8 Digitale Unterschriften

- Authentisierung des Absenders
  - Bilden eines Hash-Wertes über die zu übermittelnde Nachricht
    - Hash-Wert ist ein Codewort fester Länge
    - es ist unmöglich oder nur mit hohem Aufwand möglich, für einen gegebenen Hash-Wert eine zugehörige Nachricht zu finden
  - Verschlüsseln des Hash-Wertes mit dem geheimen Schlüssel des Absenders (digitale Unterschrift, digitale Signatur)
  - Anhängen des verschlüsselten Hash-Wertes an die Nachricht
  - Empfänger kann den Hash-Wert mit dem öffentlichen Schlüssel des Absenders dechiffrieren und mit einem selbst berechneten Hash-Wert der Nachricht vergleichen
  - stimmen beide Werte überein muß die Nachricht vom Absender stammen, denn nur der besitzt den geheimen Schlüssel

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

8 Digitale Unterschriften (2)

- Kombination mit Verschlüsselung
  - erst signieren
  - dann mit dem öffentlichen Schlüssel des Adressaten verschlüsseln
- Reihenfolge wichtig
  - Man signiere nichts, was man nicht entschlüsseln kann
- Heute gängiges Hash-Verfahren
  - MD5
  - 128 Bit langer Hash-Wert

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

8 Digitale Unterschriften (3)

- Woher weiß ich, daß ein öffentlicher Schlüssel authentisch ist?
  - Ich bekomme den Schlüssel vom Eigentümer (persönlich, telefonisch).
    - Hash-Wert auf öffentlichen Schlüsseln, die leichter zu überprüfen sind (Finger prints)
  - Ich vertraue jemandem (Bürge), der zusichert, daß der Schlüssel authentisch ist.
    - Schlüssel werden von dem Bürgen signiert.
  - Möglichst weite Verbreitung von öffentlichen Schlüsseln ereichen (z.B. PGP: Webserver als Schlüsselserver)
- Mögliche Probleme von Public key-Verfahren
  - Geheimhaltung des geheimen Schlüssels (Time sharing-System, Backup; Schlüsselpaßwort / Pass phrase)
  - Vertrauen in die Programme (z.B. PGP)
  - Ausspähung während des Ver- und Entschlüsselungsvorgangs

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

I.7 Authentisierung im Netzwerk

- Viele Klienten, die viele Dienste in Anspruch nehmen wollen
  - Dienste *(Server)* wollen wissen welcher Benutzer *(Principal)*, den Dienst in Anspruch nehmen will (z.B. zum Accounting, Zugriffsschutz, etc.)
  - Im lokalen System reicht die (durch das Betriebssystem) geschützte Benutzerkennung (z.B. UNIX UID) als Ausweis
  - Im Netzwerk können Pakete abgefangen, verfälscht und gefälscht werden (einfache Übertragung einer Benutzerkennung nicht ausreichend sicher)
- Public key-Verfahren
  - Authentisierung durch digitale Unterschrift (mit geheimen Schlüssel des Senders) und Verschlüsseln (mit öffentlichem Schlüssel des Empfängers)
  - Nachteile
    - jeder Dienst benötigt sicheren Zugang zu allen öffentlichen Schlüsseln
    - Verschlüsseln und Signieren mit RSA ist sehr teuer

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

I.7 Authentisierung im Netzwerk (2)

★ Einsatz von Authentisierungsdiensten
- ◆ zentraler Server, der alle Benutzer kennt
- ◆ Authentisierungsdienst garantiert einem Netzwerkdienst, daß ein Benutzer auch der ist, der er vorgibt zu sein

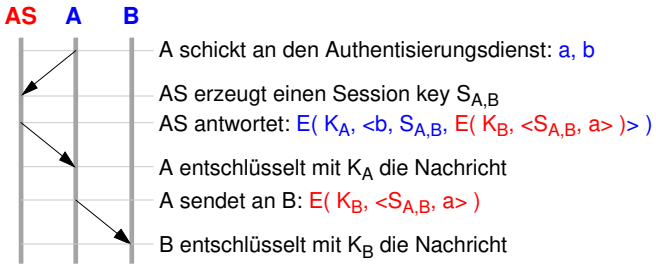
■ Benutzerausweis
- ◆ der Authentisierungsdienst erkennt den Benutzer anhand eines geheimen Schlüssels oder Paßworts
- ◆ der Schlüssel ist nur dem Authentisierungsdienst und dem Benutzer bekannt

■ Vorgang
- ◆ Benutzer *(Principal)* will mit einem Programm *(Client)* einen Dienst *(Server)* in Anspruch nehmen
- ◆ durch geeignetes Protokoll erhalten Client und Server jeweils einen nur ihnen bekannten Schlüssel, mit dem sie ihre Kommunikation verschlüsseln können *(Session key)*

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

1 Einfacher Authentisierungsdienst

■ A will den Dienst B in Anspruch nehmen (Nach Needham-Schröder):



- ◆ K_x ist der geheime Schlüssel, den nur Authentisierungsdienst und X kennen
- ◆ nach dem Protokollablauf kennen sowohl A und B den Session key
- ◆ A weiß, daß nur B den Session key kennt
- ◆ B weiß, daß nur A den Session key kennt

