

Smart Cards

Christian Koch
ckoch@et.htwk-leipzig.de



31. Mai 2000



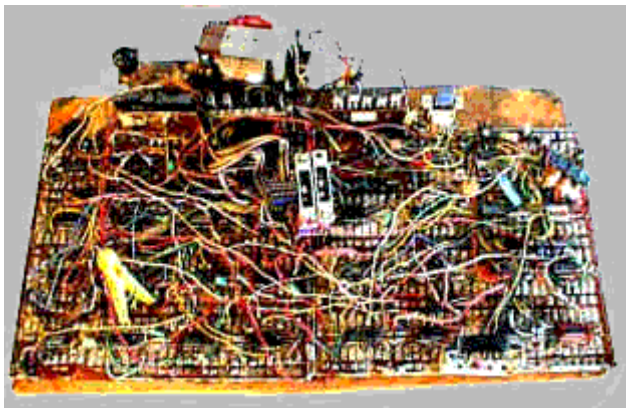
Überblick

1. Historie
2. Einsatzgebiete
3. Aufbau
4. Protokolle
5. Angriffe
6. Vorteile – Nachteile
7. Literatur

Historie

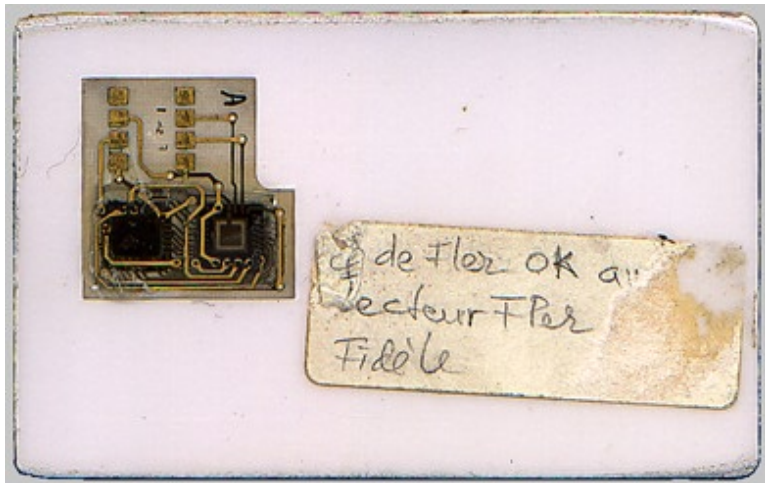
1973 Roland Moreno, französischer Wissenschaftsjournalist und Autodidakt, gründet die Firma Innovatron

Januar 1974 Moreno erhält Patent für ein „System zur Speicherung von Daten in einem unabhängigen, tragbaren Gegenstand“

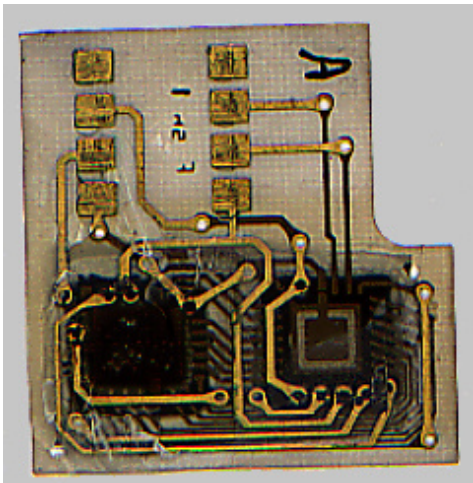


März 1974 Moreno führt französischen Bankiers Prototyp vor

- 1978** erster Feldversuch mit Chipkarten bei französischen Banken
- 1985** Standardisierung der physikalischen Eigenschaften von Identifikationskarten (ISO 7810), erste Prozessorchipkarte von Thomson/Bull
- 1986** AT&T setzt kontaktlose Chipkarte für Kartentelefone ein
- 1987** Standardisierung von Identifikationskarten mit integrierter Schaltung (ISO 7816)
- 1991** erste Massenanwendung von Prozessorchipkarten im D-Netz der Deutschen Bundespost
- 1993** Einführung der Krankenversichertenkarte in Deutschland



