# Authentifizierung in Echtzeit-Netzwerken im Automotivkontext

## Anwendungen 2

Stephan Phieler
stephan.phieler@haw-hamburg.de

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

9. Januar 2014


Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
*Hamburg University of Applied Sciences*

# Agenda

# Agenda

- Unsichere Netzwerke
- Verteilte eingebettete Systeme
- (Echtzeit-)Ethernet
- Safety
- Automobil in schwer zu überwachender Umgebung
- Austausch/Manipulation von Hardware

- Unsichere Netzwerke
- Verteilte eingebettete Systeme
- (Echtzeit-)Ethernet
- Safety
- Automobil in schwer zu überwachender Umgebung
- Austausch/Manipulation von Hardware

- Unsichere Netzwerke
- Verteilte eingebettete Systeme
- (Echtzeit-)Ethernet
- Safety
- Automobil in schwer zu überwachender Umgebung
- Austausch/Manipulation von Hardware

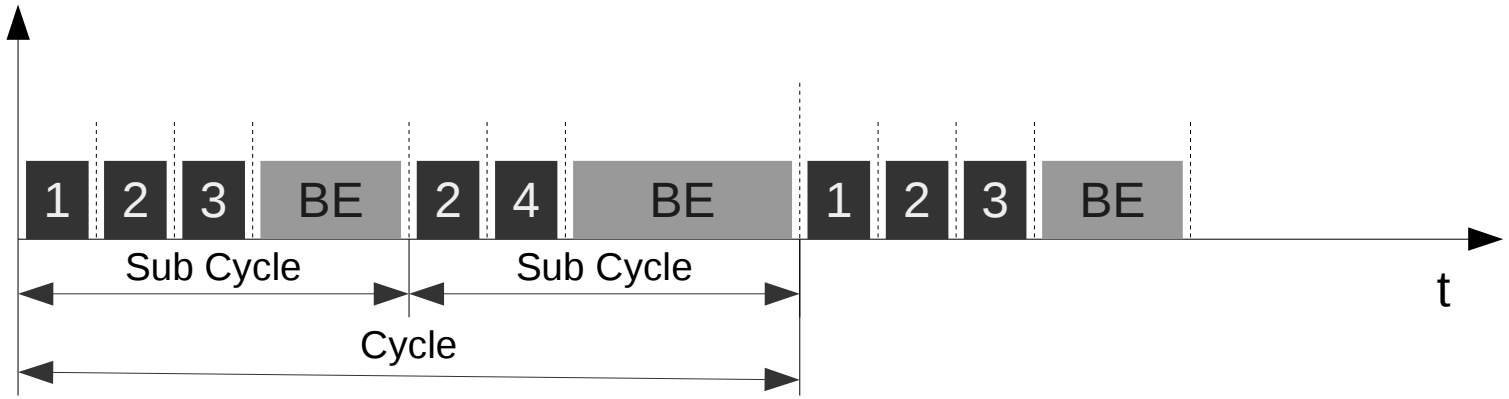
- Unsichere Netzwerke
- Verteilte eingebettete Systeme
- (Echtzeit-)Ethernet
- Safety
- Automobil in schwer zu überwachender Umgebung
- Austausch/Manipulation von Hardware

- Unsichere Netzwerke
- Verteilte eingebettete Systeme
- (Echtzeit-)Ethernet
- Safety
- Automobil in schwer zu überwachender Umgebung
- Austausch/Manipulation von Hardware

- Unsichere Netzwerke
- Verteilte eingebettete Systeme
- (Echtzeit-)Ethernet
- Safety
- Automobil in schwer zu überwachender Umgebung
- Austausch/Manipulation von Hardware

