E-Mail-Verschlüsselung

2009-05-25

Stefan Hensel
Seminar: Office
Dozent: Peter Medwed
Staatliche Technikerschule Berlin

Vier Nachrichten

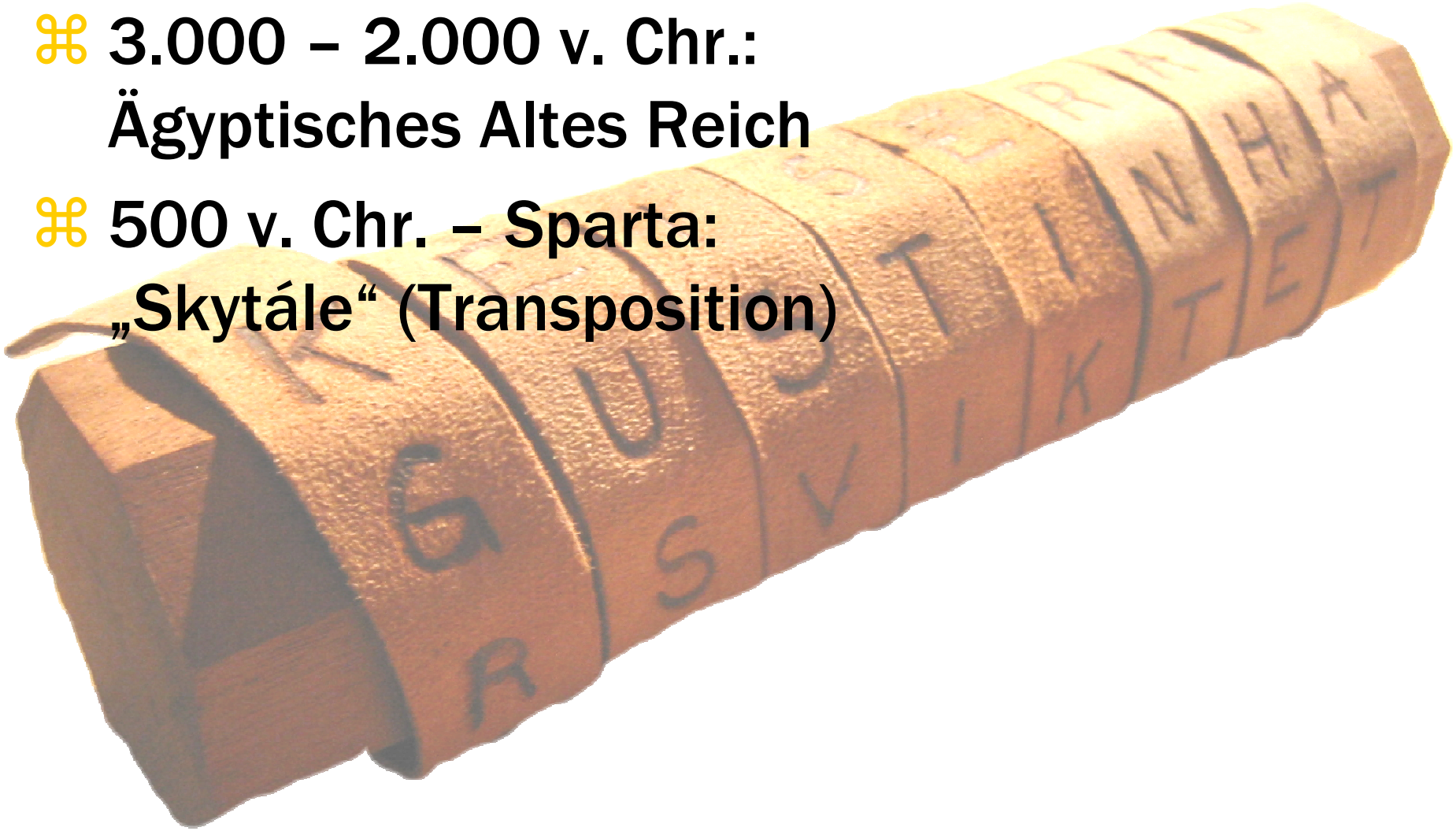
- Schaden der deutschen Wirtschaft durch IT-Angriffe: Mehrere Milliarden Euro pro Jahr.
- Gmail scannt E-Mails und wertet sie aus.
- Über 10.000 Laptops verschwinden pro Woche auf US-Flughäfen.
- Beratungsstellen werden nicht mehr angerufen oder angemailt.

Übersicht

- Meilensteine
- Einsatzgebiete
- Symmetrische und asymmetrische Verschlüsselung
- PGP und S/MIME
- Praktischer Einsatz
- Noch zu lösen ...

