Multimediadatensicherheit am Beispiel DVB

Medientechnologie IL

Andreas Unterweger

Vertiefung Medieninformatik
Studiengang ITS
FH Salzburg

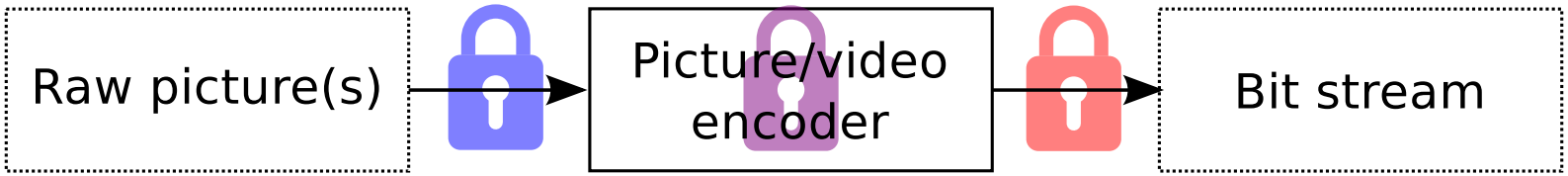
Sommersemester 2015

Übersicht Multimediadatensicherheit

- Ziele
  - Schutz von Multimediadaten (z.B. Kopierschutz)
  - Rückverfolgbarkeit (z.B. Traitor Tracing)
- Methoden (Auswahl)
  - **Verschlüsselung**
  - Wasserzeichen
  - Steganographie
  - Fingerprinting
- Schwerpunkt Kopierschutz
  - Unberechtigte Kopien verhindern (oder zumindest erschweren)
  - Datenkopien im Regelfall unbrauchbar (nicht abspielbar)
  - Beispiel: Content Scramble System (CSS) für DVDs

Verschlüsselung: Taxonomie I

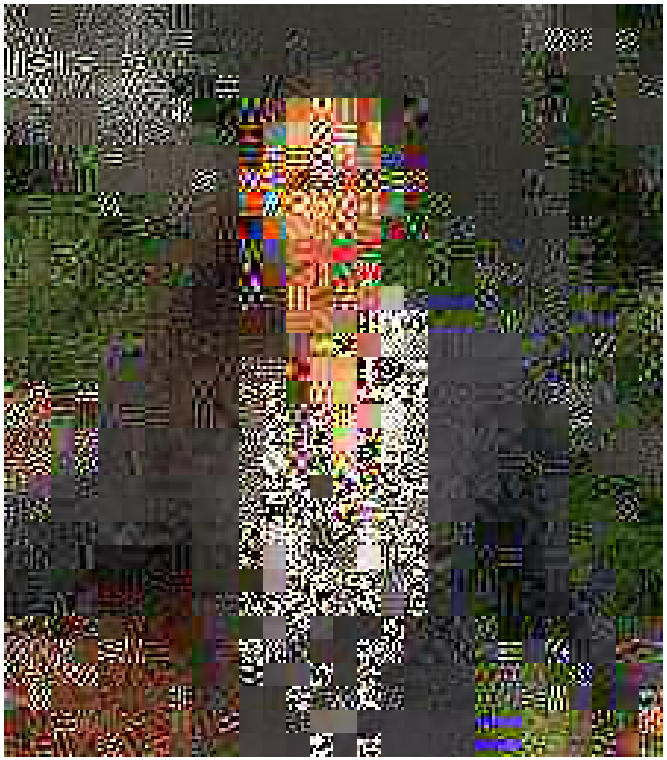
- Domäne
  - Vor der Kompression (engl. *pre-compression*)
  - Während der Kompression (engl. *in-compression*)
  - Nach der Kompression (engl. *post-compression*)

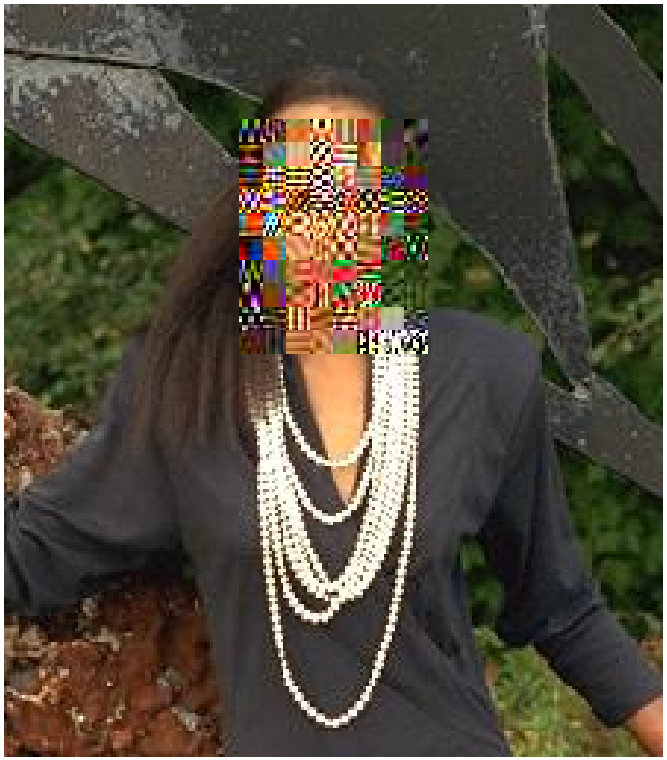


- Formatkonformität
  - Kompatibel (Dekodierung durch regulären Decoder möglich)
  - Inkompatibel (Dekodierung durch regulären Decoder nicht möglich)
- Längenerhaltung
  - Längenerhaltend (Länge bleibt nach Verschlüsselung gleich)
  - Nicht längenerhaltend (Länge ändert sich nach Verschlüsselung)