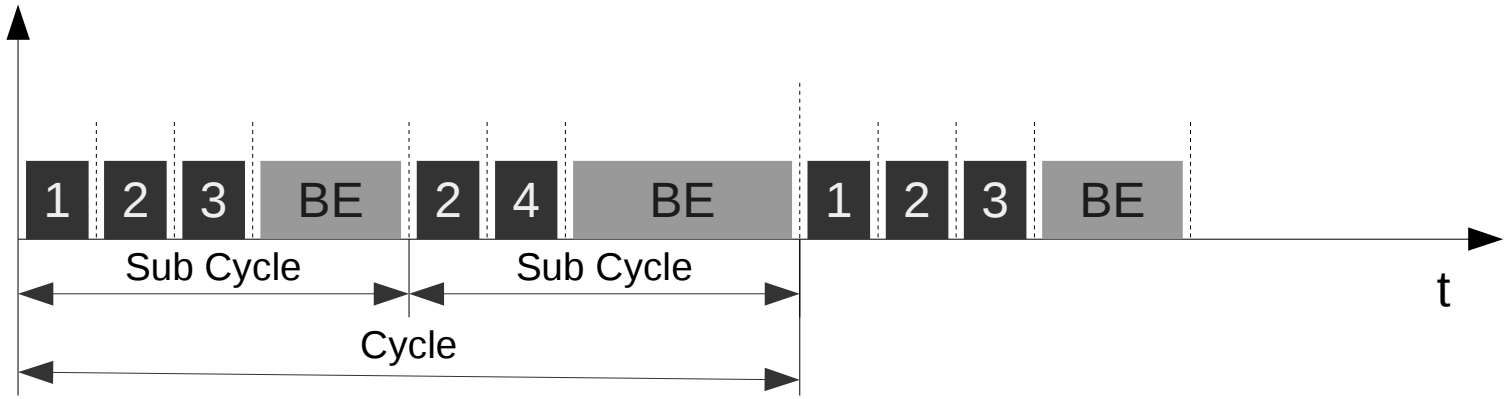
# Agenda

- Time Division Multiple Access
- Virtual Links
- Statisch konfiguriertes Netzwerk



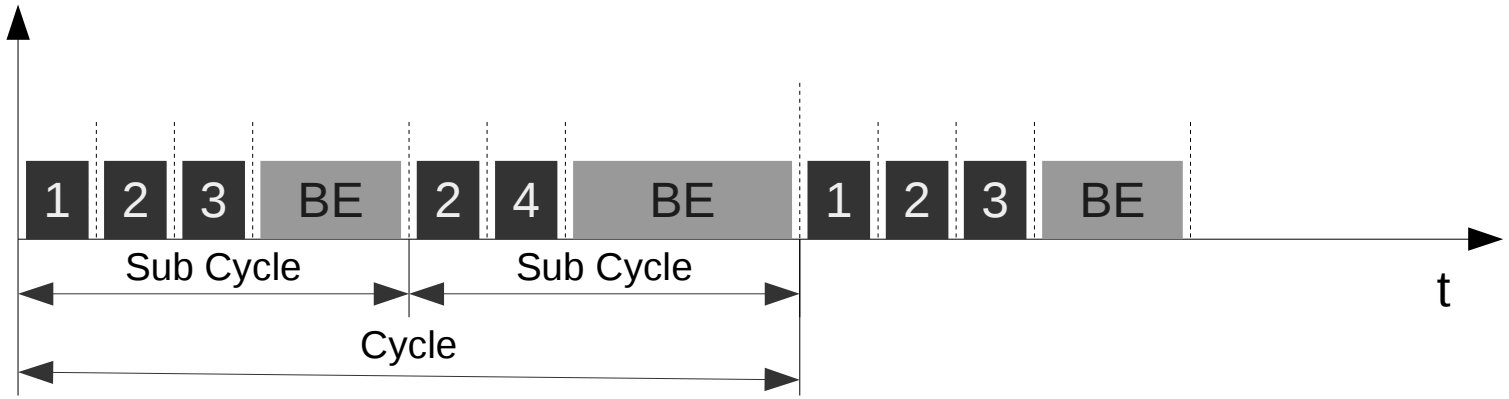

(BE=Best Effort)

- Time Division Multiple Access
- Virtual Links
- Statisch konfiguriertes Netzwerk




(BE=Best Effort)

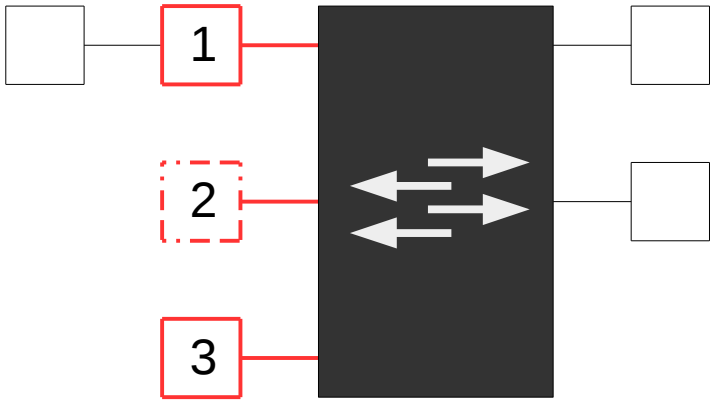
- Time Division Multiple Access
- Virtual Links
- Statisch konfiguriertes Netzwerk