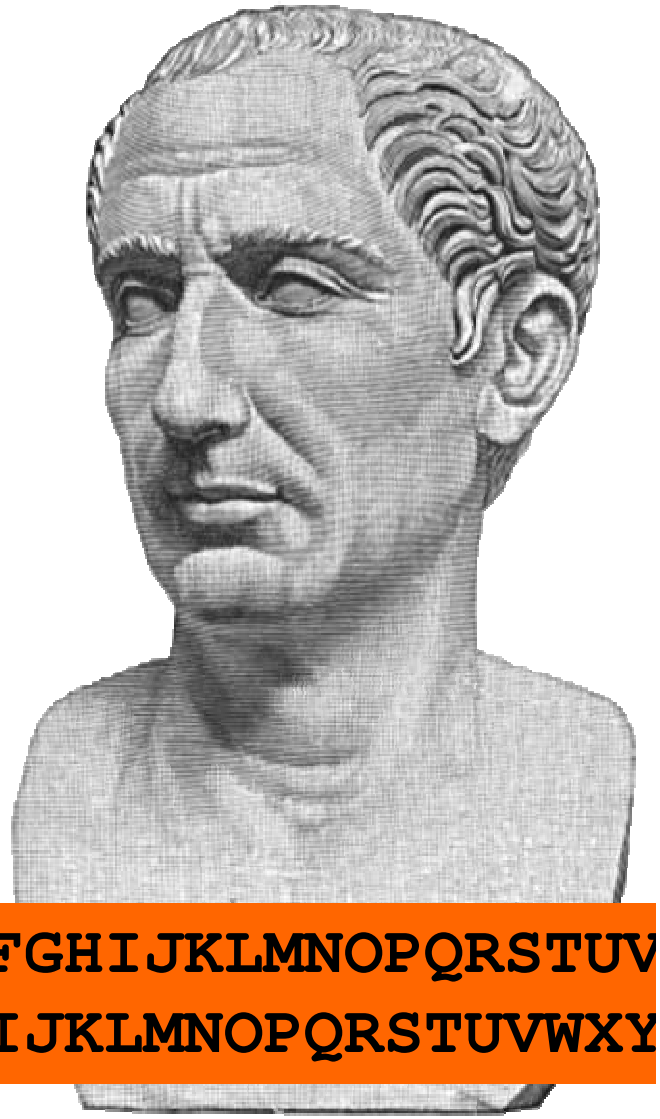
Meilensteine: Pyramiden und Stöcke

- 3.000 – 2.000 v. Chr.: Ägyptisches Altes Reich
- 500 v. Chr. – Sparta: „Skytále“ (Transposition)



Meilensteine: Was haben uns die Römer gebracht?

- 50 v. Chr.: Caesar (Substitution)
- 16. Jh.: Vigenère-Verschlüsselung ermöglicht „Passwörter“
- 1976: DES verkettete Permutation und Substitution



```
ZABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUV
CDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXY
```

Meilensteine: Security by Transparency

Kerckhoffs'sches Prinzip (1883):

- „Nur der Schlüssel ist das Geheimnis“
- Geheimhaltung des *Schlüssels* statt Geheimhaltung des *Algorithmus*
- Open-Source-Prinzip

Meilensteine: Maschinelle Verschlüsselung

Enigma (1918 – 1945):

- Rotor-Schlüssel-maschine
- Militär des Deutschen Reiches
- Entzifferung 1938 – 1943 (PL, GB, USA)
  - entscheidend für den Sieg der Alliierten

Meilensteine:
Das digitale Zeitalter

- 1949: Claude Shannon:
  - Kryptografie auf starker mathematischer Basis
- 1976: DES
- Public-Key-Kryptographie:
  - 1976: Diffie & Hellman
  - 1977: RSA
- 1991: Pretty Good Privacy (PGP) – Phil Zimmermann

Übersicht

- Meilensteine
- Einsatzgebiete
- Symmetrische und asymmetrische Verschlüsselung
- PGP und S/MIME
- Praktischer Einsatz
- Noch zu lösen ...

Wer braucht Verschlüsselung?

- Militär
- Geheimdienste
- Untergrund-organisationen
- Radikale
- Kriminelle

- Unternehmen
- Banken, Online-Handel
- Behörden
- Journalisten
- Rechtsanwälte
- Du und ich?

Was wird verschlüsselt?

Übersicht

- Meilensteine
- Einsatzgebiete
- Symmetrische und asymmetrische Verschlüsselung
- PGP und S/MIME
- Praktischer Einsatz
- Noch zu lösen ...

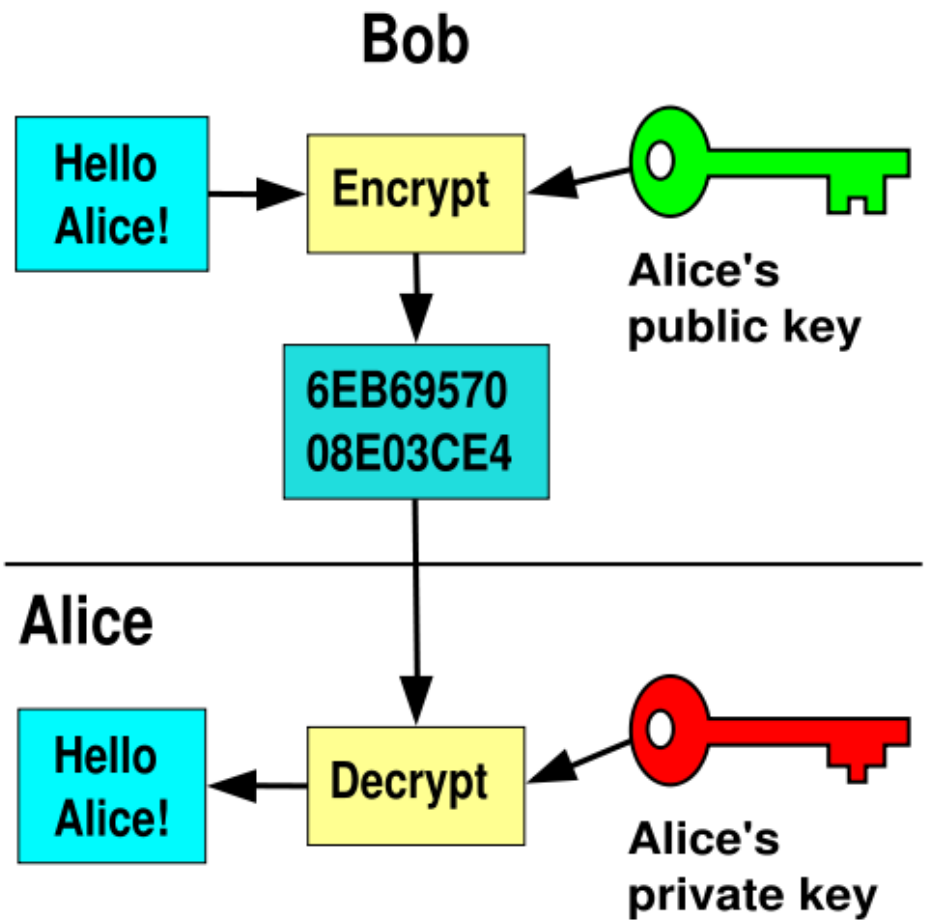
Eine Schlüsselfrage

Problem der Schlüsselübertragung:

- Geheimer Schlüssel
- Austausch über unsicheren Kanal
- → unsichere Verschlüsselung!

