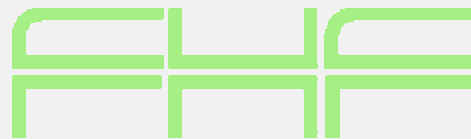


Sichere Web Services -- Techniken und Einsatz Erfahrungen



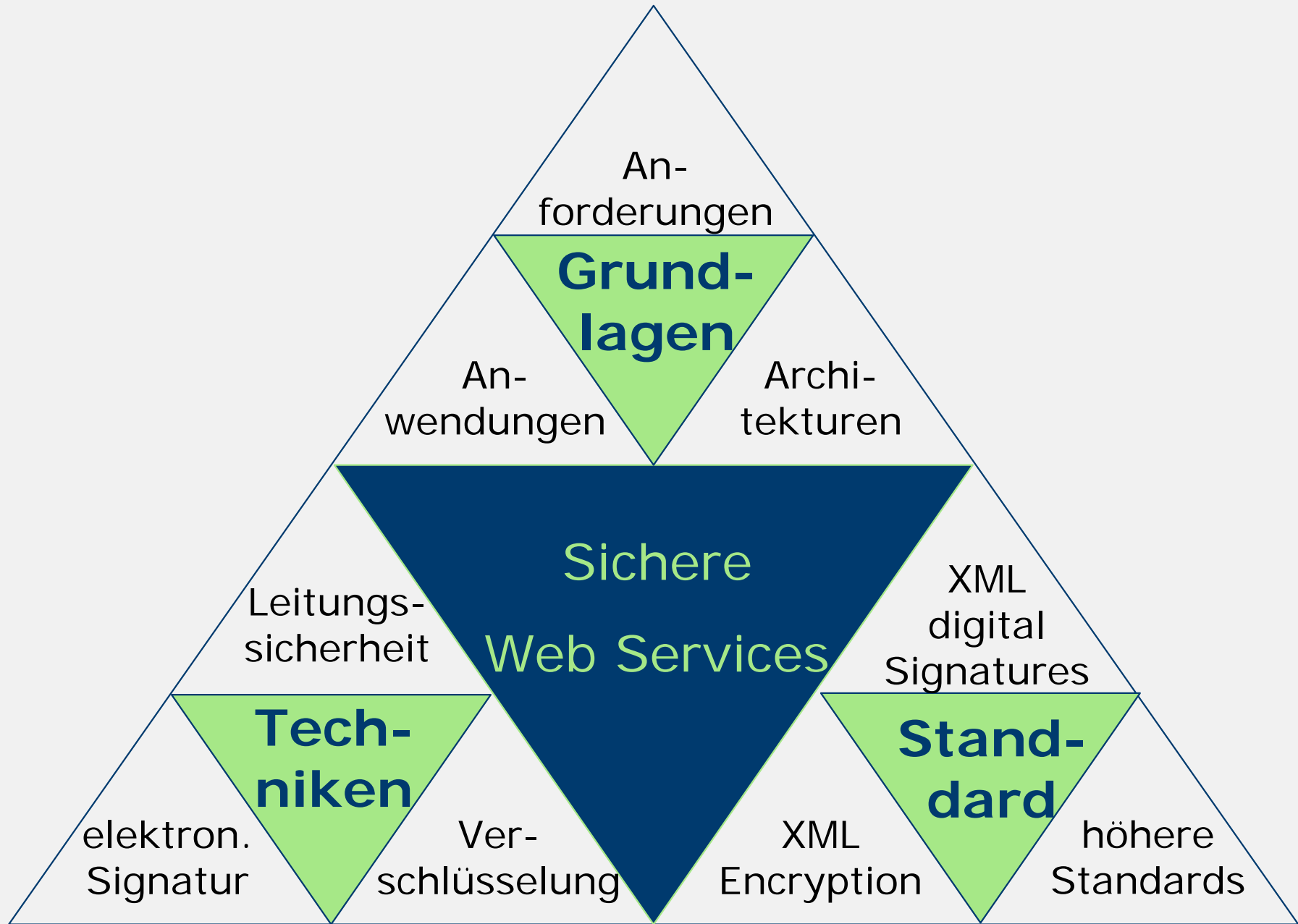
Prof. Mario Jeckle