(BE=Best Effort)

# Agenda

- Replay-Attacks
- Masquerade-Attacks



Verfahren:

- Symmetrisch (MAC)
- Asymmetrisch (Signature)

Wichtige Faktoren:

- Key-Infrastruktur
- Performance
- Skalierbarkeit

Verfahren:

- Symmetrisch (MAC)
- Asymmetrisch (Signature)

Wichtige Faktoren:

- Key-Infrastruktur
- Performance
- Skalierbarkeit

Verfahren:

- Symmetrisch (MAC)
- Asymmetrisch (Signature)

Wichtige Faktoren:

- Key-Infrastruktur
- Performance
- Skalierbarkeit

Verfahren:

- Symmetrisch (MAC)
- Asymmetrisch (Signature)

Wichtige Faktoren:

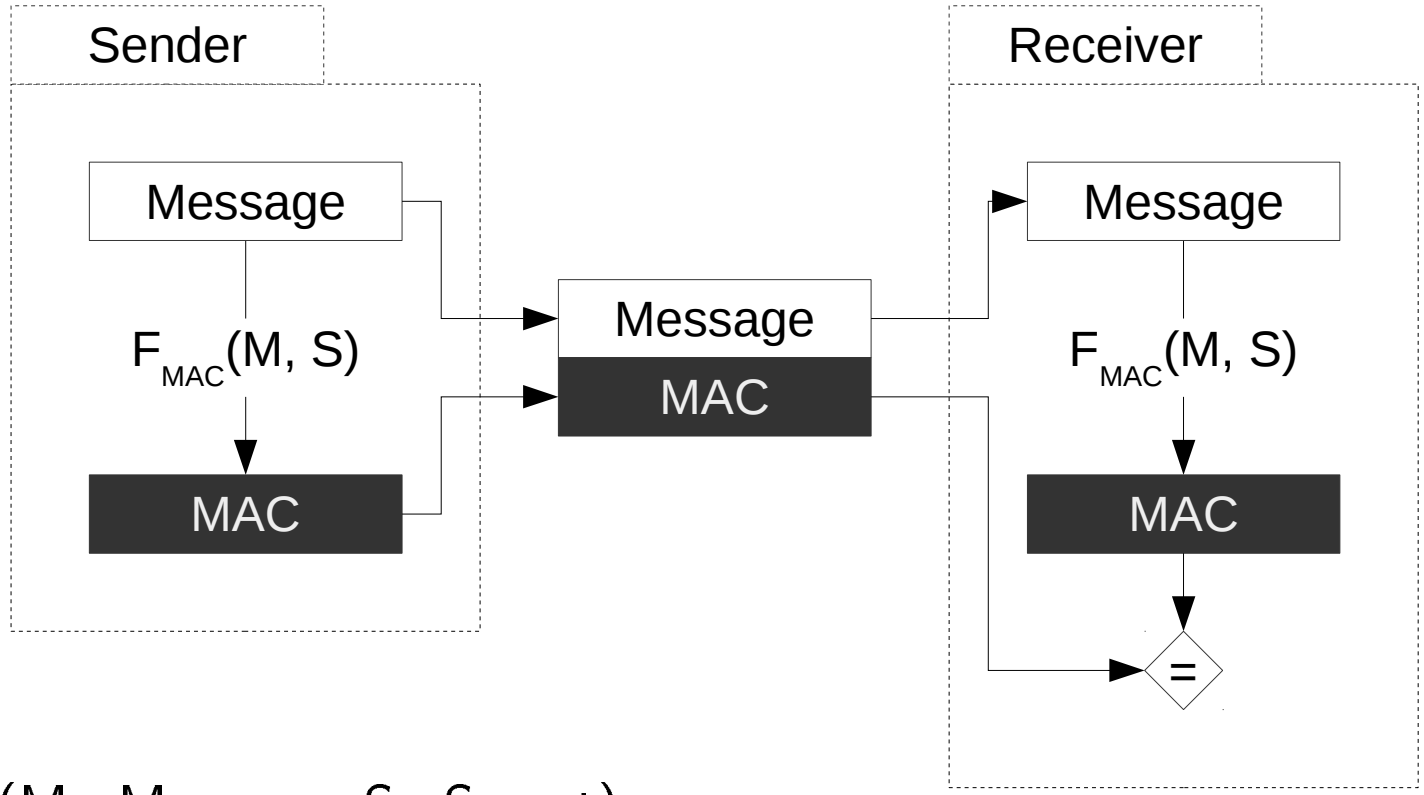
- Key-Infrastruktur
- Performance
- Skalierbarkeit