Public-Key-Verfahren

- Asymmetrische Verschlüsselung
- Zwei zusammengehörende Schlüssel:
  - Öffentlich – Verschlüsselung
  - Privat – Entschlüsselung



Wie schmiedet man ein Schlüsselpaar?

Algorithmen basierend auf ...

- Faktorisierung:
  - RSA
  - Rabin
- Diskretem Logarithmus:
  - Diffie-Hellman (angreifbar)
  - Elgamal
- Elliptischen Kurven
  - kleinere Schlüssel bei gleicher Sicherheit

37.619 • 75.991 = ?

2.858.705.429 = ? • ?

Symmetrisch oder asymmetrisch?

Symmetrisch:

- viele Schlüssel (quadratisch)
- > 2 Empfänger: zunehmend unsicher
- Übertragungs-Problem
- schnell

Asymmetrisch:

- wenige Schlüssel (linear)
- > 2 Empfänger: Mehrfach-verschlüsselung
- Man-In-The-Middle-Angriff
- langsam

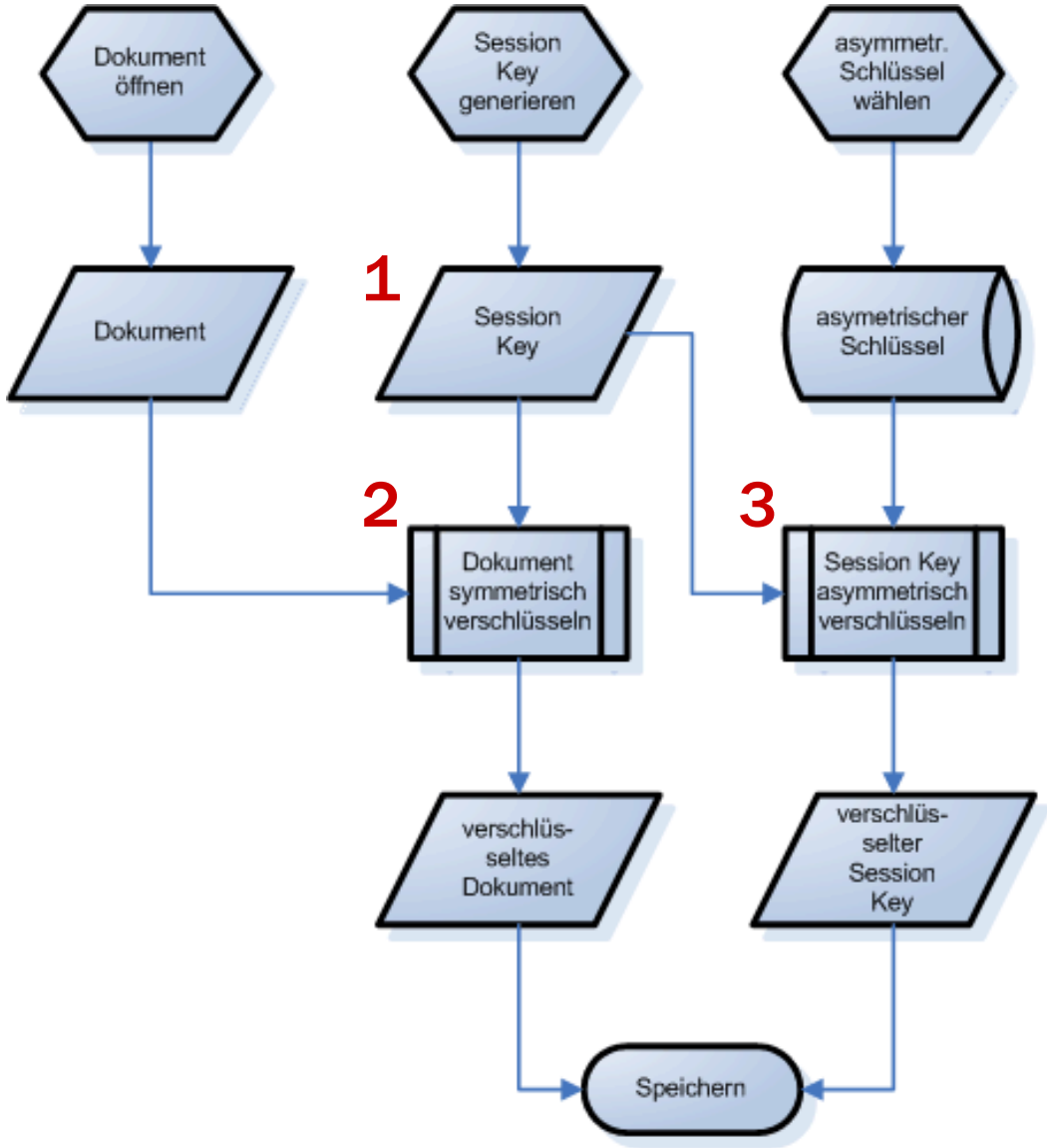
Symmetrisch *und* asymmetrisch.

Hybrid-Verschlüsselung:

- Inhalt
  symmetrisch
  verschlüsselt
- Schlüssel
  asymmetrisch
  verschlüsselt

Hybrid-Verschlüsselung: Doppelt genäht hält besser.

- Zufälligen Schlüssel (Session Key) erzeugen (1)
- Inhalt symmetrisch verschlüsseln (2)
- Session Key asymmetrisch verschlüsseln (3)



Übersicht

- Meilensteine
- Einsatzgebiete
- Symmetrische und asymmetrische Verschlüsselung
- PGP und S/MIME
- Praktischer Einsatz
- Noch zu lösen ...