Testkarte der Firma Philips aus dem Jahr 1980



Detail der obigen Karte, Kontaktflächen oben, Mikroprozessor und Speicherschaltkreis im unteren Teil



eine der ersten einsetzbaren Speicherkarte im sog. ID-1-Format



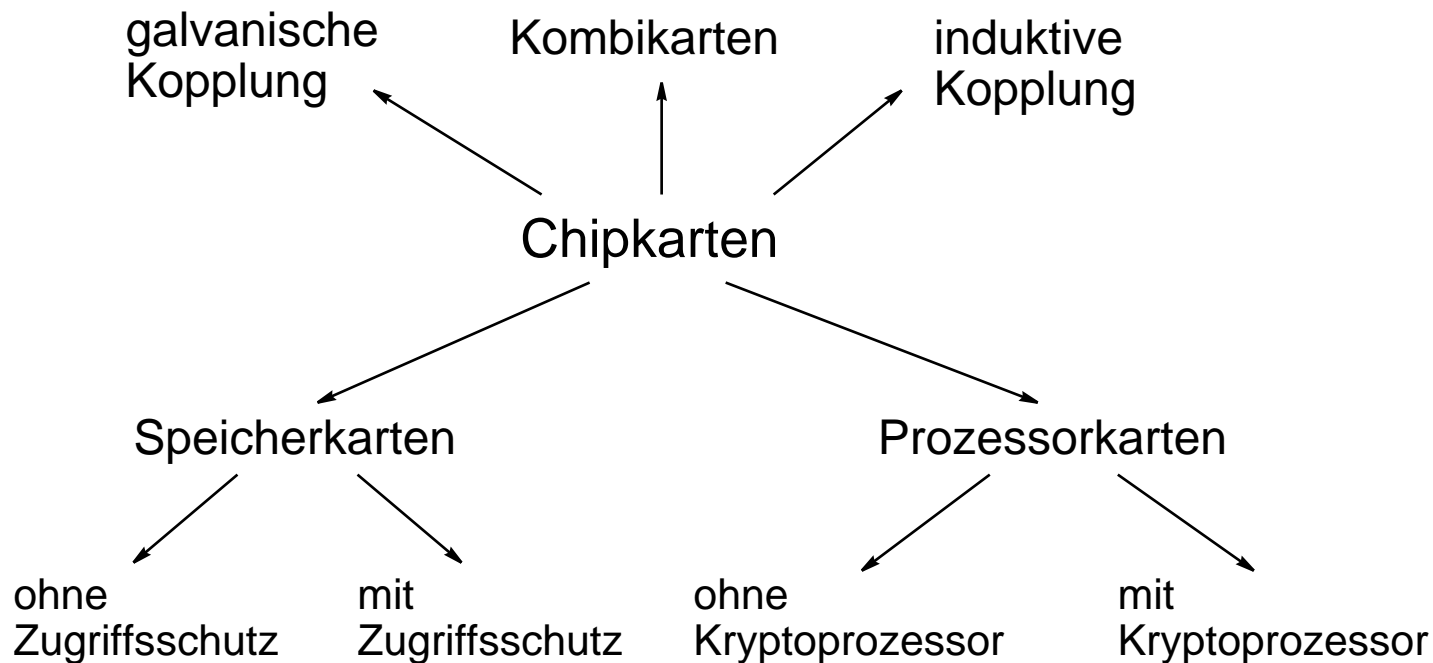
Smart Card zur Identifizierung Herzschrittmacher tragender Personen

Einsatzgebiete

- Guthaben-Karten, z. B. Telefonkarte, GeldKarte, Ticket
- Authentifizierung, z. B. Internet-Banking, Mobiltelefonie, Zugangskontrolle, Stechkarte
- Informationsspeicher, z. B. Krankenversichertenkarte, Aufbewahrung kryptographischer Schlüssel (Signaturgesetz)
- Chiffrierung symmetrischer Schlüssel mit asymmetrischem Verfahren