Verschlüsselung: Taxonomie II

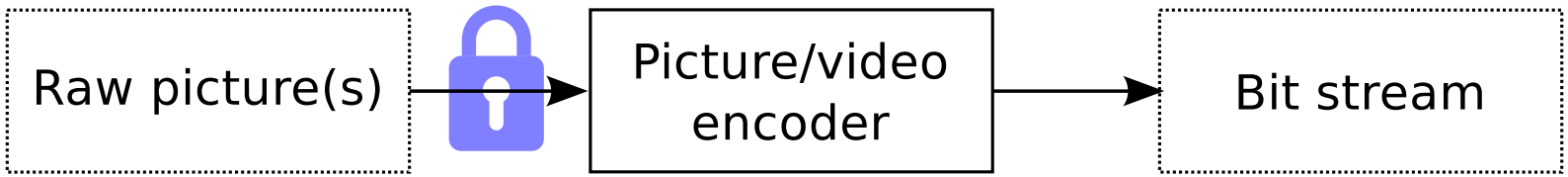
- Umfang
  - Vollständig (alles wird verschlüsselt)
  - Selektiv (teilweise Verschlüsselung)
  - Region of Interest (nur bestimmte Bildbereiche werden verschlüsselt)





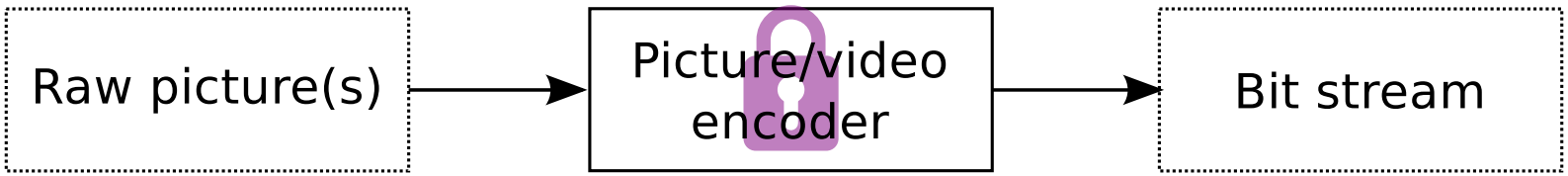
Verschlüsselung vor der Kompression

- Beispiele
  - AES-Verschlüsselung von Pixelblöcken
  - Permutation von Pixeln innerhalb einer Region
- Vorteile
  - Kompressionsunabhängig
  - Schnell (da keine Dekodierung erforderlich)
- Nachteile
  - Robustheit gegen Kompression erforderlich (alternativ Kommunikation mit Encoder, um verschlüsseltene Regionen verlustfrei zu komprimieren)
  - Reduktion der Kompressionseffizienz



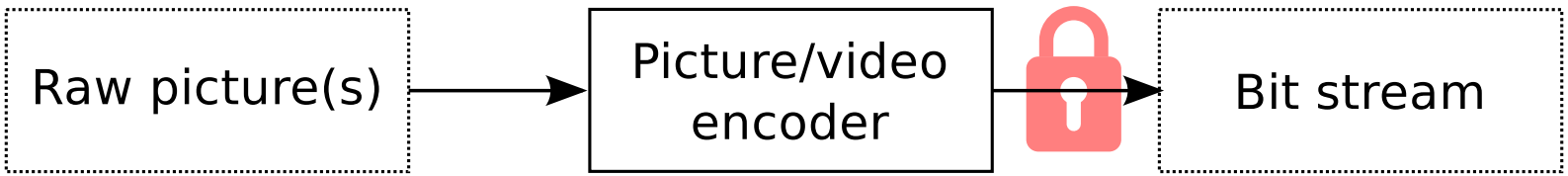
Verschlüsselung während der Kompression

- Beispiele
  - Verschlüsselung der AC-Koeffizienten-Vorzeichen
  - Verschlüsselung von MV-Komponenten-Vorzeichen
- Vorteile
  - Einfach implementierbar (volle Kontrolle über Encoder)
  - Einfluss auf Kompressionseffizienz
- Nachteile
  - Modifikation des Encoders notwendig
  - Verzögerung des Kodiervorganges



