verifier führt keine wirkliche Code-Verifikation durch
  - lediglich Tests auf strukturelle Konformität und Einhaltung einiger Konventionen (z. B. Typisierung)
- ◆ Bytecode kann manipuliert werden
  - Verifier akzeptiert auch Code, der nicht den Java-Sprachkonventionen entspricht und so nicht von einem Compiler erzeugt würde (→ trügerische Sicherheit)

## 2 Sicherheitsarchitektur (4)

---

### ■ Sicherheitsmodelle

- ◆ ursprünglich nur Unterscheidung zwischen lokalem (vertrauenswürdig) Code und Applets (nicht-vertrauenswürdig)
  - Problematisch um mit Applets sinnvolle Anwendungen aufzubauen
- ◆ signierte Applets ab JDK1.1
  - auch vertrauenswürdiger Code im verteilten System möglich
  - Signaturen nur sehr grob-granular (pro Software-Paket = JAR-Datei)
  - volle Rechte für alle Komponenten eines korrekt signierten Pakets widersprechen dem Prinzip der minimalen Rechte
- ◆ Sicherheitsstrategien ab Java 2

## 2 Sicherheitsarchitektur (5)

---

- Subjekte (lokaler oder entfernter Code) unterliegen einer Sicherheitsstrategie
  - Spezifikation durch Administrator oder Benutzer: Politik-Objekte
  - Standard-Strategie: Sandboxing
  
- Sicherheitsstrategie
  - beschreibt Berechtigungen des Codes in Abhängigkeit von Herkunft oder Signaturen (Herkunftsort = URL)
  - Berechtigungen für Datei-, Netzwerk- oder awt (Fenster)-Zugriffe
    - anwendungsspezifisch erweiterbar
  - Schutzdomänen fassen Klassen mit gleicher Herkunft/Signatur zusammen
    - Rechtevergabe an Schutzdomänen
  - kontrollierte Kommunikation zwischen Schutzdomänen
    - über vermittelnden Systemcode oder explizite Rechtevergabe an beteiligte Domänen

## 2 Sicherheitsarchitektur (6)

---

### ■ Access Controller

- ◆ Security Manager leitet seine Überprüfungen an Access Controller weiter
- ◆ Access Controller prüft auf Basis der Politik-Objekte
  - hat das ausführende Subjekt (dessen Schutzdomäne) die erforderlichen Rechte?
  - Aufrufstack enthält alle bis zum durchlaufenen Schutzdomänen -
- ◆ unzulässige Aufrufe lösen Exception aus

### ■ Sicherheitsprobleme (2)

- ◆ Subjekte = Java-Klassen, nicht Benutzer
- ◆ Rechtevergabe auf Basis Herkunft/Signatur
  - Herkunft durch URL-Spoofing-Angriffe ggf. fälschbar
  - ➔ stärkere Authentifikationsmaßnahmen oder sichere Transportprotokolle könnten helfen
- ◆ Prüfung der Signaturen auf Basis der rechnerlokalen Schlüsseldatenbank

# F.7 Sicherheit der Systemschnittstelle

---

## 1 Motivation

---

- Angriffe auf Programmcode sind nur problematisch, wenn sie *Auswirkungen* haben
  - ↳ Auswirkung bedeutet Interaktion mit der Umgebung
    - Mitteilung verfälschter Resultate
    - falsches Verhalten ( = falsche Interaktion )
  
- Interaktion mit der Umgebung erfolgt über Betriebssystemschnittstellen
  - Dateisystem, Geräte, Netzwerk
  - Interprozesskommunikation
  
- Fundamentales Schutzkonzept:  
Sicherung der Betriebssystemschnittstelle

## 2 allgemeine Konzepte

---

- bekannte und weit verbreitete Konzepte
  - Zugriffsrechte / Access Control Listen
  - Capabilities
  
- Problem:  
Absicherung über eine Vielzahl von Systemkomponenten verteilt
  - Dateisystemschnittstelle (open, read/write, fcntl, ...)
  - Interprozesskommunikation / Netzwerkschnittstelle (bind, IPC, ...)
  - Prozessverwaltung (exec, Signale, ...)
  