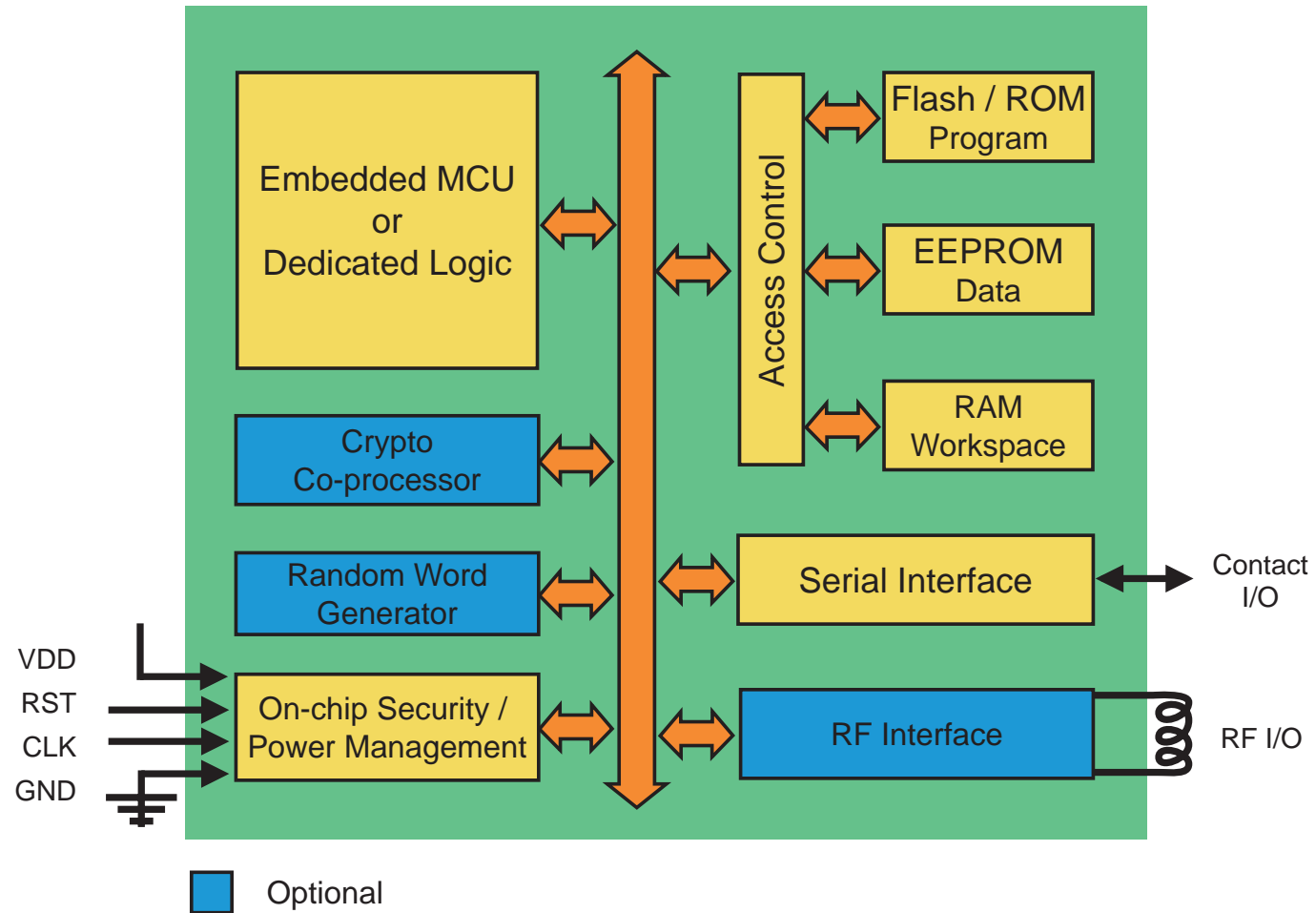
Klassifikation

Die folgende Abbildung stellt eine mögliche Einteilung von Chipkarten dar.



Zu den Speicherkarten gehören die Telefonkarte und die Krankenversichertenkarte. Die GeldKarte ist eine Prozessorkarte.