Fachhochschule Furtwangen

mario@jeckle.de

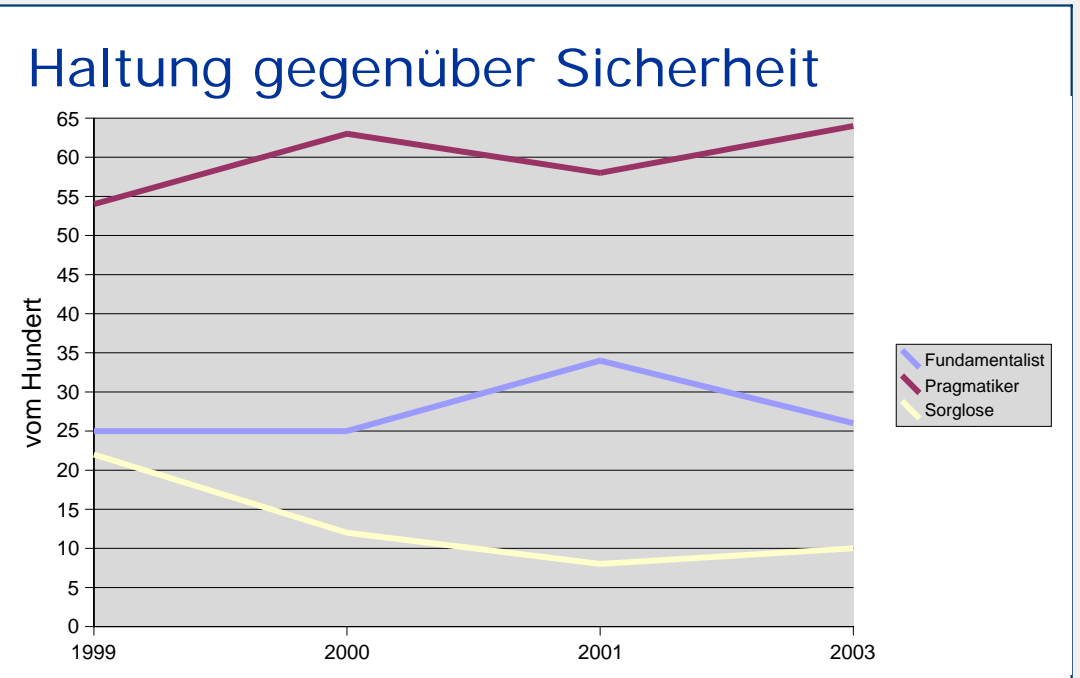
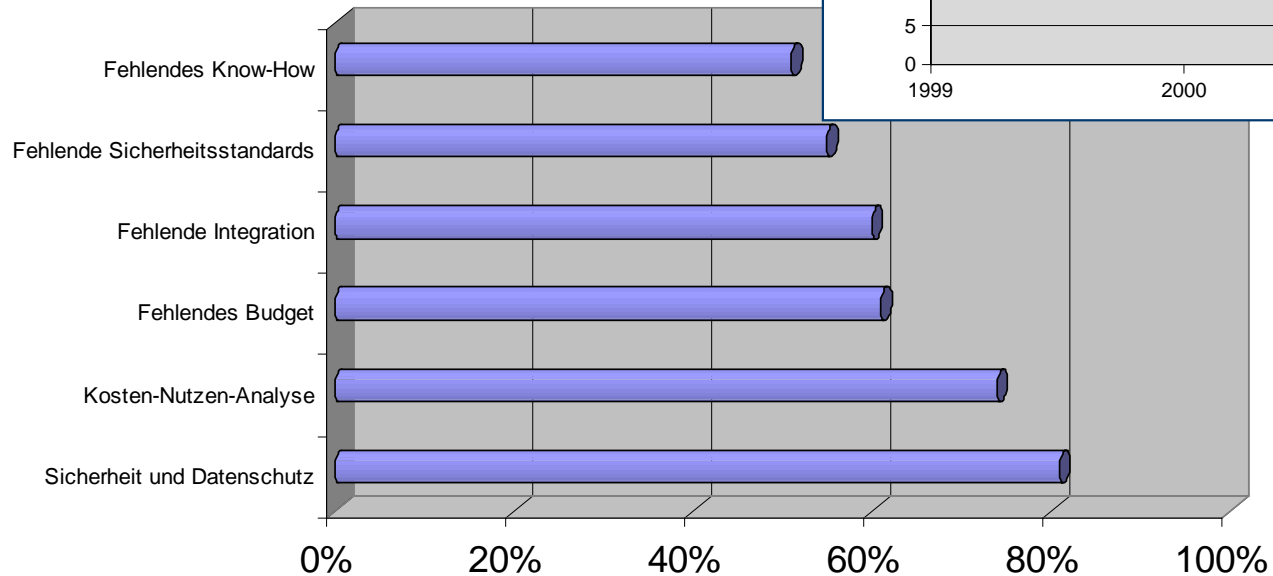
<http://www.jeckle.de>