- Betriebssysteme enthalten meist viele umfangreiche Systemkomponenten
  
- ➔ konsistentes Schutzkonzept nur schwer zu erreichen
  - ◆ und noch schwerer auf Dauer konsistent zu halten
    - wesentliche Ursache für viele Sicherheitslücken

### 3 Referenzmonitore

---

- Idee: alle sicherheitskritischen Systemaufrufe gehen zur Sicherheitsüberprüfung durch eine spezielle Systemkomponente
  - **Referenzmonitor**
  - siehe auch: Sandbox-Konzept
  
- Grundlegendes Konzept: **Trusted Computing Base (TCB)**  
= der minimale Teil des Systems, der notwendig ist, um alle Sicherheitsregeln durchzusetzen
  - Großteil der Hardware (vgl auch Kap. D7 Trusted Computing)
  - Teil des Betriebssystems (möglichst minimal)
  - privilegierte Anwendungsprogramme (möglichst wenige)
  
- Betriebssystemteil der TCB
  - Referenzmonitor
  - Prozesserzeugung/-umschaltung, IPC, Teile der Geräteschnittstelle

## F.8 Beispiel: Sicherheitskonzept in Symbian OS

---

### 1 Symbian-Überblick ([www.symbiansigned.com](http://www.symbiansigned.com))

---

- Betriebssystem für mobile Geräte
  - Nokia, Ericsson, Sony Ericsson, Panasonic, Siemens, Samsung
  - Weiterentwicklung aus EPOC-System von Psion
  
- Struktur
  - Minimalkern-Architektur  
(Scheduler, Speicherverwaltung, Gerätetreiber)
  - Basisdienste  
(Basis-Anwendungsschnittstelle, Dateisystem, Plug-In-Framework, kryptographische Funktionen, ...)
  - höhere Betriebssystemdienste  
(Netzwerk, Telefonie, Multimedia, ...)
  - Anwendungsunterstützung  
(Java ME)
  - User Interface Framework

# 1 Symbian-Überblick (2)

---

## ■ Zielplattform

- Mobiltelefone mittlerer "Größe"
- Stückzahlen: 10 - mehrere 100 Mio.
- unterstützte Prozessorarchitektur: ARM
- Programmiersprache: vor allem C++  
(Entwicklungsumgebung mit speziellem gcc)

## ■ Systemziel

- Plattform für Basissoftware  
+ Plattform für Produkte unabhängiger Softwarehersteller  
(ISVs - Independent Software Vendors)

# 1 Symbian-Überblick (3)

---

- Herausforderung: Sicherstellen der Systemsicherheit
  - ◆ APIs sind dokumentiert, bis Version 8.1 war Softwareentwicklung für jedermann möglich
    - fehlerhafte Programme
    - bösartige Programme
    - Viren, Trojaner, ...
  - ◆ System ist weit verbreitet und damit ideale Grundlage für Angriffe
- ↳ erster Wurm/Virus 2004: Cabir
  - erster verbreiteter Angriff auf Mobiltelefone
  - Ausbreitung über Bluetooth-Schnittstelle
  - Schwachstelle war nicht Symbian sondern der jeweilige Benutzer (Benutzer mussten der Installation zustimmen)

## 2 Plattform-Sicherheit ab Symbian 9.1

- Hauptschwachstelle des Systems = der Benutzer
- ➔ zur Verbesserung der Sicherheit muss vor allem die Hauptschwachstelle des Systems beseitigt werden :-)
- ➔ sicherheitskritische Entscheidungen können nicht "einfach" dem Benutzer überlassen werden
  - ◆ Zustimmung zur Installation "leicht sicherheitskritischer" Software expliziter gestalten
    - Software muss grundsätzlich signiert sein
  - ◆ Entscheidung über "erheblich sicherheitskritische" Software an den Gerätehersteller oder eine zertifizierende Stelle übertragen
    - Anwender kann nicht frei Software auf seinem Gerät betreiben
- ★ umstrittenes Konzept
  - sehr guter Schutz von Anwendungen und Inhalten
  - Eingriff in die Rechte der Endnutzer