Verfahren:

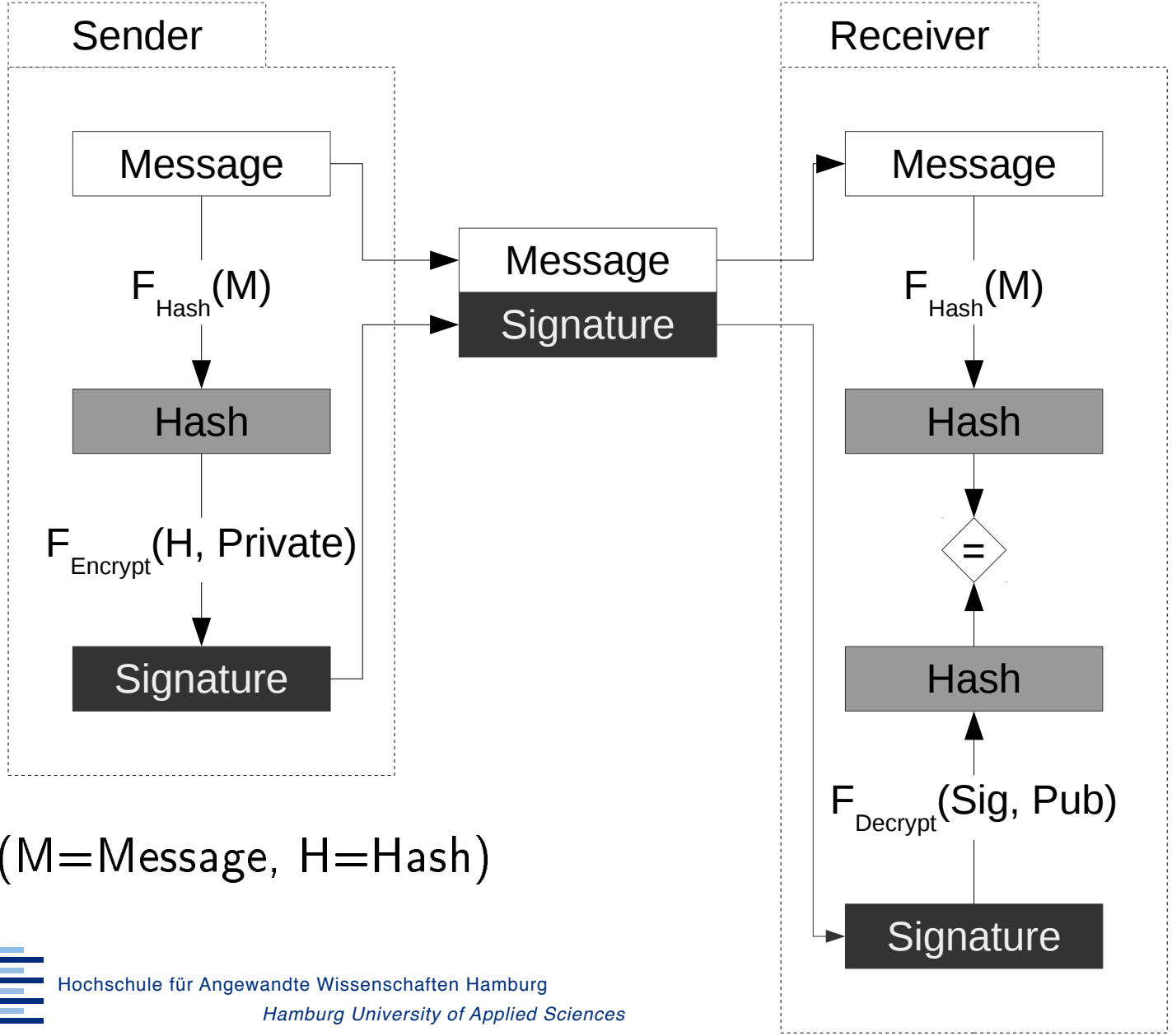
- Symmetrisch (MAC)
- Asymmetrisch (Signature)