SPIQ Freiburg, 2003-02-05



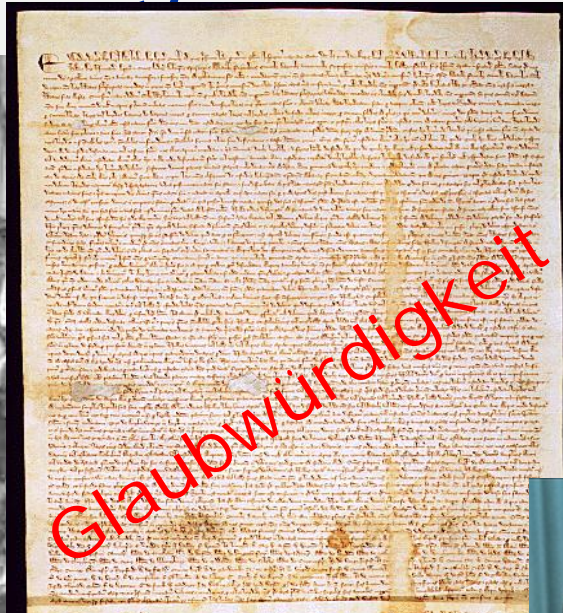
Zur Einstimmung ...

Hemmschuhe im Einsatz sicherer Web Services



Quelle: Meta Group/Computer Zeitung 29/2003

Grundlagen: Anforderungen



Verbindlichkeit

Glaubwürdigkeit

Berechtigung

Vertraulichkeit

(Daten) Konsistenz

Grundlagen: Anforderungen

- **Vertraulichkeit** (confidentiality)
Schutz der Daten vor dem (lesenden) Zugriff unbefugter Dritter
- **Berechtigung** (authorization)
Gewährleistet Befugnis des Anforderers zur Nutzung des Diensten
- **(Daten-)Konsistenz** (data integrity)
Verlangt modifikationsfreies Eintreffen der versandten Daten
- **Glaubwürdigkeit des Ursprungs**
(message origin authentication)
Garantiert, daß eine Nachricht willentlich durch einen Sender erstellt wurde
- **Verbindlichkeit** (non-repudiation)
Stellt sicher, daß der Sender die Autorenschaft nicht leugnen kann

Grundlagen: Anforderungen

SOAP Envelope

```
<?xml version='1.0' ?>
<env:Envelope xmlns:env="http://www.w3.org/2003/05/soap-envelope">
  <env:Header>
    <e:CallerID
      xmlns:e="http://example.org/callerID"
      env:role="http://www.w3.org/2003/05/soap-envelope/role/next"
      env:mustUnderstand="true">
      <e:reference>uuid:af271da6-3ef6-436d-86da-a0333d0535f0</e:reference>
      <e:dateAndTime>2003-10-20T07:48:00.000+01:00</e:dateAndTime>
    </e:CallerID>
  </env:Header>

  <env:Body>
    <m:message xmlns:m="http://example.org/message">
      Das Pferd frisst keinen Gurkensalat
    </m:message>
  </env:Body>
</env:Envelope>
```