Schematischer Aufbau



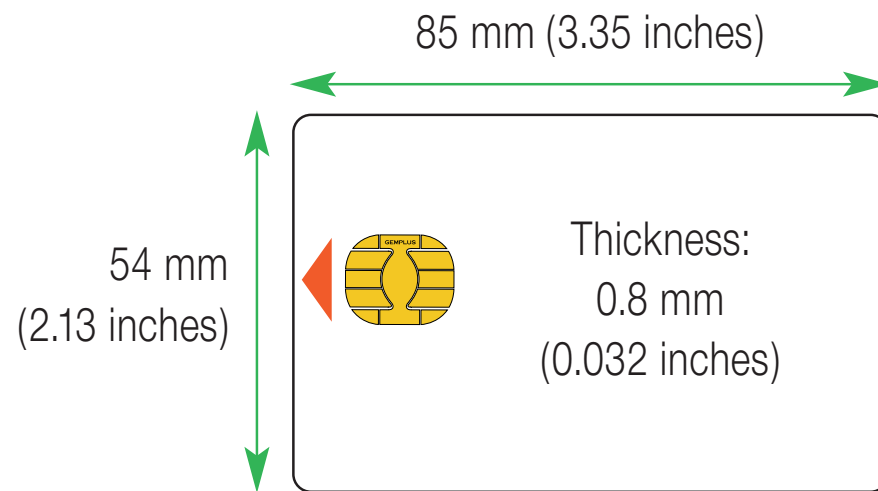
Typische Eigenschaften einer Prozessorkarte sind

- 8 bit-CPU
- 16 kBytes ROM, 4 kBytes EEPROM, 256 bytes RAM
- Größenverhältnis der Speicherzellen:
$$\text{RAM} = 4 \times \text{EEPROM} = 16 \times \text{ROM}$$
- Takt: 4 MHz
- Preis: 10 bis 50 DM, bei Karten mit Kryptoprozessor bis 100 DM

ISO 7816-1

ISO 7816-1 beschreibt physikalische Eigenschaften von Chipkarten

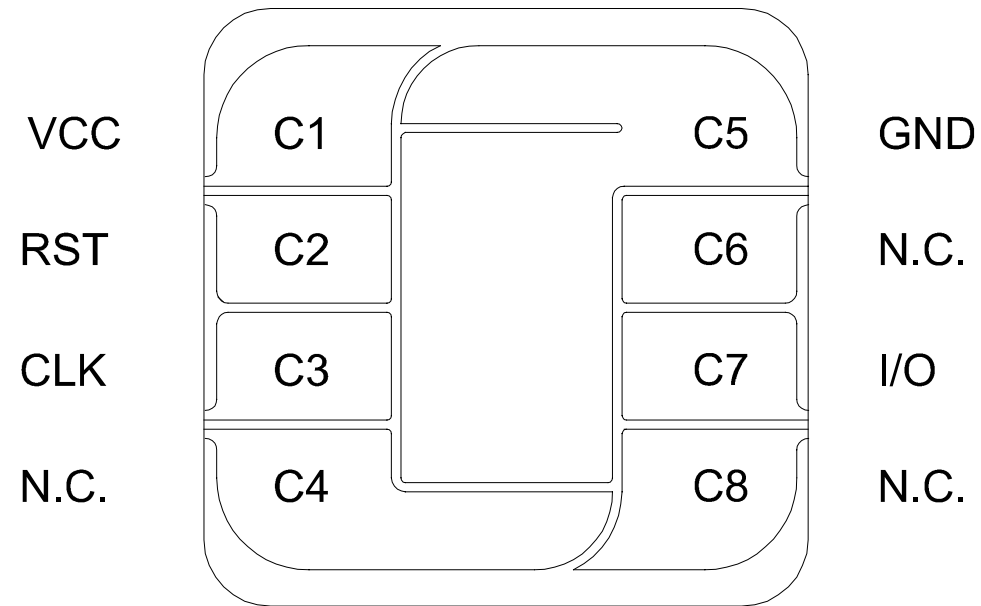
- Abmessungen und Lage evtl. vorhandener Prägezeichen und Magnetstreifen
- Material: Temperaturbeständigkeit, Biegefestigkeit (Chipfläche $< 30 \text{ mm}^2$)



Smart Card Standard Dimensions

ISO 7816-2

ISO 7816-2 beschreibt Lage der elektrischen Kontakte



ISO 7816-3

ISO 7816-3 beschreibt elektrische Signale an den Kontakten

VCC Betriebsspannungszufuhr, typ. 5 V, 10 mA, optionale Nutzung durch die Karte

RST Rücksetzeingang

CLK Takteingang, optionale Nutzung durch die Karte

I/O serieller Datenein- oder -ausgang (halbduplex, 9600 bps)