Wichtige Faktoren:

- Key-Infrastruktur
- Performance
- Skalierbarkeit




(M=Message, S=Secret)




(M=Message, H=Hash)

- Flexible Multicast Authentication for Time-Triggered Embedded Control Network Applications [SK09]
- Authentication in Time–Triggered Systems using Time–delayed Release of Keys [WESK11]
- Security in Integrated Vectronics: Applying Elliptic Curve Digital Signature Algorithm to a Safty-Critical Network [DOSC12]

# Flexible Multicast Authentication

## Prinzip

- Ein Schlüssel pro Empfänger (MAC)
- Unterscheidung zwischen:
  - State-changing Messages
  - Reactive control Messages

# Flexible Multicast Authentication

## Prinzip

- Ein Schlüssel pro Empfänger (MAC)
- Unterscheidung zwischen:
  - State-changing Messages
  - Reactive control Messages

# Flexible Multicast Authentication

## Prinzip



- Ein Schlüssel pro Empfänger (MAC)
- Unterscheidung zwischen:
  - State-changing Messages
  - Reactive control Messages

# Flexible Multicast Authentication

## Prinzip

- Ein Schlüssel pro Empfänger (MAC)
- Unterscheidung zwischen:
  - State-changing Messages
  - Reactive control Messages

- Empfang von mehreren konsistenten Nachrichten
- Jede einzeln authentifiziert (valid / invalid)
- Abgelegt in history buffer
- Ausführung wenn $k$ aus $n$ Paketen valide

$$P_A = \sum_{i=k}^{n} \binom{n}{i} (2^{-b})^i (1 - 2^{-b})^{n-i} \qquad (1)$$

$P_A$=Wahrscheinlichkeit für erfolgreichen Angriff
$b$=Anzahl Bits MAC

- Empfang von mehreren konsistenten Nachrichten
- Jede einzeln authentifiziert (valid / invalid)
- Abgelegt in history buffer
- Ausführung wenn $k$ aus $n$ Paketen valide

$$P_A = \sum_{i=k}^{n} \binom{n}{i} (2^{-b})^i (1 - 2^{-b})^{n-i} \qquad (1)$$

$P_A$=Wahrscheinlichkeit für erfolgreichen Angriff
$b$=Anzahl Bits MAC

- Empfang von mehreren konsistenten Nachrichten
- Jede einzeln authentifiziert (valid / invalid)
- Abgelegt in history buffer
- Ausführung wenn $k$ aus $n$ Paketen valide

$$P_A = \sum_{i=k}^{n} \binom{n}{i} (2^{-b})^i (1 - 2^{-b})^{n-i} \qquad (1)$$

$P_A$=Wahrscheinlichkeit für erfolgreichen Angriff
$b$=Anzahl Bits MAC

- Empfang von mehreren konsistenten Nachrichten
- Jede einzeln authentifiziert (valid / invalid)
- Abgelegt in history buffer
- Ausführung wenn $k$ aus $n$ Paketen valide

$$P_A = \sum_{i=k}^{n} \binom{n}{i} (2^{-b})^i (1 - 2^{-b})^{n-i} \qquad (1)$$

$P_A$=Wahrscheinlichkeit für erfolgreichen Angriff
$b$=Anzahl Bits MAC

- Einsatz in Regelungen
- Valide Nachricht sofort verarbeitet
- Toleranz durch Dämpfung
- Plausibilitätsprüfung unverzichtbar