OpenPGP – Ein Industriestandard

- Internet-Standard (RFC 4880)
- basiert auf PGP 5.x
- Hybrides Verschlüsselungssystem
- Public Key Infrastructure:
  - Schlüsselserver
  - Web of Trust
    - Hierarchische PKI implementierbar

S/MIME – Noch ein Industriestandard

- Standard eines Herstellerkonsortiums
- basiert auf RFC 2311 – 2315
- Hybrides Verschlüsselungssystem
- Public Key Infrastructure:
  - Zertifizierungsstellen
  - hierarchisch

OpenPGP vs. S/MIME

	OpenPGP	S/MIME
Prinzip	hybrid	hybrid
Signatur	☑	☑
Algorithmen (asymmetrisch)	RSA, ElGamal, (Elliptic Curve, Diffie-Hellman)	RSA
Algorithmen (symmetrisch)	TripleDES, IDEA, CAST5, Blowfish, SAFER-SK128, Twofish, (DES/SK, AES/Rijndael)	TripleDES, DES, RC2

OpenPGP vs. S/MIME

	OpenPGP	S/MIME
Standardisierung	RFC	IETF
PKI	Öffentliche Schlüssel (flexibel) Netzwerk, (Hierarchie)	Zertifizierungs-stellen hierarchisch (X.509)
Betriebssysteme	fast alle	Windows bevorzugt
geeignet für	E-Mails, Dateien, Partitionen, IP-Traffic	E-Mails

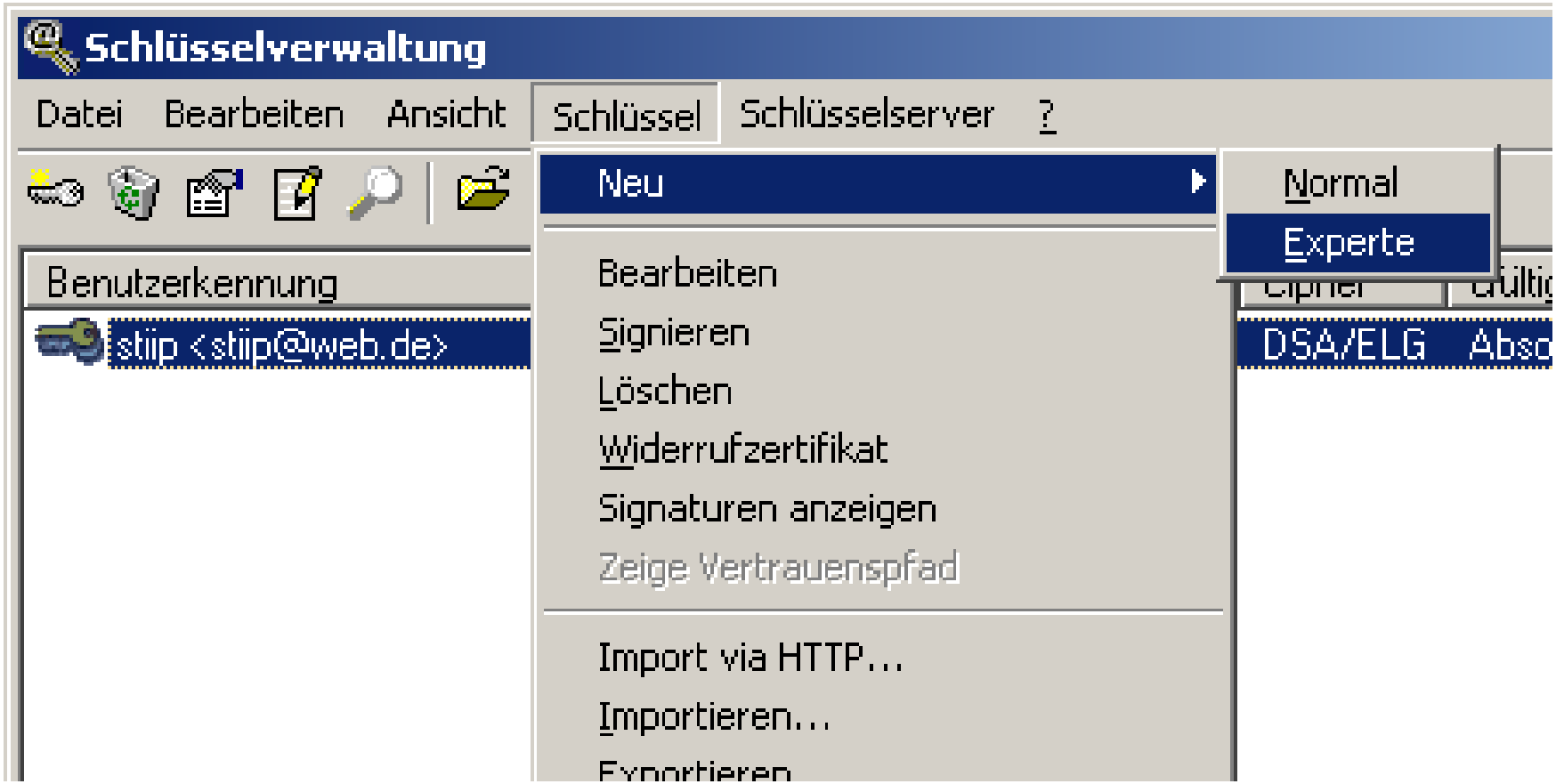
Übersicht

- Meilensteine
- Einsatzgebiete
- Symmetrische und asymmetrische Verschlüsselung
- PGP und S/MIME
- Praktischer Einsatz
- Noch zu lösen ...