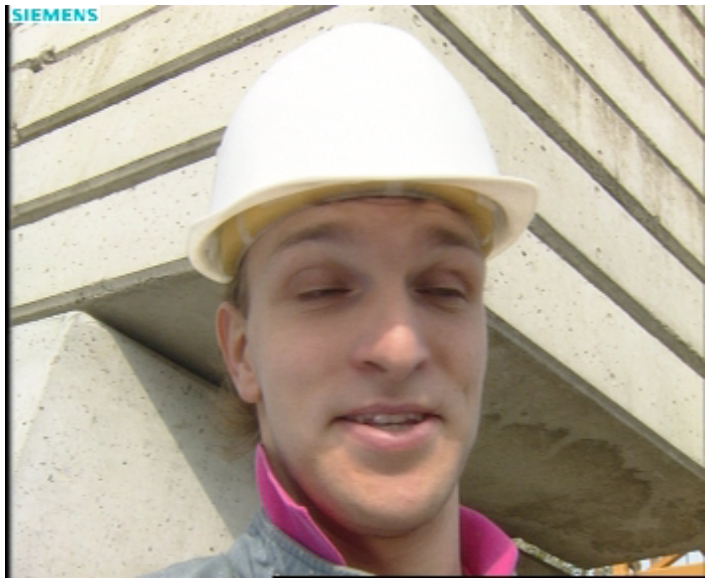
Verschlüsselung nach der Kompression

- Beispiele
  - JPEG: Änderung der Reihenfolge von Huffman-Codewörtern
  - H.264: Änderung der Reihenfolge von Codewörtern (ohne Details)
- Vorteile
  - Keine Modifikationen im Bildbereich notwendig
  - Schnelle Verarbeitung auf Bitstrombasis möglich
- Nachteile
  - Formatspezifisch
  - (Teilweise) Dekodierung eventuell notwendig



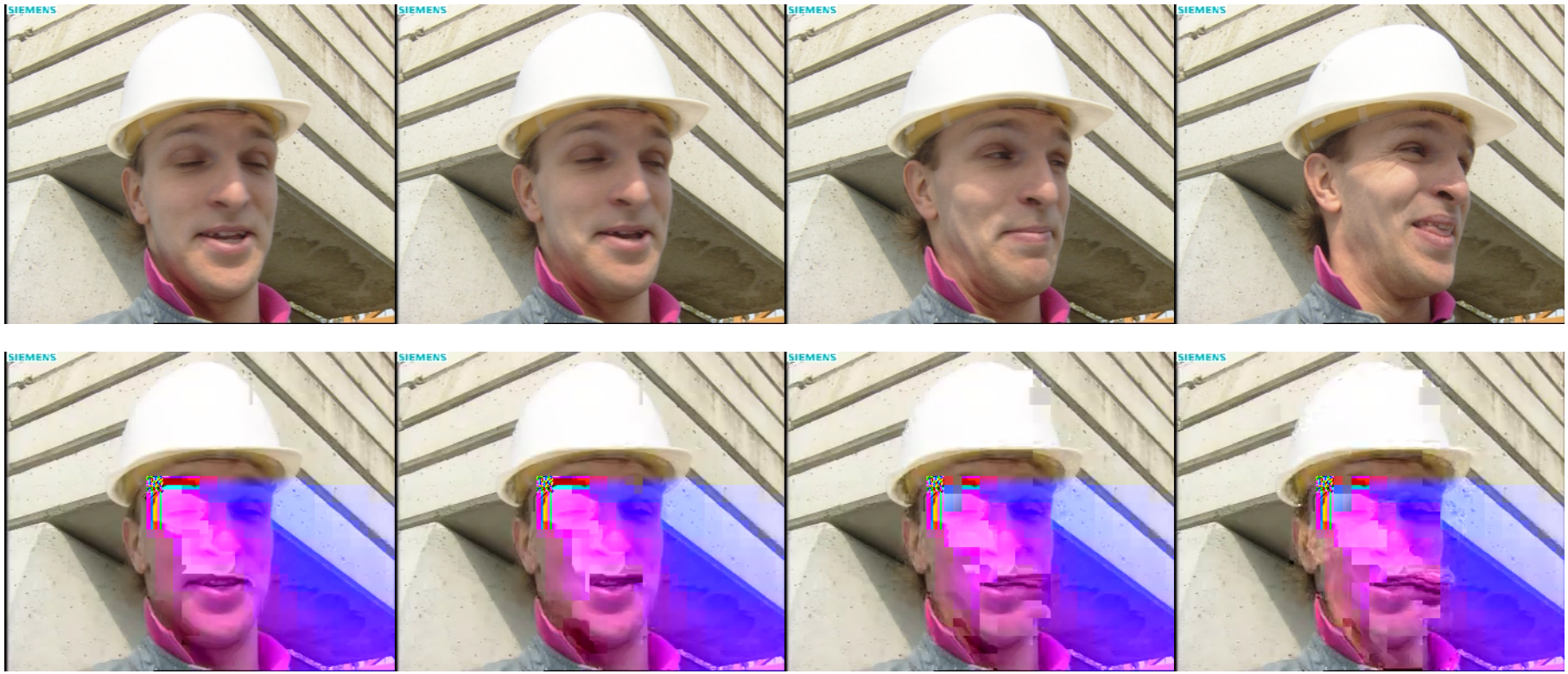
Drift I

- Bereiche, die unverschlüsselt bleiben sollen, werden verändert
- Beispiel: Ein Block in H.264-kodiertem Frame verändert



Drift II

- Örtlicher vs. zeitlicher Drift
- Beispiel von vorhin mit Folgeframes (Framenummern 2, 3, 5 und 10)