H
E
A
D
E
R

B
O
D
Y

Grundlagen: Anwendungen

- **Vertraulichkeit** (confidentiality)
 - Schutzwürdige Daten im Sinne des BDSG
 - (Staats-)Geheimnisse, Patientendaten, Gehaltsdaten
- **Berechtigung** (authorization)
 - Zugriff auf Systeme und Daten
 - Zugangsberechtigungen
- **(Daten-)Konsistenz** (data integrity)
 - Geschäftsverkehr: Verträge, Angebote, Bestellungen
 - Langzeitarchivierung, Dokumentation
- **Glaubwürdigkeit des Ursprungs** (message origin authentication)
 - Geschäftsverkehr
 - Jegliche vertrauenswürdige Kommunikation (-> SPAM)
- **Verbindlichkeit** (non-repudiation)
 - Bestellungen
 - Gerichtsfeste Dokumente

Grundlagen: Anwendungen

- Grundsätzlich: Einsatz kryptographischer Techniken
 - Verschlüsselung
 - davon abgeleitet: Digitale Signatur
- Prinzip: Erweiterung oder Modifikation der zu übertragenden Daten um gewünschten Anforderungen zu genügen
- Technik: Verschiedene mathematische Verfahren
 - Schlüsselaustausch nach Diffie-Hellman
 - Rivest-Shamir-Adleman (RSA)
 - Data Encryption Standard (DES)
 - Advanced Encryption Standard/Rijndael
 - IDEA
 - Twofish
 - ...

Grundlagen: Anwendungen

Verschlüsselung:

- **Symmetrisch:** Sender und Empfänger besitzen den selben Schlüssel
- **Asymmetrisch:** Sender und Empfänger besitzen verschiedene Schlüssel

Vorgehen (Verschlüsselung):

1. (unchiffrierter) Klartext

Das Pferd frisst keinen Gurkensalat

2. Geheimer Schlüssel

SECRETKEYWORD

3. Chiffre (=verschlüsselter Klartext)

Veu Gjxbh dnwjl ogzrxx Ksnyvqkenrx

Grundlagen: Anwendungen

Verschlüsselung:

- **Symmetrisch:** Sender und Empfänger besitzen den selben Schlüssel
- **Asymmetrisch:** Sender und Empfänger besitzen verschiedene Schlüssel

Vorgehen (Verschlüsselung):

1. (unchiffrierter) Klartext

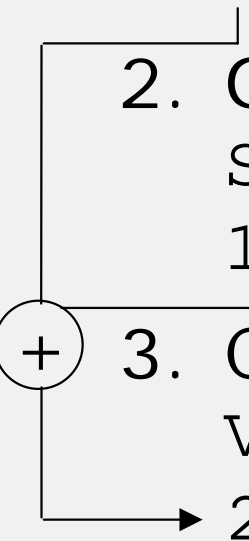
D a s P f e r d ...
3 0 18 15 5 4 17 3 ...

2. Geheimer Schlüssel

S E C R E T K E Y W O R D
18 4 2 17 4 19 10 4 24 22 14 17 4

3. Chiffre (= verschlüsselter Klartext)

V e u G j x b h ...
21



Grundlagen: Anwendungen

Verschlüsselung:

- **Symmetrisch:** Sender und Empfänger besitzen den selben Schlüssel
- **Asymmetrisch:** Sender und Empfänger besitzen verschiedene Schlüssel

Vorgehen (Verschlüsselung):

1. (unchiffrierter) Klartext

D a s P f e r d . . .
3 0 18 15 5 4 17 3 . . .

2. Geheimer Schlüssel

S E C R E T K E Y W O R D
18 4 2 17 4 19 10 4 24 22 14 17 4

3. Chiffre (=verschlüsselter Klartext)

V e u G j x b h . . .
21 4

Grundlagen: Anwendungen

Verschlüsselung:

- **Symmetrisch:** Sender und Empfänger besitzen den selben Schlüssel
- **Asymmetrisch:** Sender und Empfänger besitzen verschiedene Schlüssel

Vorgehen (Verschlüsselung):

1. (unchiffrierter) Klartext

D a s P f e r d . . .
3 0 18 15 5 4 17 3 . . .