## 3 Capabilities

---

- Vergabe an Prozesse auf Basis von Code-Autorisierung
- mehrere Klassen von Systemschnittstellen und Capabilities
- ▲ User Capabilities
  - erlauben Zugriff auf
    - lokale Netzwerkschnittstellen (Bluetooth, Infrarot)
    - Positionsdatenabfrage
    - kostenverursachende Netzwerkdienste (SMS, ...)
    - vertrauliche Daten des Telefonnutzers (lesend und schreibend)
    - Benutzerumgebungsdaten (Audi, Video, biometrische Daten, ...)
  - Anwendung muss "Symbian Signed" sein  
oder Benutzer muss bei Installation explizit zustimmen

## 3 Capabilities (2)

---

### ▲ Extended Capabilities

- ▶ Anwendung wird für diese Zertifizierung zusätzlichen Tests unterzogen
- ▶ Anwendung muss "Symbian Signed" sein, Endnutzer kann die Capabilities nicht vergeben
- ▶ erlauben Zugriff auf weitere, systemnähere Schnittstellen
  - Power Management (Ausschalten ungenutzter Peripherie, Stand-by-Mode, Telefon ausschalten)
  - Registrierung privilegierter Dienste (protected servers)
  - Zugriff auf Gerätedaten (lesend und schreibend)
  - Erzeugen von Tasten- und Stift-Ereignissen per Software
  - Erzeugen von vertrauenswürdigen Benutzerinteraktionen (UI sessions)

### 3 Capabilities (3)

---

#### ▲ Phone-manufacturer approved Capabilities

- ▶ Anwendung muss vom Gerätehersteller zertifiziert sein
- ▶ erlauben den Zugriff auf die komplette Systemschnittstelle
  - komplettes Dateisystem
  - alle Gerätetreiber (vor allem Kommunikation, Multimedia)
  - Disk administration
  - Zugriff auf geschützte Inhalte (DRM)
  - TCB-Capability: Zugriff auf Programme und read-only Ressourcen

#### ◆ Symbian TCB

- ▶ Komponenten, die freien Zugriff auf die komplette Hardware und Software haben
  - Kern, Datei-Server, Software-Installer

#### ◆ Symbian TCE (Trusted Computing Environment)

- ▶ weitere sicherheitskritische Systemkomponenten (extended oder phone-manufacturer approved Capabilities erforderlich)

## 4 Entscheidungen des Benutzers

---

### ▲ User-Grantable Permissioning

- ◆ Gerätehersteller kann einzelne Capabilities "user-grantable" markieren
- ◆ Recht kann bei der Installation oder Ausführung durch Benutzer erteilt werden
  - ▶ Blanket permission
    - Benutzer wird bei Installation einer Anwendung gefragt, ob das Recht grundsätzlich erteilt werden soll
  - ▶ Single shot permission
    - Benutzer wird bei jeder Anwendungsausführung gefragt