GND Bezugspotential Masse

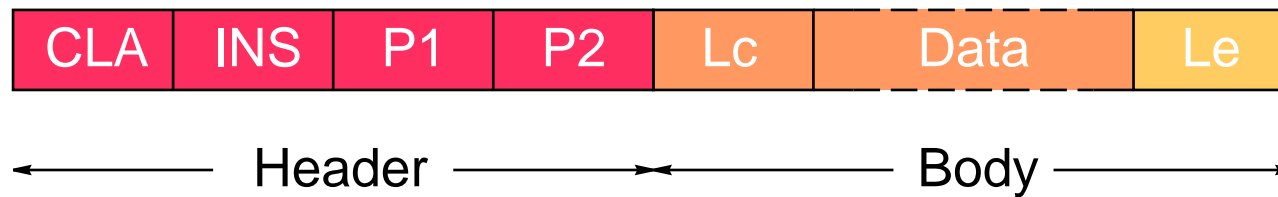
Der Kontakt C6 diente bei älteren Karten der Zuführung der Programmierspannung VPP. Bei aktuellen Karten wird diese Spannung aus der Betriebsspannung mit Hilfe einer Ladungspumpe erzeugt.

ISO 7816-3 definiert außerdem die Übertragungsprotokolle der Bitübertragungs- und Sicherungsschicht.

1. Karte wird durch das Terminal getaktet
2. Karte meldet sich über I/O-Kontakt mit einer „answer to reset“ (ATR)
3. Terminal wertet die Antwort aus
 - synchrone oder asynchrone Übertragung
 - zeichen- oder blockorientiertes Protokoll
 - Taktzeiten des Protokolls
 - Programmierspannung und -strom (nur noch selten genutzt)
4. Daten sind je nach Protokoll durch Paritätsbit bzw. CRC gesichert

ISO 7816-4

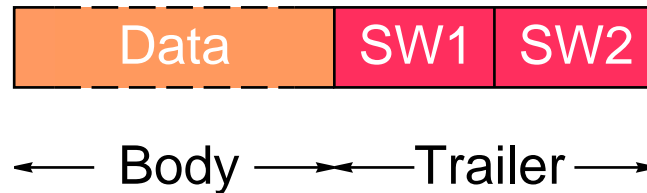
Aufbau einer Command Application Protocol Data Unit (C-APDU)



Header: zwingend; CLA – class byte; INS – instruction; P1, P2 – Parameter des Befehls

Body: Format bestimmt durch INS; Lc – Länge der Daten; Data – Daten variabler Länge; Le – erwartete Länge der Daten in Antwort

Aufbau einer Response Application Protocol Data Unit (R-APDU)



Body: optional, je nach INS; Data – Daten variabler Länge

Trailer: zwingend; SW1, SW2 – Statusinformation

Bei fehlerfreier Abarbeitung des Befehls wird als Status 0x9000 zurückgegeben, anderenfalls ein standardisierter Fehlercode.

- Daten in Dateisystem hierarchisch geordnet

MF master file, Wurzel des Dateisystems, FID: 0x3F00

DF dedicated file, Verzeichnis

EF elementary file, Anwendungsdaten

- Dateibezeichner: 16 bit file identifier (FID), max. 16 bytes Dateiname, Anwendungsbezeichner (AID)
- AID setzt sich aus 5 bytes registered application provider ID (RID) und max. 11 bytes proprietary application identifier extension (PIX) zusammen

Eine evtl. nötige Authentifizierung für den Zugriff auf eine Datei erfolgt mittels einer PIN.

ISO 7816-7 sieht eine Verschlüsselung der Daten zwischen Karte und Terminal vor.

1. Select File

```
CLA  INS  P1  P2  Lc  Path
00   A4   00  00  04  3F  00  A0  04
```

```
File Header                                     SW1  SW2
63  0C  00  20  A0  04  00  00  03  3F  FF  C3  01  00  90  00
```

2. Read Binary

```
CLA  INS  P1  P2  Le
00   B0   00  00  09
```

```
Data                                     SW1  SW2
53  63  68  75  6C  7A  65  00  00  90  00
S   c   h   u   l   z   e
```

Interoperabilität auf Anwendungsebene

Es existieren verschiedene Standardisierungsbemühungen, um mit den Karten auf Anwendungsebene zu kommunizieren. Dazu dienen APIs auf PC-Seite und Betriebssysteme auf der Kartenseite.