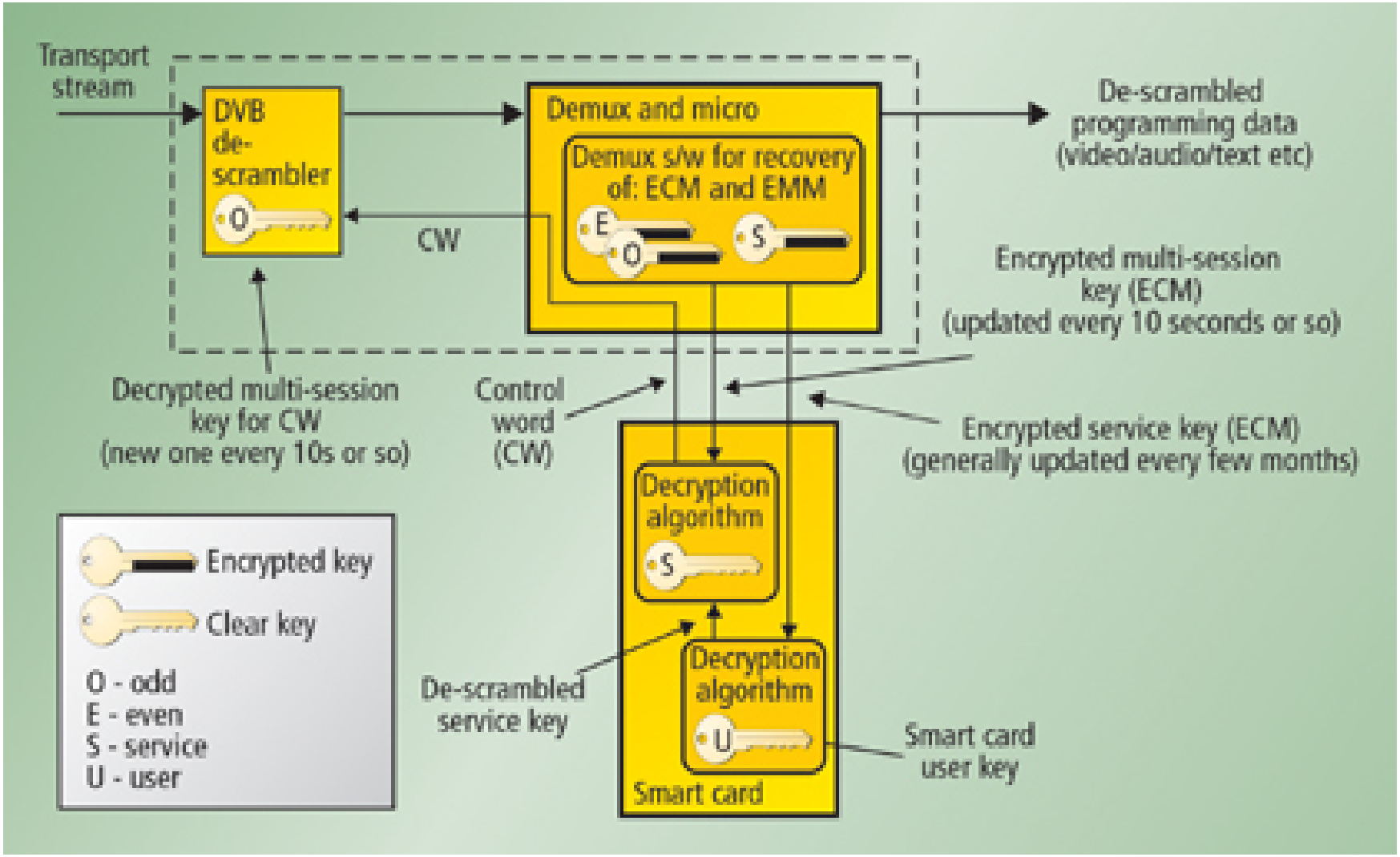
Drift III

- Ursachen
  - Datendekorrelation (durch Transformation) innerhalb eines Blockes
  - Intraprädiktion innerhalb von Einzelbildern
  - Interprädiktion über mehrere Bilder hinweg
- Domänenspezifität
  - Vor der Kompression: Kein Problem
  - Während der Kompression: Kontrollierbar
  - Nach der Kompression: Großes Problem
- Umfangsspezifität
  - Vollständig: Kein Problem
  - Selektiv: Kein Problem (sogar Vorteil)
  - Region of Interest: Großes Problem

Beispiel DVB-Verschlüsselung: Übersicht I

- Digital Video Broadcasting (DVB)
  - Verschiedene Varianten für verschiedene Übertragungswege
  - Bekannte Varianten: DVB-S(2(X)), DVB-C(2), DVB-T(2)
  - Basis: MPEG-TS (mit Spezialanforderungen)
- DVB-Verschlüsselung
  - Verschlüsselung des TS- oder PES-Paket-Payloads (wahlweise)
  - Schlüssel teilweise geheim $\rightarrow$ benötigt Smart Card oder Äquivalent
  - Verschiedene Algorithmen spezifiziert
  - Teile der Algorithmen geheim (inkl. herstellerspezifische Details)
- Verschlüsselungseigenschaften
  - Nach Kompression (Bitstrom wird verschlüsselt)
  - Nicht formatkonform (Multimediadaten verschlüsselt nicht dekodierbar)
  - Längenerhaltend (vereinfacht)

Beispiel DVB-Verschlüsselung: Übersicht II



Quelle: Massel, M.: Conditional access. `http://broadcastengineering.com/mag/conditional-access` (abgerufen am 4.3.2014), 2014.