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

1 Einfacher Authentisierungsdienst (2)

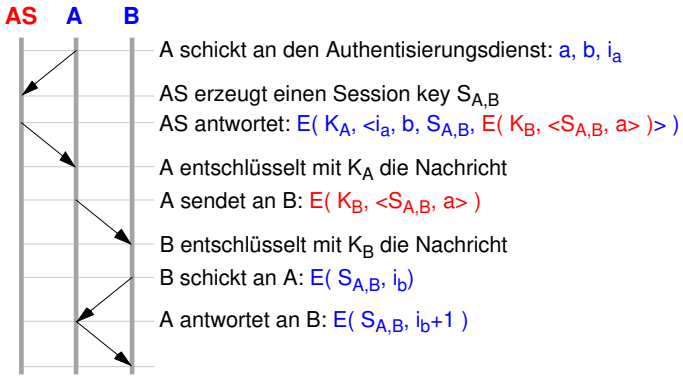
▲ Problem
- ◆ letzte Nachricht von A an B könnte aufgefangen und später erneut ins Netz gegeben werden *(Replay attack)*
- ◆ Folge: Kommunikation zwischen A und B kann gestört werden

★ Korrektur durch zusätzliches Versenden einer Verbindungsbestätigung durch B und A

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

2 Authorisierungsdienst mit Bestätigung

■ Bestätigung enthält Einmalinformation *(Nonce)*



- ◆ ein Wiedereinspielen der Nachricht E(K_B, <$S_{A,B}$, a>) oder E($S_{A,B}$, i_b+1) wird erkannt und kann ignoriert werden

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

2 Authorisierungsdienst mit Bestätigung

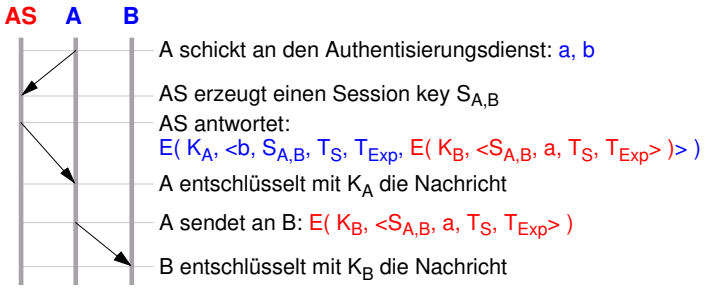
▲ Problem
- ◆ Aufzeichnen von $E(K_B, <S_{A,B}, a>)$ und
- ◆ Brechen von $S_{A,B}$ erlaubt das Aufbauen einer Verbindung.
- ◆ ein Dritter kann dann die erste Bestätigung abfangen und die zweite Bestätigung verschicken

★ Lösung
- ◆ Einführung von Zeitstempeln *(Time stamp)* und Angaben zur Lebensdauer *(Expiration time)*

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

3 Authorisierungsdienst mit Zeitstempeln

■ Authentisierungsdienst versieht seine Nachrichten mit Zeitstempeln



- ◆ T_S = Zeitstempel der Nachrichtenerzeugung
- ◆ T_{Exp} = maximale Lebensdauer der Nachricht
- ◆ aufgezeichnete Nachricht kann nach kurzer Zeit (z.B. 5min) nicht nocheinmal zum Aufbau einer Verbindung verwendet werden

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

4 Beispiel: Kerberos

■ Kerberos V5
- ◆ Softwaresystem implementiert Weiterentwicklung des Needham-Schröder-Protokolls
- ◆ entwickelt am MIT seit 1986

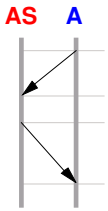
■ Ziel
- ◆ Authentisierung und Erzeugung eines gemeinsamen Schlüssels durch den vertrauenswürdigen Kerberos-Server

■ Idee
- ◆ Trennung von Authentisierungsdienst und Schlüsselerzeugung
- ◆ reduziert die nötige Übertragung einer Identifikation oder eines Paßworts zum Kerberos-Server

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

4 Beispiel: Kerberos (2)

■ Benutzer holt sich zunächst ein Ticket vom Authentisierungsdienst

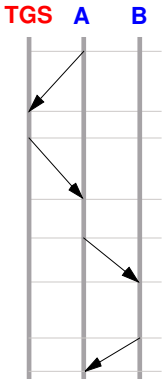


- ◆ das Ticket besteht aus $<S_{A,TGS}, a, T_{Exp}>$
- ◆ es enthält einen Session key für die Kommunikation mit einem Ticket granting server, der dann die Verbindung zu einem Netzwerkdienst bereitstellen kann

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

4 Beispiel: Kerberos (3)

- Authentisierungsdienst versieht seine Nachrichten mit Zeitstempeln



A schickt an den Ticket granting server:
$E(S_{A,TGS}, T_s), E(K_{TGS}, <S_{A,TGS}, a, T_{Exp}>), b, T_{Exp}, i_a'$

TGS erzeugt einen Session key $S_{A,B}$

TGS antwortet:
$E(S_{A,TGS}, <S_{A,B}, b, T_{Exp}, i_a'>), E(K_B, <S_{A,B}, a, T_{Exp}>)$

A entschlüsselt mit $S_{A,TGS}$ die Nachricht

A sendet an B: $E(S_{A,B}, <T_s, C, S_{sub}>), E(K_B, <S_{A,B}, a, T_{Exp}>)$

B entschlüsselt mit K_B den zweiten Teil der Nachricht (Ticket) und mit $S_{A,B}$ den ersten Teil

B antwortet (optional): $E(S_{A,B}, T_s)$

- C = Checksumme zur Überprüfung der richtigen Entschlüsselung
- A kann mehrere Verbindungen mit seinem Ticket öffnen

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.