Verschlüsselung praktisch: GnuPT

- Komponenten:
  - GnuPG (Gnu Privacy Guard)
  - Frontend
  - WinPT (Windows Privacy Tray)
- http://www.gnupt.de/wp/

GnuPG: Schlüssel generieren



GnuPG: Schlüssel generieren

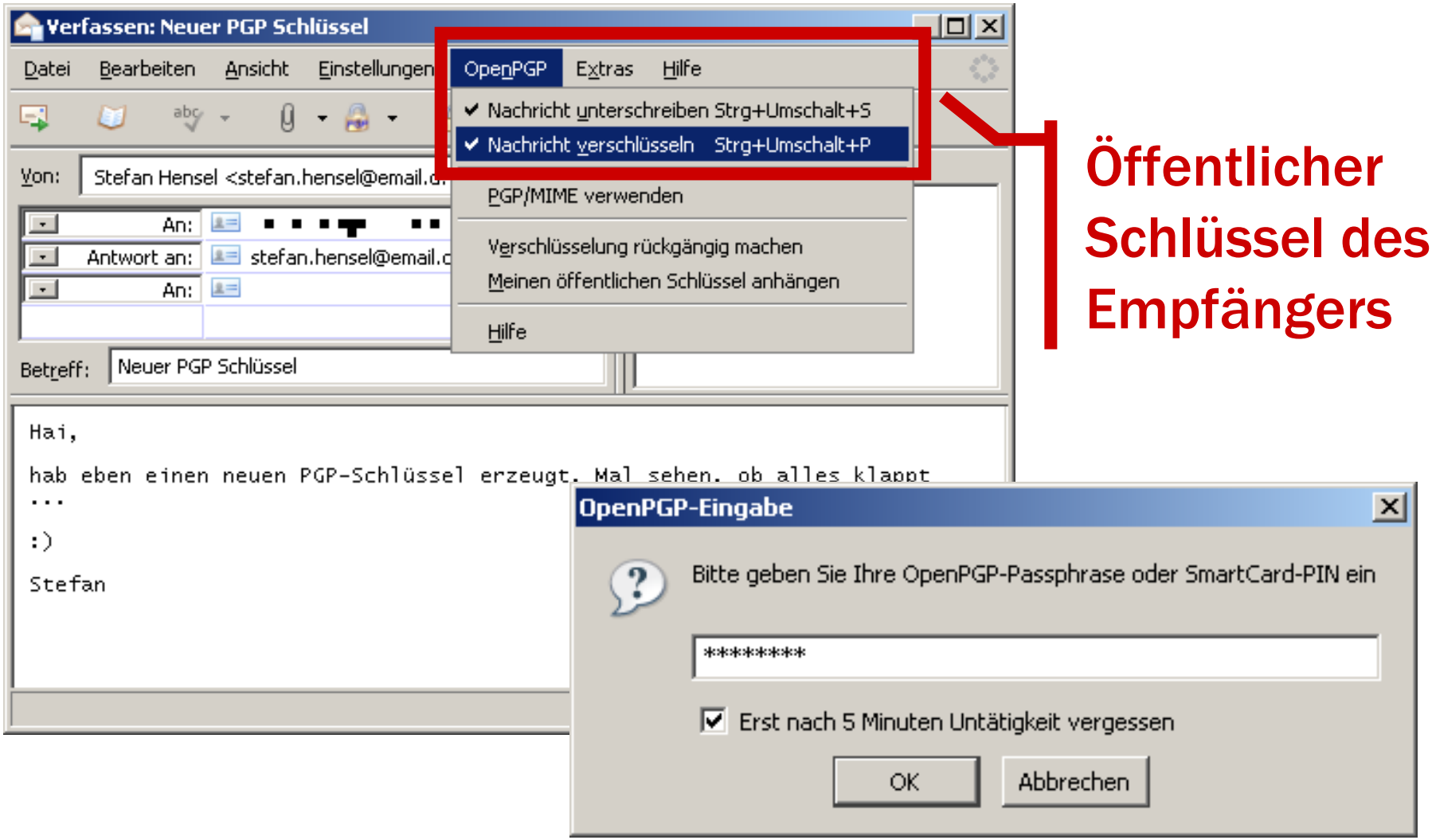
GnuPG: Schlüssel generieren

Verschlüsselung praktisch: Enigmail und Thunderbird

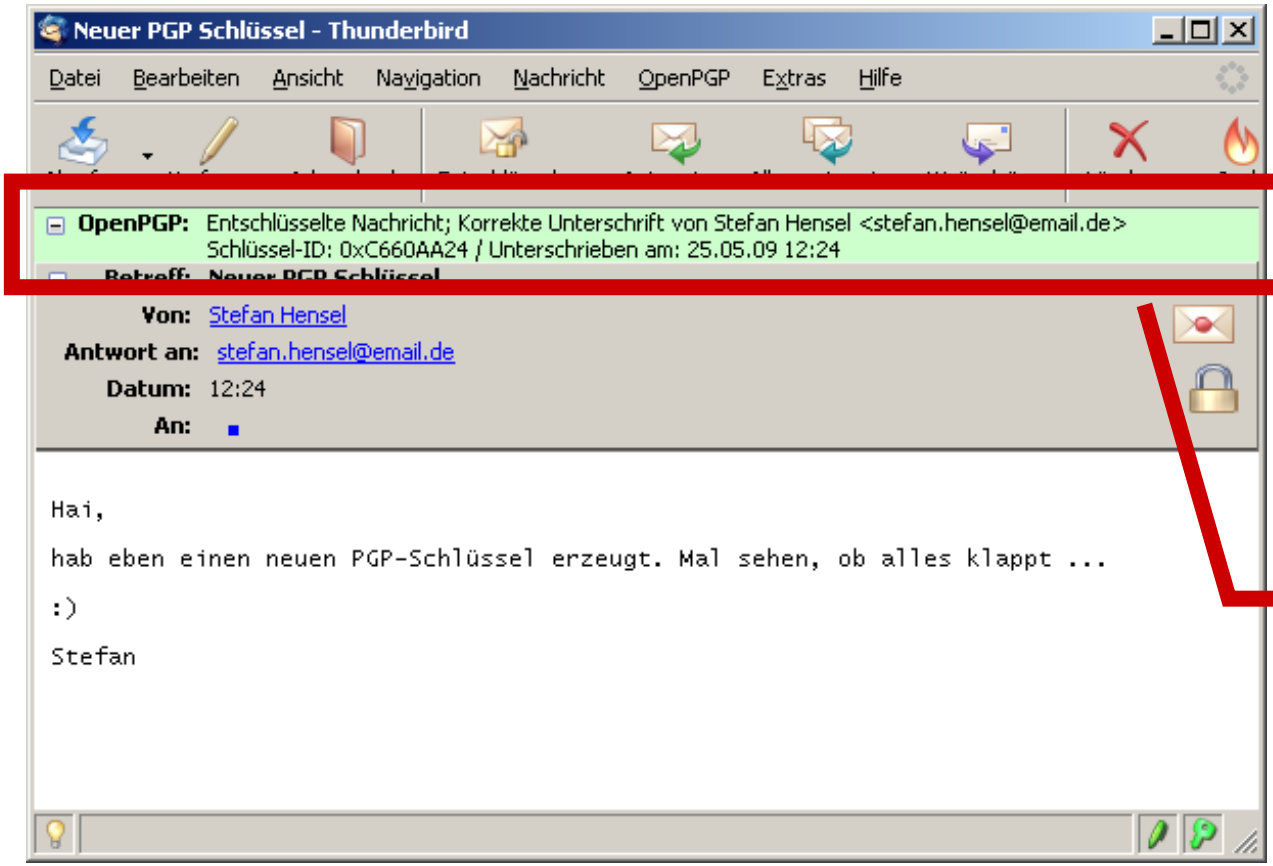
Enigmail:

- Add-on für Thunderbird
- integriert
  - OpenPGP-Verschlüsselung
  - Authentifizierung
- OpenPGP/GnuPG muss installiert sein
- https://addons.mozilla.org/de/thunderbird/addon/71

Verschlüsselung praktisch: Enigmail und Thunderbird

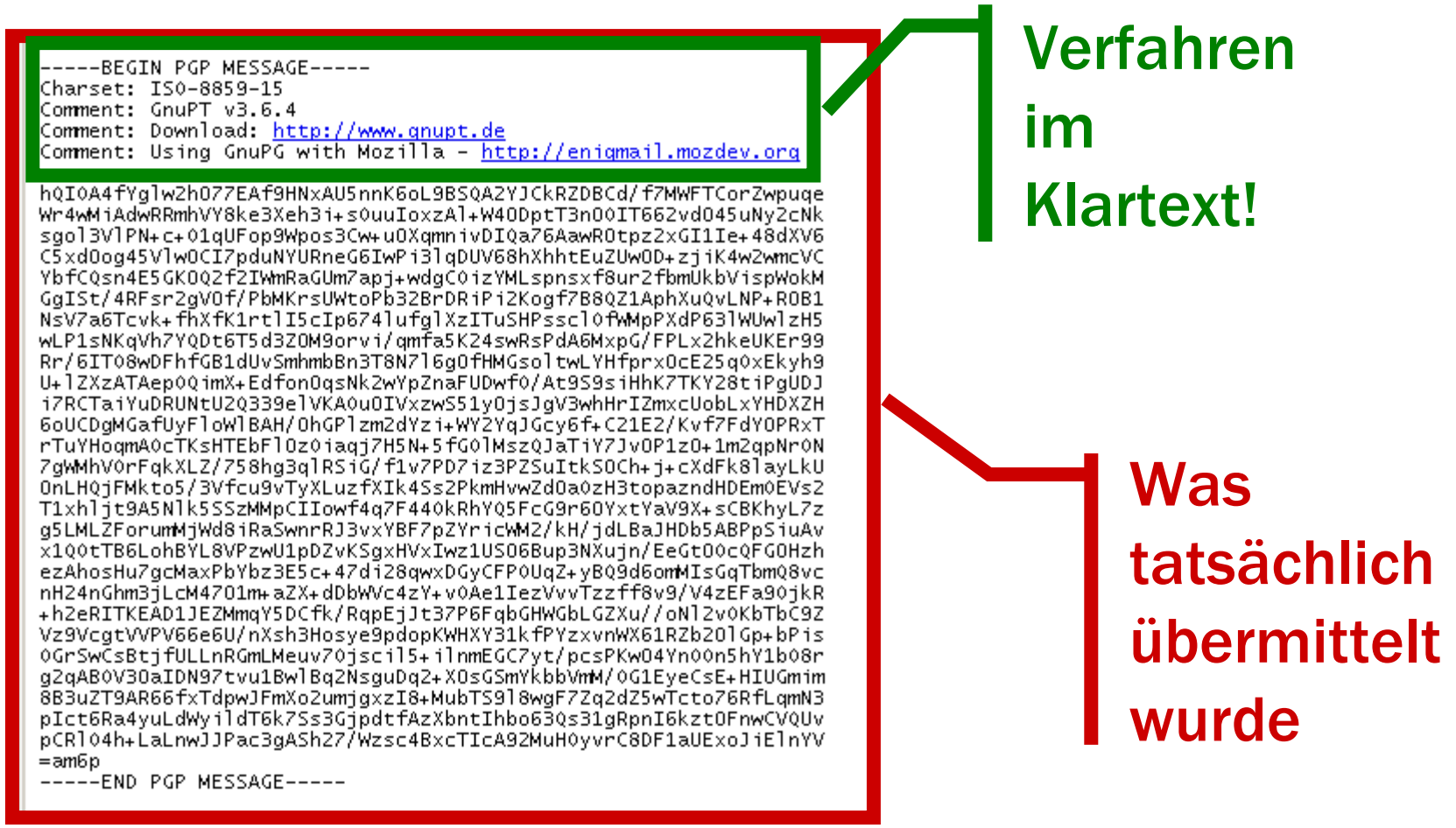


Verschlüsselung praktisch: Enigmail und Thunderbird



Privater Schlüssel des Empfängers

Verschlüsselung praktisch: Enigmail und Thunderbird



Verfahren im Klartext!