Beispiel DVB-Verschlüsselung: Details I

- Entschlüsselung
  - Eigene Descrambler-Komponente entschlüsselt Daten
  - Control Words (CW) steuern Entschlüsselung
  - DVB-Standards definieren Entschlüsselung via CW
  - Abwechselnde Schlüssel (gerade/ungerade (even/odd))

  → Datenpakete müssen even/odd-Markierung enthalten
  - Unverschlüsselte Pakete werden nicht entschlüsselt
- Entitlement Control Messages (ECM)
  - Enthalten (verschlüsselte) programmspezifische Schlüssel
  - Werden von Smart Card verarbeitet → liefert CW

  → Ermittlung von CW aus ECM-Inhalt geheim
- PMT enthält Information zu ECM-PIDs (**unverschlüsselt**)

Beispiel DVB-Verschlüsselung: Details II

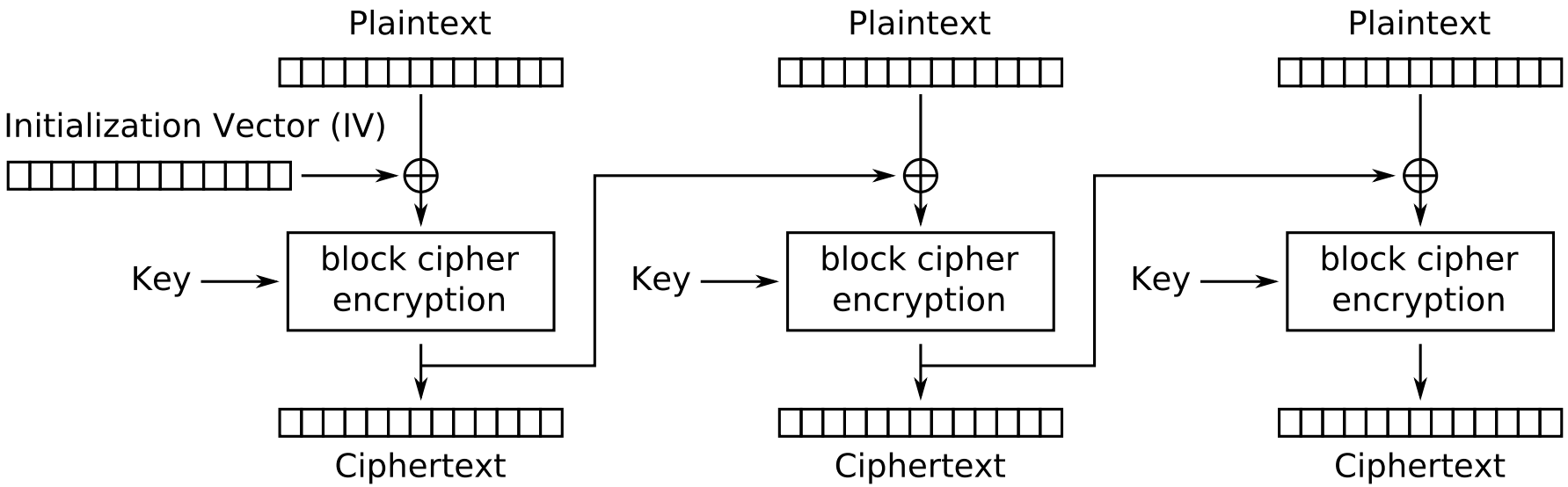
- Entitlement Management Messages (EMM)
  - Definieren Zugriffsrechte für Benutzer(-gruppe)
  - Enthalten Service-Schlüssel (z.B. für Conax-Service)

  → Schalten Smart Card frei → erlauben Entschlüsselung

  → Nachträglicher Rechteentzug möglich
- Conditional Access Table (CAT)
  - Enthält EMM-PIDs für Krypto-Services (z.B. für Conax)
  - Fixe PID 1
  - **Unverschlüsselt**
- Verschlüsselungsalgorithmus
  - CW sind je 64 Bit lang
  - Bekannter Teil ist zumeist AES mit 128 Bit Schlüssellänge
  - AES wird im Cipher-Block-Chaining(CBC)-Modus verwendet