APIs: CT-API, PC/SC, OpenCard Framework, Cryptoki

Betriebssysteme: MULTOS, Card OS, JavaCard, MultiFunction Card, Starcos

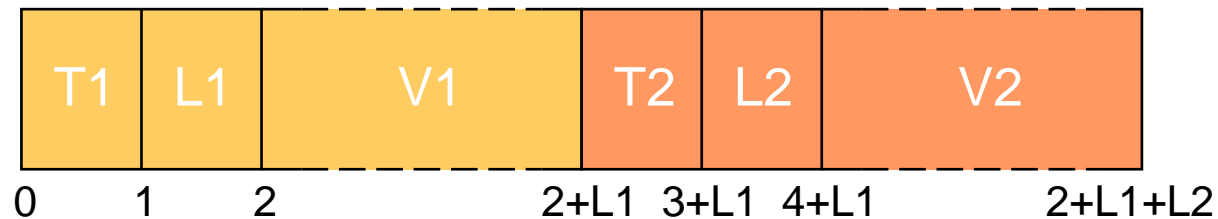
Die CT-API kann ISO-Befehle für Prozessorkarten auch in die Protokolle für Speicherkarten umsetzen. Ein Challenge-Response-Protokoll kann die Authentizität des Terminals und der Karte gewährleisten.

Krankenversichertenkarte

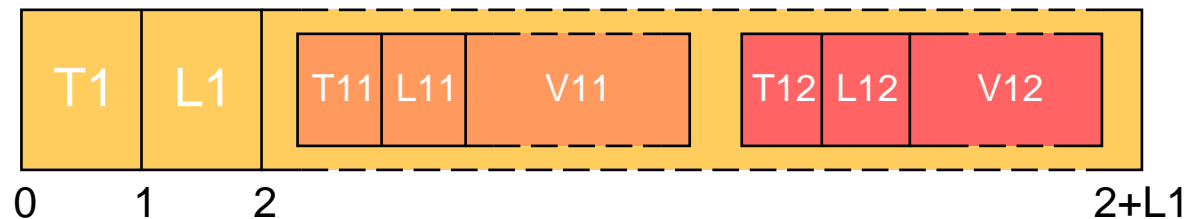
- Karte sollte billig sein → nur einfache Speicherkarte ohne Sicherheitslogik
- Speicherchip ST14C02 (2 kBit) der Firma SGS-Thomson
- Ansteuerung gemäß I²C-Protokoll der Firma Philips
- Karte läßt sich über wahlfreien Zugriff beliebig lesen und beschreiben
- Datenstruktur gemäß Basic Encoding Rules (BER) für Abstract Syntax Notation One (ASN.1), ISO 8825

Basic Encoding Rules

- dient der Kodierung von Daten mittels des Tag-Length-Value-Formats (TLV)
- T kennzeichnet Daten, L gibt Länge der Daten V an
- sechstes Bit von T1 = 0 → einfache Daten



- sechstes Bit von T1 = 1 → Datenstruktur



Telefonkarte

- da Shutter an Kartentelefonen überlistet werden können, setzt Telekom den SLE4433 mit Authentifizierung ein
- proprietäres Übertragungsprotokoll
- zwei Authentifizierungsschlüssel der Länge 48 Bit
- Karte enthält fünfstelligen Oktalzähler, der nur abwärts zählt
- in höchster Stelle sechs Bits reserviert:

$$2 \cdot 8^4 + 8 \cdot 8^3 + 8 \cdot 8^2 + 8 \cdot 8^1 + 8 \cdot 8 = 12\,872 \text{ Zählereinheiten}$$

- 20 Pfennige pro Gebühreneinheit entsprechen 20 Zählereinheiten

Global System for Mobile communications

- kurz: GSM, CEN prETS 300608
- Subscriber Identity Module (SIM) ist als Prozessorkarte ausgeführt
- enthält u. a. 128 bit-Schlüssel K_i , der zusammen mit Algorithmus A3 der Authentifizierung gegenüber Basisstation und mit Algorithmus A8 der Berechnung des Schlüssels K_c dient
- 64 bit-Schlüssel K_c dient symmetrischer Chiffrierung
- Dateizugriffskontrolle über PINs: K_i , Telefonbuch, Benutzerdaten
- Einsatz der SIM auch im Festnetz denkbar: Anwender jederzeit über eine einzige Telefonnummer erreichbar