# Flexible Multicast Authentication

## Reactive control Messages

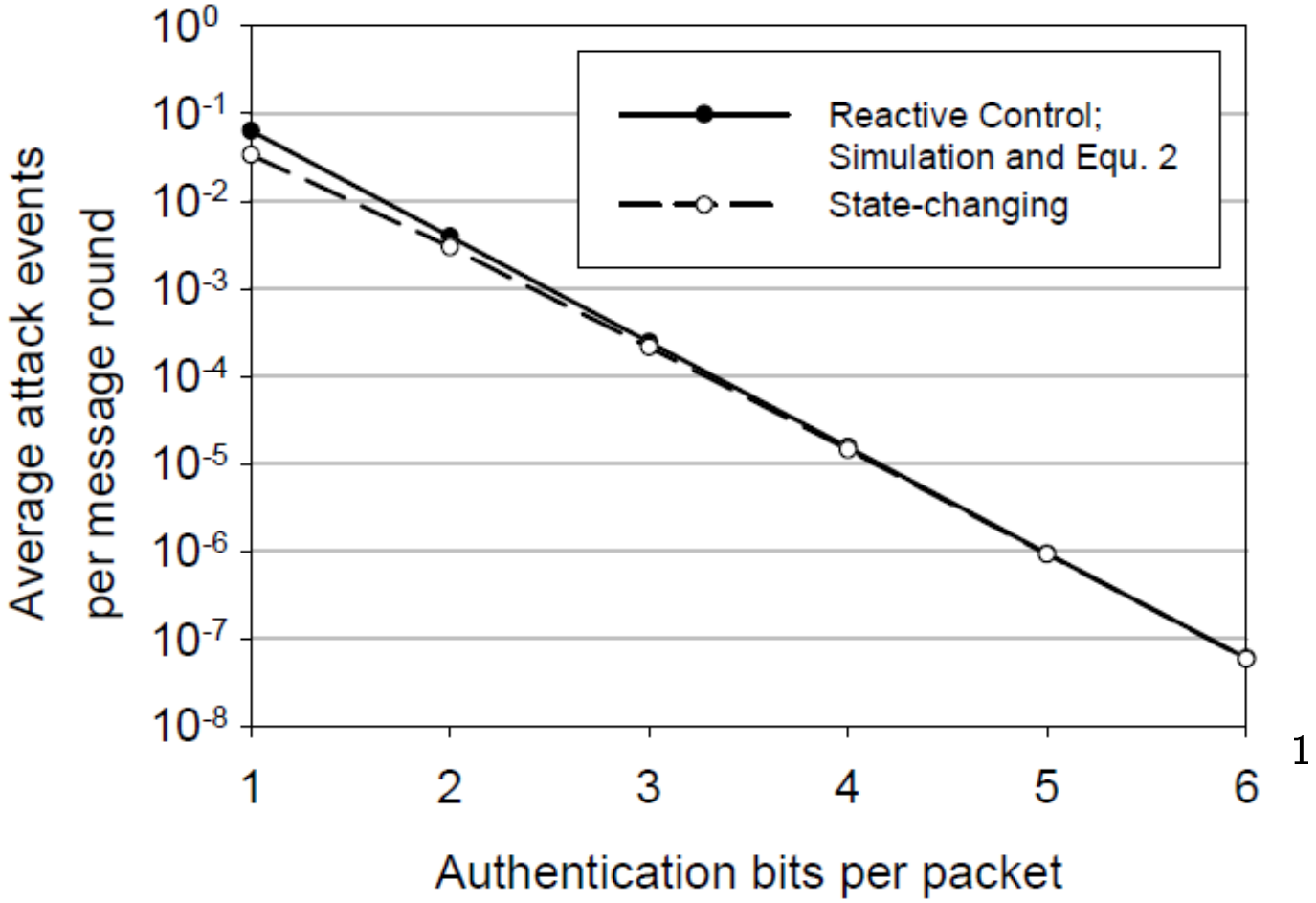
- Einsatz in Regelungen
- Valide Nachricht sofort verarbeitet
- Toleranz durch Dämpfung
- Plausibilitätsprüfung unverzichtbar

- Einsatz in Regelungen
- Valide Nachricht sofort verarbeitet
- Toleranz durch Dämpfung
- Plausibilitätsprüfung unverzichtbar

- Einsatz in Regelungen
- Valide Nachricht sofort verarbeitet
- Toleranz durch Dämpfung
- Plausibilitätsprüfung unverzichtbar

# Flexible Multicast Authentication

## Auswertung




[1] Bildquelle: [SK09]

- Ein Schlüssel pro Sender/Empfänger
- Tolerant ggb. Paketverlust
- Speicher für Nachrichten notwendig
- Verfahren zu Lasten der Sicherheit

# Flexible Multicast Authentication

## Fazit

- Ein Schlüssel pro Sender/Empfänger
- Tolerant ggb. Paketverlust
- Speicher für Nachrichten notwendig
- Verfahren zu Lasten der Sicherheit