2. Geheimer Schlüssel

S E C R E T K E Y W O R D
18 4 2 17 4 19 10 4 24 22 14 17 4

3. Chiffre (=verschlüsselter Klartext)

V e u G j x b h . . .
21 4 20

Grundlagen: Anwendungen

Verschlüsselung:

- **Symmetrisch:** Sender und Empfänger besitzen den selben Schlüssel
- **Asymmetrisch:** Sender und Empfänger besitzen verschiedene Schlüssel

Vorgehen (Verschlüsselung):

1. (unchiffrierter) Klartext

D a s P f e r d ...
3 0 18 15 5 4 17 3 ...

2. Geheimer Schlüssel

S E C R E T K E Y W O R D
18 4 2 17 4 19 10 4 24 22 14 17 4

3. Chiffre (=verschlüsselter Klartext)

V e u G j x b h ...
21 4 20 6

$$17+15 \bmod 26 \equiv 6$$

Grundlagen: Anwendungen

Verschlüsselung:

- **Symmetrisch:** Sender und Empfänger besitzen den selben Schlüssel
- **Asymmetrisch:** Sender und Empfänger besitzen verschiedene Schlüssel

Vorgehen (Verschlüsselung):

1. (unchiffrierter) Klartext

D a s P f e r d . . .
3 0 18 15 5 4 17 3 . . .

2. Geheimer Schlüssel

S E C R E T K E Y W O R D
18 4 2 17 4 19 10 4 24 22 14 17 4

3. Chiffre (=verschlüsselter Klartext)

V e u G j x b h . . .
21 4 20 6 9 23 27 7 . . .

Grundlagen: Anwendungen

Verschlüsselung:

- **Symmetrisch:** Sender und Empfänger besitzen den selben Schlüssel
- **Asymmetrisch:** Sender und Empfänger besitzen verschiedene Schlüssel

Vorgehen (Entschlüsselung):

1. Chiffre (= verschlüsselter Klartext)

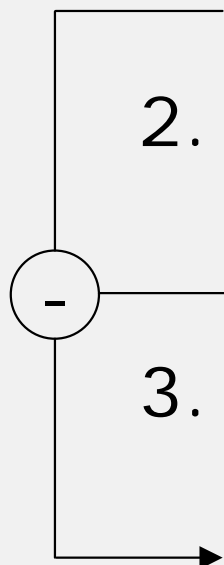
V e u G j x b h ...
21 4 20 6 9 23 27 7 ...

2. Geheimer Schlüssel

S E C R E T K E Y W O R D
18 4 2 17 4 19 10 4 24 22 14 17 4

3. (unchiffrierter) Klartext

D a s P f e r d ...
3 0 18 15 5 4 17 3 ...



Grundlagen: Anwendungen

Verschlüsselung:

- Symmetrisch: Sender und Empfänger besitzen den selben Schlüssel
- **Asymmetrisch:**
Sender und Empfänger besitzen verschiedene Schlüssel

Vorgehen (Verschlüsselung):

1. (unchiffrierter) Klartext

Das Pferd frisst keinen Gurkensalat

2. Geheimer *Verschlüsselungsschlüssel*

YOUDONTKNOW

3. Chiffre (= verschlüsselter Klartext)

Bom Strkn sfeggn nsvgoa Uqppyqgnekq

Prinzip:

$$D+Y=B$$

$$a+0=o$$

...

Grundlagen: Anwendungen

Verschlüsselung:

- Symmetrisch: Sender und Empfänger besitzen den selben Schlüssel
- **Asymmetrisch:**
Sender und Empfänger besitzen verschiedene Schlüssel

Vorgehen (Entschlüsselung):

1. Chiffre (= verschlüsselter Klartext)

Bom Strkn sfeggn nsvgoa Uqppyqgnekq

2. Geheimer *Entschlüsselungsschlüssel*

CMGWMNHQNME

3. (unchiffrierter) Klartext

Das Pferd frisst keinen Gurkensalat

Prinzip:

$$B+C=D$$

$$o+M=a$$

...