Was tatsächlich übermittelt wurde

Übersicht

- Meilensteine
- Einsatzgebiete
- Symmetrische und asymmetrische Verschlüsselung
- PGP und S/MIME
- Praktischer Einsatz
- Noch zu lösen ...

Noch zu lösen ...

- Zwei konkurrierende Standards
  - PGP und S/MIME inkompatibel trotz gleicher Verfahren
- Wenige Teilnehmer
- Mobiler Einsatz
- Überwachung der Verkehrsdaten
- Vertrauen

... aber:

Quellen

Arbeitskreis Vorratsdatenspeicherung (2008): Forsa-Umfrage: Vorratsdatenspeicherung verhindert sensible Gespräche. Pressemitteilung des Arbeitskreis Vorratsdatenspeicherung vom 03./04.06.2008. Arbeitskreis Vorratsdatenspeicherung. Online verfügbar unter http://www.daten-speicherung.de/data/forsa_2008-06-03.pdf, zuletzt aktualisiert am 2008-06-03 Di, zuletzt geprüft am 2009-05-24 So.

Bundesnetzagentur (2009): Bundesnetzagentur | Häufig gestellte Fragen zur Vorratsdatenspeicherung. Bundesnetzagentur. Online verfügbar unter http://www.bundesnetzagentur.de/enid/Informationen_zum_Thema__Vorratsdatenspeicherung_/Haeufig_gestellte_Fragen_zur_Vorratsdatenspeicheru_4rq.html, zuletzt aktualisiert am 2009-05-24, zuletzt geprüft am 2009-05-24 So.

Financial Times Deutschland online (2009): FTD.de - Forschungsprojekt: Alarmanlage gegen Hacker-Angriffe - Forschung. Financial Times Deutschland online. Online verfügbar unter http://www.ftd.de/forschung_bildung/forschung/:Forschungsprojekt-Alarmanlage-gegen-Hacker-Angriffe/497283.html, zuletzt aktualisiert am 2009-04-06, zuletzt geprüft am 2009-05-25 Mo.

Hauer, Philipp (2006-12-13): Asymmetrische Verschlüsselung. Theoretische Abhandlung. Eine Präsentation von Philipp Hauer 2006. Veranstaltung vom 2006-12-13. Ribnitz-Damgarten. Online verfügbar unter http://www.philipphauer.de/info/info/asymmetrische-verschluesselung/asymmetrische-Verschluesselung.ppt, zuletzt geprüft am 2009-05-24 So.

Hauer, Philipp (2006): Asymmetrische Verschlüsselung/Public-Key-Verfahren. Das Verfahren. Die Vorteile/Pro und Nachteile/Kontra. Eine Präsentation von Philipp Hauer vom 13.12.2006. Erstmals gehalten am Richard-Wossidlo-Gymnasium. Online verfügbar unter http://www.philipphauer.de/info/info/asymmetrische-verschluesselung/, zuletzt aktualisiert am 24.05.09, zuletzt geprüft am 2009-05-24 So.

Kersken, Sascha (2008): IT-Handbuch für Fachinformatiker. 19.2 Netzwerk- und Serversicherheit. Galileo Press. (Galileo Computing). Online verfügbar unter http://openbook.galileocomputing.de/it_handbuch/fachinformatiker_19_it_sicherheit_002.htm, zuletzt aktualisiert am 2007-10-31, zuletzt geprüft am 2009-05-23 Sa.

Kirsch, Christian (2001): S/MIME vs. OpenPGP: Eine Entscheidungshilfe. Management und Wissen. E-Mail-Verschlüsselung. Online verfügbar unter http://www.kes.info/archiv/online/01-01-60-SMIMEvsOpenPGP.htm, zuletzt aktualisiert am 2001-05-17, zuletzt geprüft am 2009-05-25 Mo.

Kreutzmann, Ralf: GnuPT 3.6.4 | Gnu Privacy Tools. Online verfügbar unter http://www.gnupt.de/wp/?p=3, zuletzt geprüft am 2009-05-25 Mo.

mozilla.org (2008): Enigmail :: Thunderbird Add-ons. mozilla.org. Online verfügbar unter https://addons.mozilla.org/de/thunderbird/addon/71, zuletzt geprüft am 2009-05-25 Mo.

Müller-Quade, Jörn (o. J.): Hieroglyphen, Enigma, RSA. Eine Geschichte der Kryptographie. Fakultät für Informatik, Universität Karlsruhe (TH). Online verfügbar unter http://iaks-www.ira.uka.de/eiss/fileadmin/User/enigma.pdf, zuletzt aktualisiert am 2006-10-26 Do, zuletzt geprüft am 2009-05-24 So.

Otto, Alexander (2003): Internet-Sicherheit für Einsteiger. Für Homeanwender & kleine Firmennetze. Sicherheitslücken & Abwehrmaßnahmen, Schritt-für-Schritt-Anleitungen, CD-ROM mit vielen Sicherheits-Tools. 1. Aufl. Bonn: Galileo Press.

Patholog [Pseudonym] (2008): Gmail and expose... Security for Dummies. Online verfügbar unter http://security4dummies.wordpress.com/2008/07/12/gmail-and-expose/, zuletzt aktualisiert am 23.05.09, zuletzt geprüft am 2009-05-23 Sa.

Shah, Agam (2008): Laptops Lost Like Hot Cakes at US Airports - Business Center - PC World. Monday, June 30, 2008 12:30 PM PDT. PC World Business Center. Online verfügbar unter http://www.pcworld.com/businesscenter/article/147739/laptops_lost_like_hot_cakes_at_us_airports.html, zuletzt aktualisiert am 2009-05-23, zuletzt geprüft am 2009-05-23 Sa.