# Flexible Multicast Authentication

## Fazit

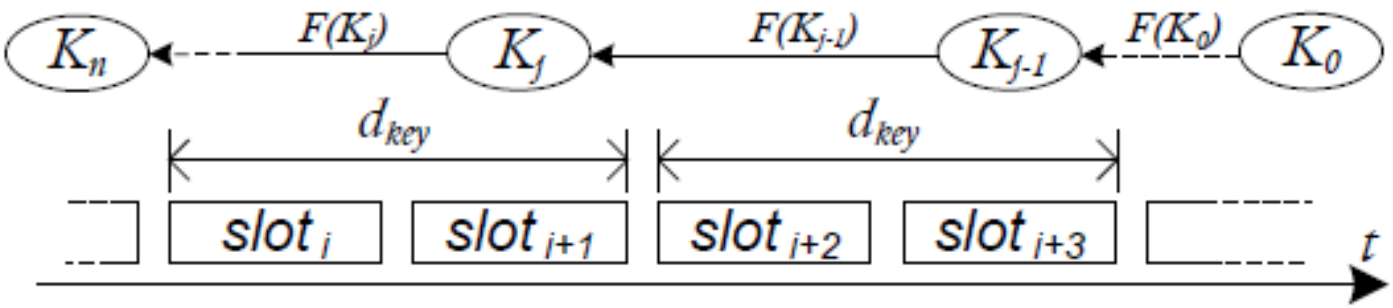
- Ein Schlüssel pro Sender/Empfänger
- Tolerant ggb. Paketverlust
- Speicher für Nachrichten notwendig
- Verfahren zu Lasten der Sicherheit

- Ein Schlüssel pro Sender/Empfänger
- Tolerant ggb. Paketverlust
- Speicher für Nachrichten notwendig
- Verfahren zu Lasten der Sicherheit

# Time–delayed Release of Keys

## Prinzip

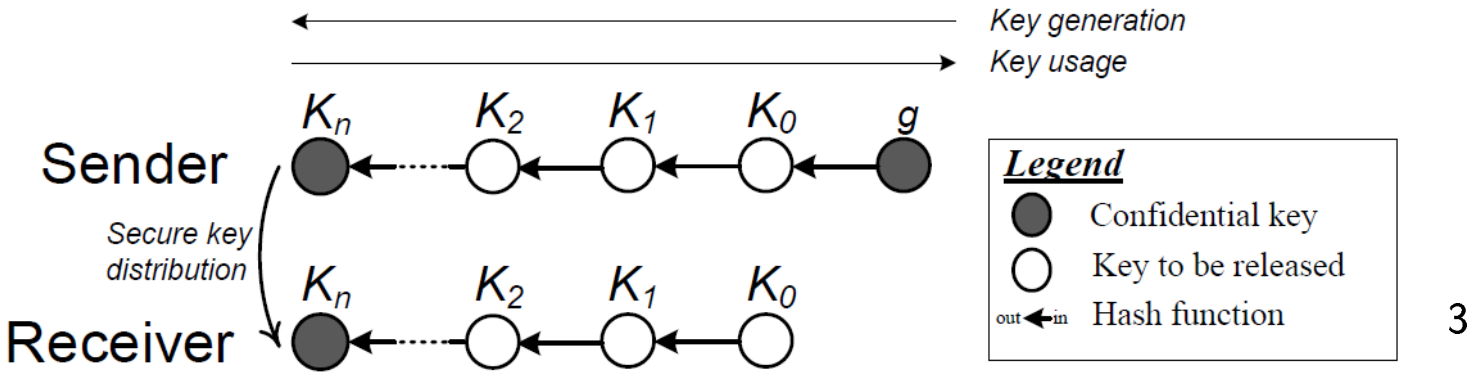
- Timed Efficient Stream Loss-tolerant Authentication
- MAC (Eine für Alle)
- Keychain
- Schlüsselverteilung über PKI




[2]

[2] Bildquelle: [WESK11]

- Sichere Assoziation zwischen Schlüsseln
- Berechnung nur in einer Richtung möglich
- Keychain wird prekonfiguriert




[3]

[3] Bildquelle: [WESK11]

- Ein Schlüssel für Alle
- Kein Verlust der Sicherheit
- Tolerant ggb. Paketverlust
- Delay
- Hybrides Verfahren
- Speicher für Nachrichten/Schlüssel notwendig

- Ein Schlüssel für Alle
- Kein Verlust der Sicherheit
- Tolerant ggb. Paketverlust
- Delay
- Hybrides Verfahren
- Speicher für Nachrichten/Schlüssel notwendig

- Ein Schlüssel für Alle
- Kein Verlust der Sicherheit
- Tolerant ggb. Paketverlust
- Delay
- Hybrides Verfahren
- Speicher für Nachrichten/Schlüssel notwendig