Beispiel DVB-Verschlüsselung: Details III

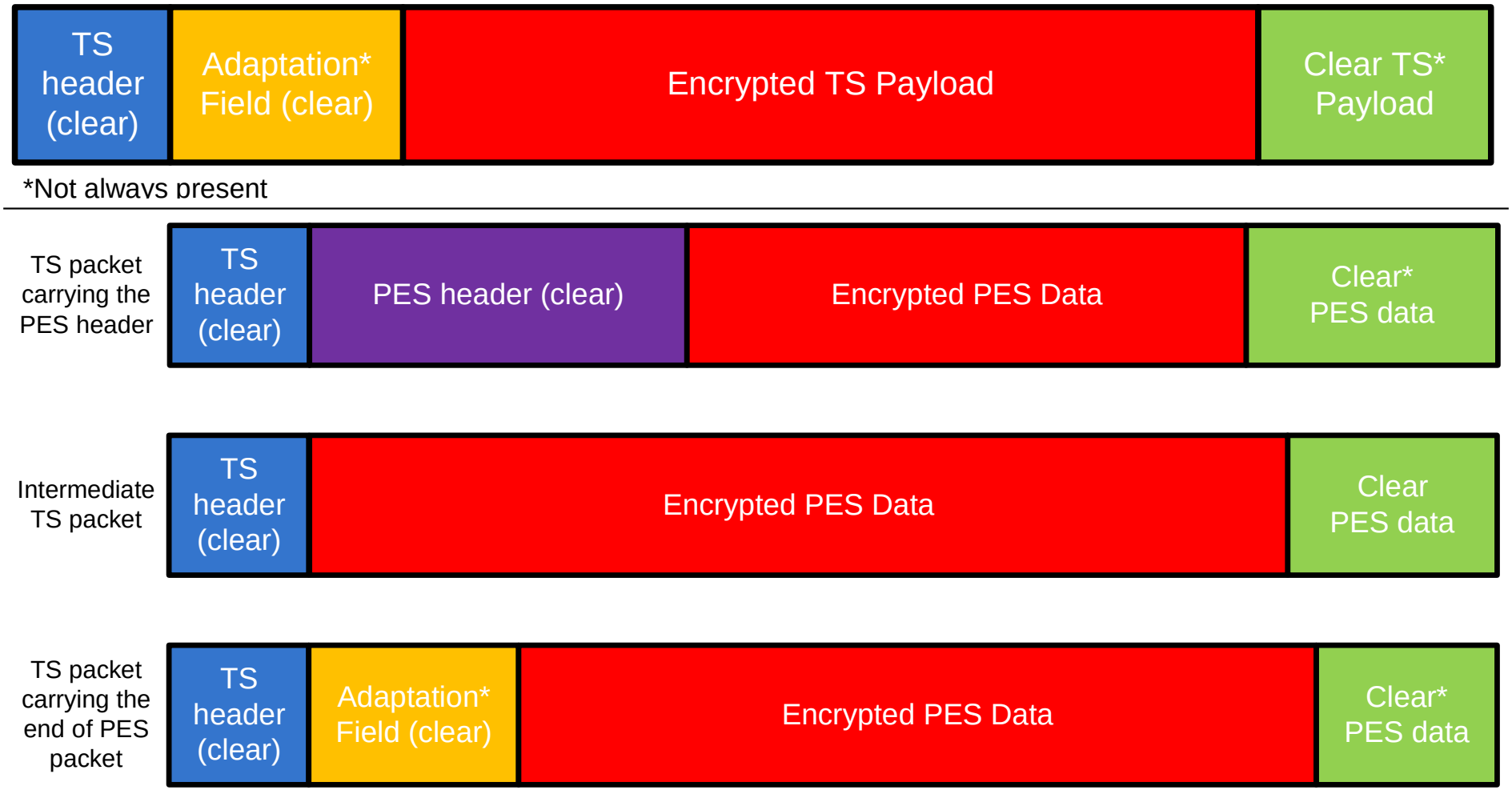
- CBC-Modus
  - Gleicher Klartext führt zu unterschiedlichem Schlüsseltext
  - Schlüsseltext von Block hängt von Vorgängern ab
  - Initialisierungsvektor (IV) für ersten Block benötigt



Cipher Block Chaining (CBC) mode encryption

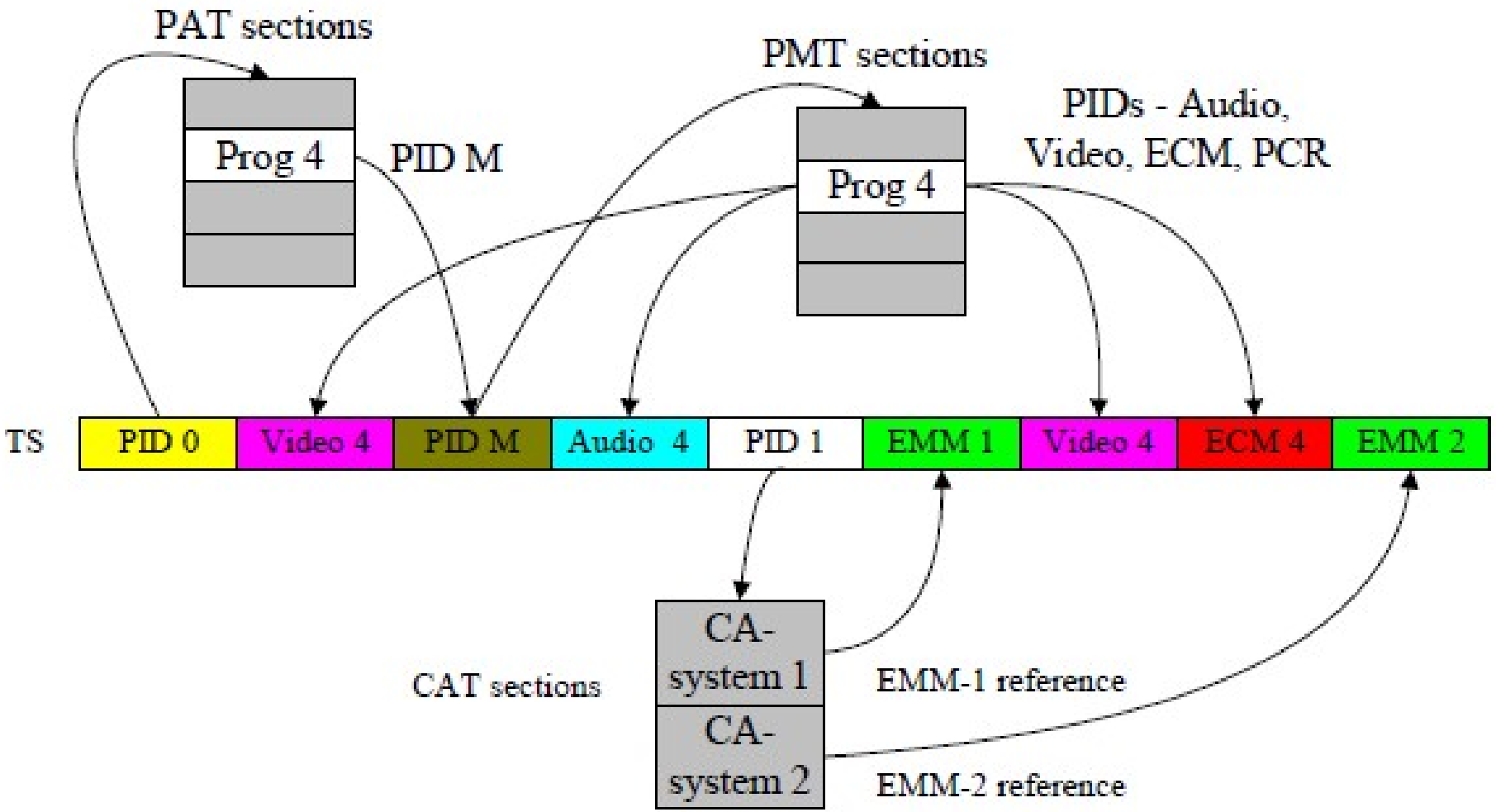
Quelle: `http://en.wikipedia.org/wiki/File:CBC_encryption.svg`