## 5 Identifikation von Programmen

---

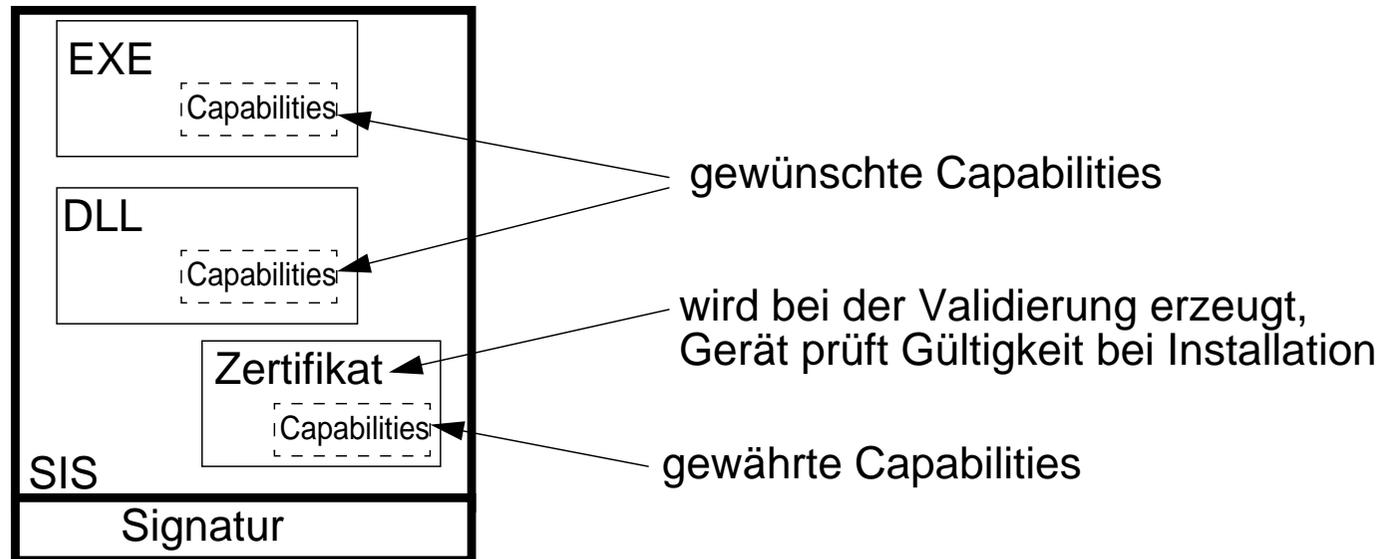
- Capabilities spezifizieren Rechte für den Inhaber
  - Schnittstelle kann den Inhaber nicht mehr identifizieren
- Problem: wie kann man z. B. den Zugriff auf bestimmte Daten auf Software eines bestimmten Herstellers beschränken?
- ↳ UID-Konzept für Programme – zusätzlich zu den Capabilities
  - ◆ SID (Secure Identifier)
    - eindeutige Id für ein Programm
    - erlaubt zusätzlichen Schutz von Systemschnittstellen (z. B. Dateisystem)
    - SID-Bereiche werden an Software-Entwickler vergeben und können beim Signieren überprüft und mit signiert werden (protected UID)
  - ◆ VID (Vendor Identifier)
    - erlaubt Identifikation des Softwareherstellers
  - ◆ SID und VID werden auch im Rahmen von IPC übermittelt

## 6 Einfluss von Capabilities auf Systemschnittstellen

- eingeschränkter Zugriff auf Systemschnittstellen des TCE
  - Anwendungen müssen bei der Erzeugung mit den notwendigen Capabilities versehen werden
  - Software-Installer prüft, ob bei signierten Anwendungen die angeforderten Capabilities mit den im Datei-Header festgelegten Capabilities übereinstimmen
    - Zertifikat-Kette wird bis Wurzel zurückverfolgt  
Zertifikate können zurückgezogen werden
  
- Dienstprogramme prüfen Capabilities wenn ihre Schnittstellen aufgerufen werden
  
- Capabilities sind Programmen zugeordnet
  - Prozess erhält sie beim Laden des Programms (.EXE-Datei)
  - Bibliotheken (.DLL-Dateien) können nur in einen Prozess eingebunden werden, wenn sie für alle Capabilities des Prozesses autorisiert sind
  - Capabilities werden generell dem Quellcode zugeordnet und können nach dem Compilieren nicht mehr verändert werden

## 7 Zertifizierung

### ■ Aufbau installierbarer Dateien (.SIS-Dateien)



### ■ Zertifikate

- Publisher-Zertifikat: identifiziert den Software-Entwickler
- Hash zur Verhinderung von Manipulationen
- Unabhängige Prüfung → Content-Zertifikat (*chain of trust* zum Symbian Root-Zertifikat auf dem Gerät)

## F.9 Linux/Posix-Capabilities

---

- Rechte in UNIX-Systemen sehr grob-granular
- zu häufig Root-Rechte erforderlich
- Linux-Capabilities erhöhen die Flexibilität
  - zusätzliche Rechte für nicht-Root-Prozesse  
(z. B. Binden von Port-Nummern < 1024 oder Zugriff auf raw-Sockets)
  - eingeschränkte Rechte  
(z. B. Nutzung von Systemaufrufen wie setuid, kill, chown, ... verbieten)