- Ein Schlüssel für Alle
- Kein Verlust der Sicherheit
- Tolerant ggb. Paketverlust
- Delay
- Hybrides Verfahren
- Speicher für Nachrichten/Schlüssel notwendig

- Ein Schlüssel für Alle
- Kein Verlust der Sicherheit
- Tolerant ggb. Paketverlust
- Delay
- Hybrides Verfahren
- Speicher für Nachrichten/Schlüssel notwendig

- Ein Schlüssel für Alle
- Kein Verlust der Sicherheit
- Tolerant ggb. Paketverlust
- Delay
- Hybrides Verfahren
- Speicher für Nachrichten/Schlüssel notwendig

- Seit 1985
- Asymmetrische Verschlüsselung
- Keine Kollisionen
- Daher als Einwegfunktion optimal
- Kommt mit kürzeren Schlüsseln aus
- $O(n * p)$

$$y^2 = x^3 + ax + b \tag{2}$$

- Seit 1985
- Asymmetrische Verschlüsselung
- Keine Kollisionen
- Daher als Einwegfunktion optimal
- Kommt mit kürzeren Schlüsseln aus
- $O(n * p)$

$$y^2 = x^3 + ax + b \tag{2}$$

- Seit 1985
- Asymmetrische Verschlüsselung
- Keine Kollisionen
- Daher als Einwegfunktion optimal
- Kommt mit kürzeren Schlüsseln aus
- $O(n * p)$

$$y^2 = x^3 + ax + b \tag{2}$$

- Seit 1985
- Asymmetrische Verschlüsselung
- Keine Kollisionen
- Daher als Einwegfunktion optimal
- Kommt mit kürzeren Schlüsseln aus
- $O(n * p)$

$$y^2 = x^3 + ax + b \tag{2}$$

- Seit 1985
- Asymmetrische Verschlüsselung
- Keine Kollisionen
- Daher als Einwegfunktion optimal
- Kommt mit kürzeren Schlüsseln aus
- $O(n * p)$

$$y^2 = x^3 + ax + b \tag{2}$$

- Seit 1985
- Asymmetrische Verschlüsselung
- Keine Kollisionen
- Daher als Einwegfunktion optimal
- Kommt mit kürzeren Schlüsseln aus
- $O(n * p)$

$$y^2 = x^3 + ax + b \tag{2}$$

Vergleich der Bitlängen[4] zum Aufwand der Schlüsselermittlung.

| Symmetrisch | RSA | ECC |
|---|---|---|
| 64 | 512 | 175 |
| 80 | 768 | 190 |
| 112 | 1792 | 210 |
| 128 | 2304 | 235 |

[4] Quelle: [Sel00]

# Elliptic Curve Digital Signature

## Fazit

- Bieten Möglichkeit für Einsatz in Echtzeit-Netzwerk
- Noch Forschungsbedarf

# Agenda

# Fazit

- Symmetrisch / Asymmetrisch
- Schlüssel kürzen
- Zeitverzögerte Schlüsselverteilung
- Elliptische Kurven

# Ausblick

- Untersuchung von Verfahren mit elliptischen Kurven
- Implementierung in Simulationsumgebung
- Integration von Verschlüsselungshardware

# Vielen Dank



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

[DOSC12] Deshpande, A. ; Obi, O. ; Stipidis, E. ; Charchalakis, P.:
Security in integrated vetronics: Applying elliptic curve digital signature algorithm to a safety-critical network protocol-TTP/C.
In: *System Safety, incorporating the Cyber Security Conference 2012, 7th IET International Conference on*, 2012, S. 1–5

[Sel00] Selke, G.W.:
*Kryptographie: Verfahren, Ziele, Einsatzmöglichkeiten*.
O'Reilly Vlg. GmbH & Company, 2000 (O'Reilly essentials).

http://books.google.de/books?id=yZEiAQAAMAAJ. –
ISBN 9783897211551

[SK09] Szilagyi, C. ; Koopman, P.:
Flexible multicast authentication for time-triggered embedded control network applications.
In: *Dependable Systems Networks, 2009. DSN '09. IEEE/IFIP International Conference on*, 2009, S. 165–174

[WESK11] Wasicek, A. ; El-Salloum, C. ; Kopetz, Hermann:
Authentication in Time-Triggered Systems Using Time-Delayed Release of Keys.

In: *Object/Component/Service-Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC), 2011 14th IEEE International Symposium on*, 2011. –
ISSN 1555–0885, S. 31–39