Beispiel DVB-Verschlüsselung: Details IV



Quelle: ETSI: Digital Video Broadcasting (DVB); Content Scrambling Algorithms for DVB-IPTV Services using MPEG2 Transport Streams (ETSI TS 103 127 V1.1.1), 2013. Auch verfügbar unter:`http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/103100_103199/103127/01.01.01_60/ts_103127v010101p.pdf`

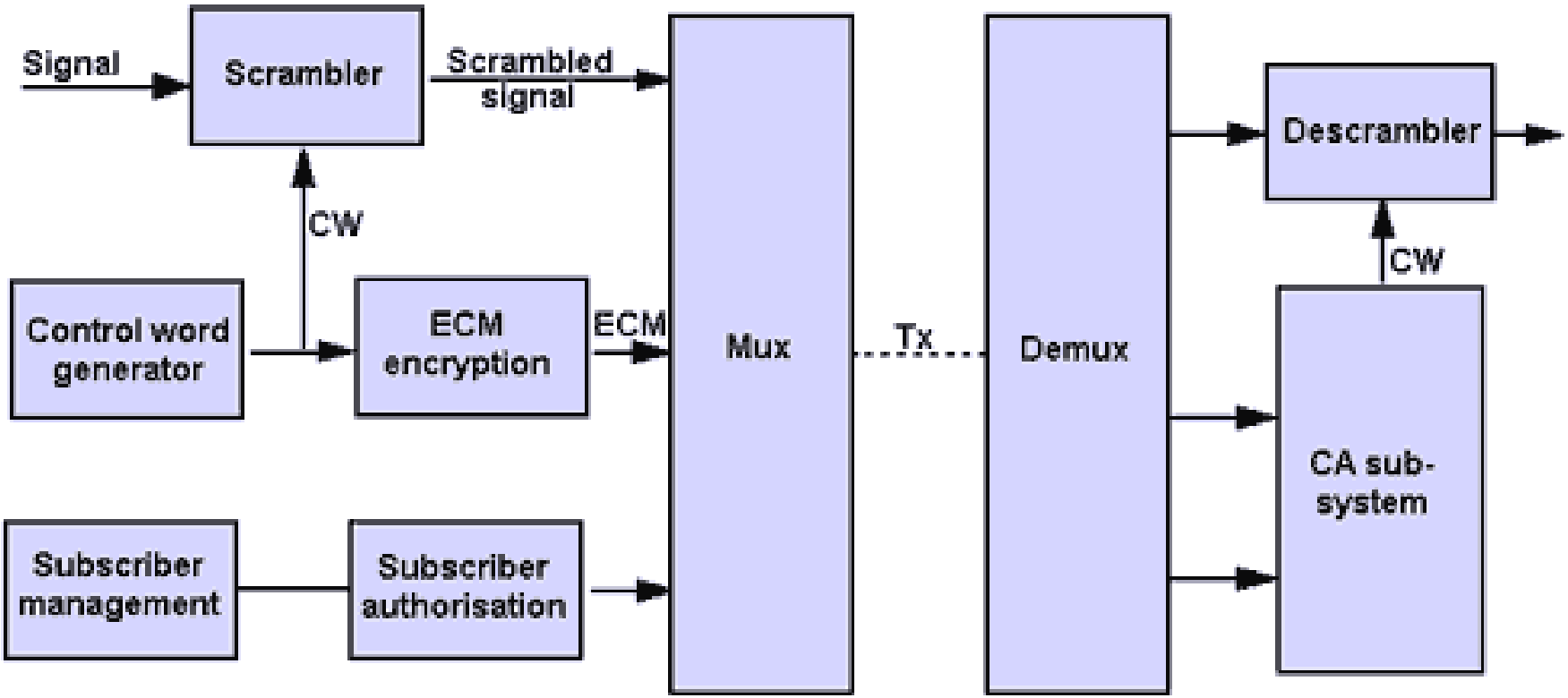
Beispiel DVB-Verschlüsselung: TS-Beispiel