Quellen

Wikipedia (de) (2009): S/MIME - Wikipedia, the free encyclopedia. Wikipedia (de). Online verfügbar unter http://en.wikipedia.org/wiki/S/MIME, zuletzt aktualisiert am 2009-05-18, zuletzt geprüft am 2009-05-25 Mo.

Wikipedia (de) (2009): Telekommunikations-Überwachungsverordnung – Wikipedia. Wikipedia (de). Online verfügbar unter http://de.wikipedia.org/wiki/TK%C3%9CV, zuletzt aktualisiert am 2009-05-19, zuletzt geprüft am 2009-05-24 So.

Wikipedia (de) (2009): Symmetrisches Kryptosystem – Wikipedia. Wikipedia (de). Online verfügbar unter http://de.wikipedia.org/wiki/Symmetrisches_Kryptosystem, zuletzt aktualisiert am 2009-05-12, zuletzt geprüft am 2009-05-24 So.

Wikipedia (de) (2009): Enigma (Maschine) – Wikipedia. Wikipedia (de). Online verfügbar unter http://de.wikipedia.org/wiki/Enigma_(Maschine), zuletzt aktualisiert am 2009-05-16, zuletzt geprüft am 2009-05-24 So.

Wikipedia (de) (2009): Diffie-Hellman-Schlüsselaustausch – Wikipedia. Wikipedia (de). Online verfügbar unter http://de.wikipedia.org/wiki/Diffie-Hellman-Algorithmus, zuletzt aktualisiert am 2009-05-20, zuletzt geprüft am 2009-05-24 So.

Wikipedia (de) (2009): Kryptographie – Wikipedia. Wikipedia (de). Online verfügbar unter http://de.wikipedia.org/wiki/Kryptographie, zuletzt aktualisiert am 2009-05-22, zuletzt geprüft am 2009-05-24 So.

Wikipedia (de) (2009): Vorratsdatenspeicherung – Wikipedia. Wikipedia (de). Online verfügbar unter http://de.wikipedia.org/wiki/Vorratsdatenspeicherung, zuletzt aktualisiert am 2009-05-23, zuletzt geprüft am 2009-05-24 So.

Wikipedia (de) (2009): RSA-Kryptosystem – Wikipedia. Wikipedia (de). Online verfügbar unter http://de.wikipedia.org/wiki/RSA-Kryptosystem, zuletzt aktualisiert am 2009-05-20, zuletzt geprüft am 2009-05-24 So.

Wikipedia (de) (2009): Geschichte der Kryptographie – Wikipedia. Wikipedia (de). Online verfügbar unter http://de.wikipedia.org/wiki/Geschichte_der_Kryptographie, zuletzt aktualisiert am 2009-05-22, zuletzt geprüft am 2009-05-24 So.

Quellen

Wikipedia (de) (2009): Asymmetrisches Kryptosystem – Wikipedia. Wikipedia (de). Online verfügbar unter http://de.wikipedia.org/wiki/Asymmetrisches_Kryptosystem, zuletzt aktualisiert am 2009-05-11, zuletzt geprüft am 2009-05-24 So.

Wikipedia (de) (2009): OpenPGP – Wikipedia. Wikipedia (de). Online verfügbar unter http://de.wikipedia.org/wiki/OpenPGP, zuletzt aktualisiert am 2009-03-30, zuletzt geprüft am 2009-05-25 Mo.

Wikipedia (de) (2009): Skytale – Wikipedia. Wikipedia (de). Online verfügbar unter http://de.wikipedia.org/wiki/Skytale, zuletzt aktualisiert am 2009-04-05, zuletzt geprüft am 2009-05-25 Mo.

Wikipedia (de) (2009): Kerckhoffs' Prinzip – Wikipedia. Wikipedia (de). Online verfügbar unter http://de.wikipedia.org/wiki/Kerckhoffs%E2%80%99_Prinzip, zuletzt aktualisiert am 2009-03-07, zuletzt geprüft am 2009-05-24 So.

Wikipedia (de) (2009): Rabin-Kryptosystem – Wikipedia. Wikipedia (de). Online verfügbar unter http://de.wikipedia.org/wiki/Rabin-Kryptosystem, zuletzt aktualisiert am 2009-03-25, zuletzt geprüft am 2009-05-24 So.

Wikipedia (de) (2009): Elgamal-Kryptosystem – Wikipedia. Wikipedia (de). Online verfügbar unter http://de.wikipedia.org/wiki/Elgamal-Kryptosystem, zuletzt aktualisiert am 2009-04-12, zuletzt geprüft am 2009-05-24 So.

Wikipedia (de) (2009): Verschiebechiffre – Wikipedia. Wikipedia (de). Online verfügbar unter http://de.wikipedia.org/wiki/C%C3%A4sar-Chiffre, zuletzt aktualisiert am 2009-04-30, zuletzt geprüft am 2009-05-24 So.

Wikipedia (de) (2009): Claude Elwood Shannon – Wikipedia. Wikipedia (de). Online verfügbar unter http://de.wikipedia.org/wiki/Claude_Shannon, zuletzt aktualisiert am 2009-05-03, zuletzt geprüft am 2009-05-24 So.

Wikipedia (de) (2009): Elliptic Curve Cryptography – Wikipedia. Wikipedia (de). Online verfügbar unter http://de.wikipedia.org/wiki/Elliptische-Kurven-Kryptosystem, zuletzt aktualisiert am 2009-04-13, zuletzt geprüft am 2009-05-24 So.

Wikipedia (de) (2009): Hybride Verschlüsselung – Wikipedia. Wikipedia (de). Online verfügbar unter http://de.wikipedia.org/wiki/Hybride_Verschl%C3%BCsselung, zuletzt aktualisiert am 2009-04-23, zuletzt geprüft am 2009-05-24 So.

Danke fürs Zuhören