GeldKarte

- offener Standard vom Zentralen Kreditausschuß (ZKA)
- basiert auf der IBM Multifunction Card und einem speziellen Betriebssystem
- Geldbörse und elektronischer Scheck in einer Karte
- Geldbörse kann an Terminal geladen werden, keine PIN bei Benutzung der Geldbörse erforderlich
- Online-Transaktion anonym, Offline-Transaktion als gedeckter, elektronischer Scheck
- Händler muß 0.3% des Transaktionsbetrages, aber mind. 0.02 DM an Bank abführen

Homebanking Computer Interface

- HBCI will zunehmender Kommerzialisierung des Internet Rechnung tragen und PIN/TAN-Verfahren auf Basis von BTX durch intelligentere Verfahren ablösen
- Authentifizierung und Verschlüsselung der Übertragung, TANs durch Sequenz-zähler auf Chipkarte abgelöst
- bis jetzt: nur symmetrische kryptographische Verfahren auf Chipkarte, RSA als Computersoftware; Ziel: RSA in Hardware, so daß Schlüssel die Karte nie verlassen und HBCI multibankfähig wird
- Aufbewahrung der Schlüssel in GeldKarte möglich

Angriffe auf Terminal

- Anzapfen der Verbindung zwischen Chipkarte und Terminal → Verschlüsselung
- Manipulation des Datenstromes → Signatur
- Man-in-the-middle-Angriff → Authentifizierung
- Replay-Attacke → Zeitstempel, TAN

Angriffe auf Karte

- Fälschen (Kopieren) einer Chipkarte → Karte sollte nur nach Eingabe einer besonderen PIN beschrieben werden können
- Öffnen des Chips und Anbringen von Mikronadeln um Daten auszulesen → Sandwich-Struktur der Leiterbahnen
- geschickte Manipulation der Betriebsspannung → brown-out-Schutz in der Karte
- Terminal zeigt Betrag x an, bucht aber Betrag y ab → Superchipkarten mit eingebautem Display und Tastatur
- Terminal protokolliert PIN-Eingaben und speichert diese zusammen mit dem Namen des Karteninhabers ab, dann Mißbrauch der Karte möglich

Vorteile

- handlich, hohe Informationsdichte
- lange Lebensdauer, keine Verbrauchsmaterialien
- kann viele Sicherheitsprobleme lösen
- standardisiert
- multifunktionale Nutzung möglich
- hohe Datensicherheit
- schnelle Identifikation durch PIN

Nachteile

- Datenschutz, evtl. Speicherung unnötiger Daten
- Kartenterminal notwendig, kein direktes Lesen der Daten durch menschliche Sinne
- Abhängigkeit von der Karte, Reduzierung der Persönlichkeit auf Dateninhalt der Karte
- Anwender muß dem Betriebssystem der Karte und der Ausstellautorität vertrauen
- derzeit für jede Anwendung dedizierte Karte
- Realitätsverlust, Abstraktion von Transaktionen

Ausblick

Kontaktlose Karten werden die galvanisch gekoppelten Karten verdrängen.

Die PIN wird durch biometrische Verfahren ersetzt werden.

Jede Person wird im Idealfall nur noch eine Karte besitzen, in die nach Bedarf neue Anwendungen hineingeladen werden. Auch eine Speicherung von Benutzerprofilen ist denkbar.

Das asymmetrische Schlüsselpaar sollte von jedem Anwender selber generiert und in die Karte geladen werden.

Was geschieht, wenn die Karte während eines Transaktionsvorgangs die Verbindung zum Terminal verliert?

Literatur

- Beutelspacher: Chipkarten als Sicherheitswerkzeug. 1991, Springer-Verlag, Berlin.
- Mrkor: Kartenspiele. c't 08/2000, Heise-Verlag, Hannover.
- Schütt: Chipkarten. 1996, Oldenbourg-Verlag, München.
- Bo Lavare's Smartcard Security Page
- GMD Darmstadt - Smart Cards
- GSHO
- Identification cards and related devices

- LogoSec
- Smart Card Industry Association
- TOWITOKO

Rinaldo Di Giorgio: „As with any new technology, there are so many standards for smart cards that you find yourself discouraged and overwhelmed.“

Ich bedanke mich für die Aufmerksamkeit.