Quelle: `http://kcchao.wikidot.com/program-service-information`

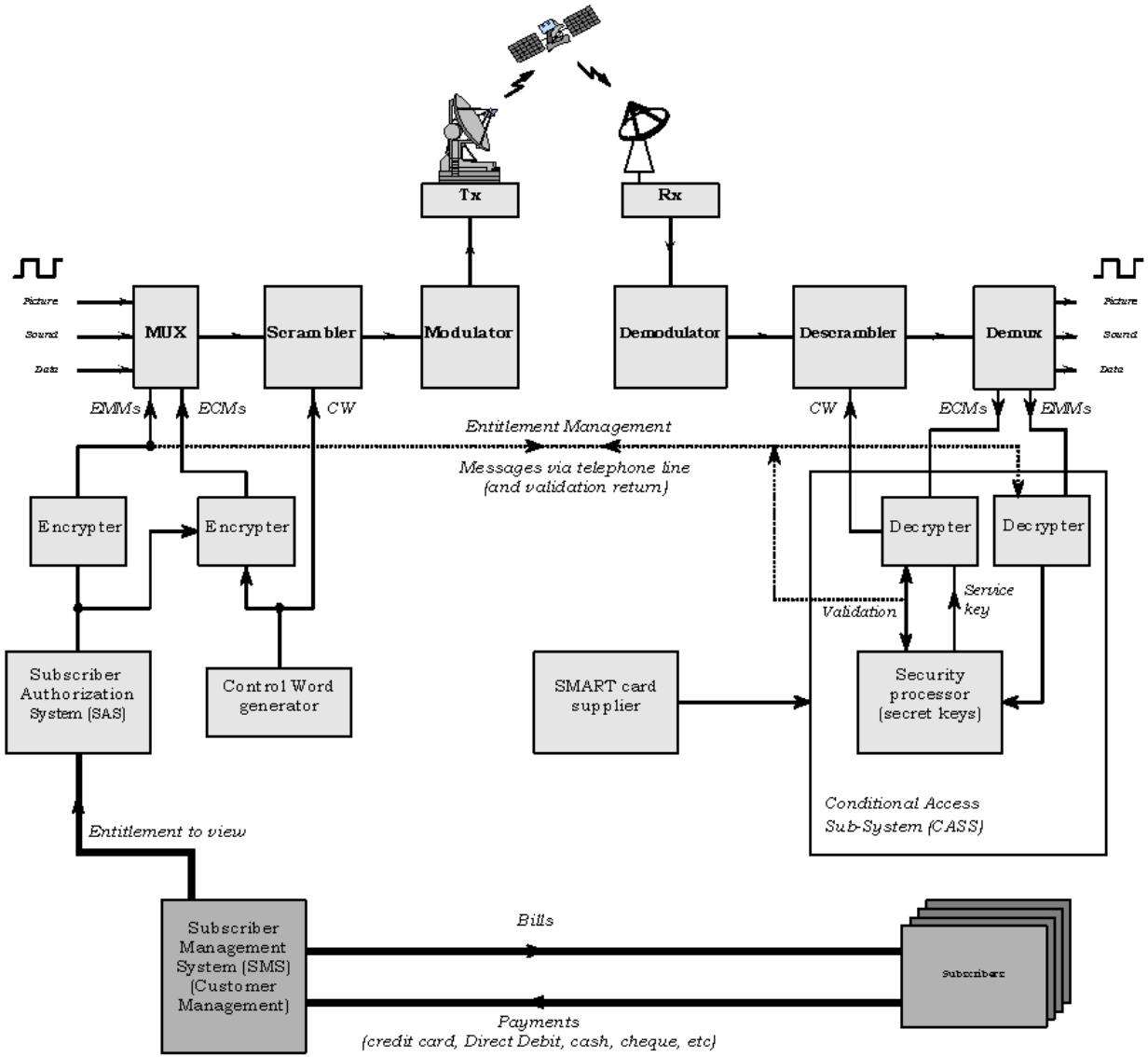
Beispiel DVB-Verschlüsselung: Gesamtüberblick I

- Gesamtsystem inkl. Verschlüsselung auf Senderseite:



Quelle: ThinkQuest: Conditional Access TV. http://library.thinkquest.org/07aug/01676/relevance_entertainment_conditionalaccesstv.html (abgerufen am 4.3.2014), 2007.

Beispiel DVB-Verschlüsselung: Gesamtüberblick II



Quelle: Duran, J. E.: Ohne Titel. `http://www.une.edu.ve/~jduran/Dvb.htm` (abgerufen am 5.3.2014), 1996.

Danke für die Aufmerksamkeit!

Fragen?