Grundlagen: Anwendungen

Verschlüsselung:

- Symmetrisch: Sender und Empfänger besitzen den selben Schlüssel

- **Asymmetrisch:**

Sender und Empfänger besitzen verschiedene Schlüssel

- Die beiden Schlüssel stehen in einem mathematischen Zusammenhang
- Die richtige Wahl des Verfahrens der Schlüsselerzeugung verhindert in der Praxis die Berechnung des einen Schlüssels aus dem anderen
- Zusammenhang im Beispiel:
Einzelne Schlüsselkomponenten geben immer 26 und führen damit einen vollständigen Alphabetchlauf herbei.
- Bekannteste Anwendung asymmetrischer Verschlüsselung:
 - Pretty Good Privacy
 - Digitale Signaturen

Grundlagen: Anwendungen

Verschlüsselung:

- Symmetrisch: Sender und Empfänger besitzen den selben Schlüssel
- **Asymmetrisch:**
Sender und Empfänger besitzen verschiedene Schlüssel
- Zusammenhang im Beispiel:
Einzelne Schlüsselkomponenten geben immer 26 und führen damit einen vollständigen Alphabetdurchlauf herbei.

Schlüssel 1:	Y	O	U	D	O	N	T	...
	24	14	20	3	14	13	19	...
Schlüssel 2:	C	M	G	W	M	N	H	...
	2	12	6	22	12	13	7	...
	<hr/>							...
	26	26	26	26	26	26	26	...

Grundlagen: Anwendungen

Verschlüsselung:

- Symmetrisch: Sender und Empfänger besitzen den selben Schlüssel
- **Asymmetrisch:**
Sender und Empfänger besitzen verschiedene Schlüssel
- Zusammenhang im Beispiel:
Einzelne Schlüsselkomponenten geben immer 26 und führen damit einen vollständigen Alphabetdurchlauf herbei.

0 A	13 N
1 B	14 O
2 C	15 P
3 D	16 Q
4 E	17 R
5 F	18 S
6 G	19 T
7 H	20 U
8 I	21 V
9 J	22 W
10 K	23 X
11 L	24 Y
12 M	25 Z

D	a	s	Pferd	...
3	0	18	...	
Y	O	U	DONT	...
24	14	20	...	
B	o	m	Strkn	...
1	14	12	...	
C	M	G	W	...
2	12	6	22	...
D	a	s	Pferd	...
3	0	18	...	

Ver-
schlüsselung

Ent-
schlüsselung

Grundlagen: Anwendungen

Verschlüsselung:

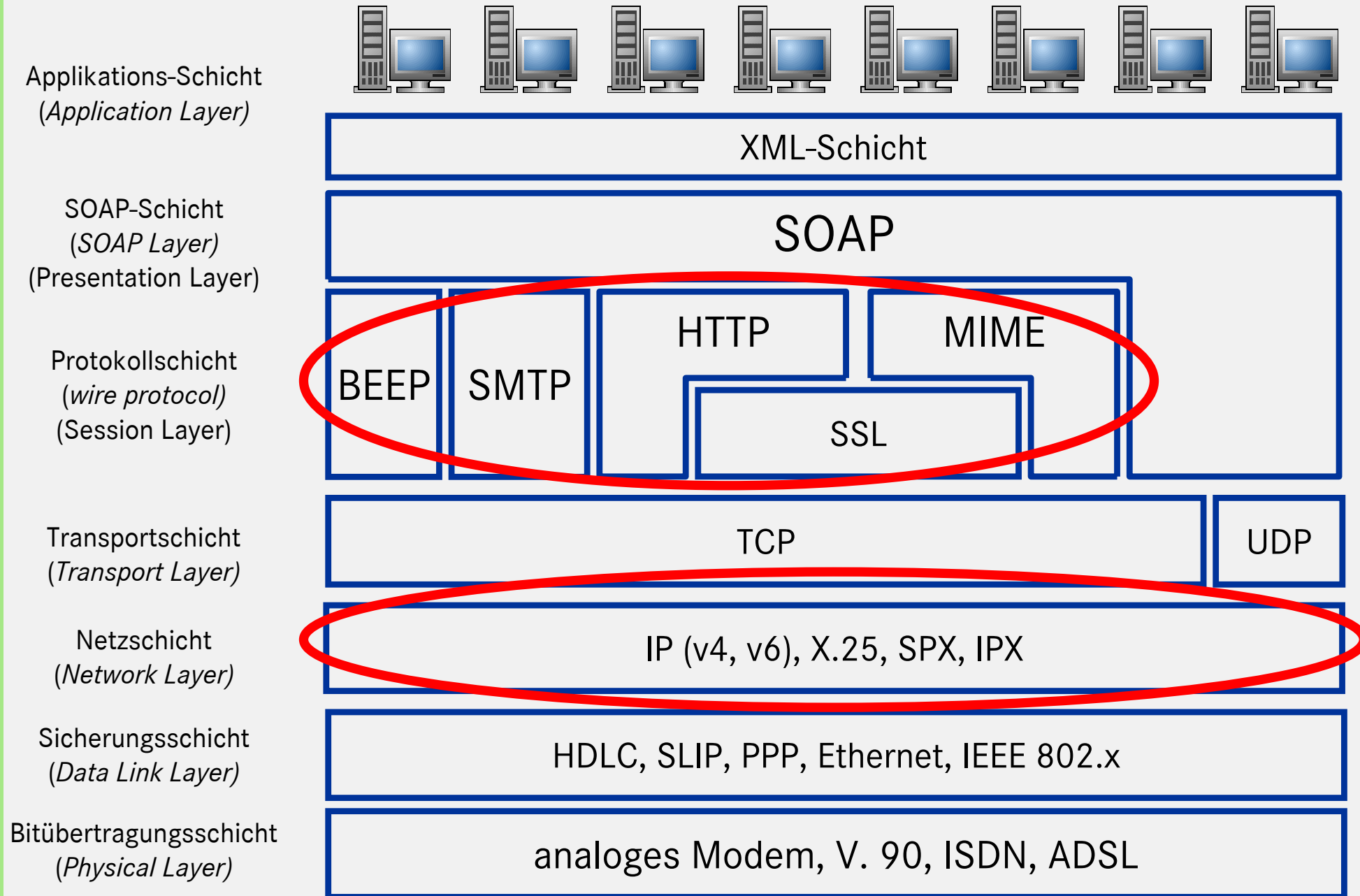
- Symmetrisch: Sender und Empfänger besitzen den selben Schlüssel

- **Asymmetrisch:**

Sender und Empfänger besitzen verschiedene Schlüssel

- Die beiden Schlüssel stehen in einem mathematischen Zusammenhang
- Die richtige Wahl des Verfahrens der Schlüsselerzeugung verhindert in der Praxis die Berechnung des einen Schlüssels aus dem anderen
- Zusammenhang im Beispiel:
Einzelne Schlüsselkomponenten geben immer 26 und führen damit einen vollständigen Alphabetchlauf herbei.
- Bekannteste Anwendung asymmetrischer Verschlüsselung:
 - Pretty Good Privacy
 - Digitale Signaturen

Techniken: Leitungssicherheit



Techniken: Leitungssicherheit

- Bekannte Techniken zur Leitungssicherung
 - SSL/TLS
 - Sichert HTTP-Schicht
 - Erfüllt alle gesteckten Sicherheitsziele
 - IPSEC
 - Sichert IP-Schicht
 - Erfüllt alle gesteckten Sicherheitsziele

Techniken: Leitungssicherheit

Einsatz von Leitungssicherheit für Web Services kaum geeignet ...

- SSL sichert nur Punkt zu Punkt Verbindungen
- Nur für bestimmte Übertragungsprotokolle einsetzbar
- Asynchrone Aufrufe nicht unterstützt
- Gesamte übertragene Daten werden gesichert

⇒ Intermediäre nicht mehr nutzbar

⇒ SOAP-Header nicht mehr auswertbar

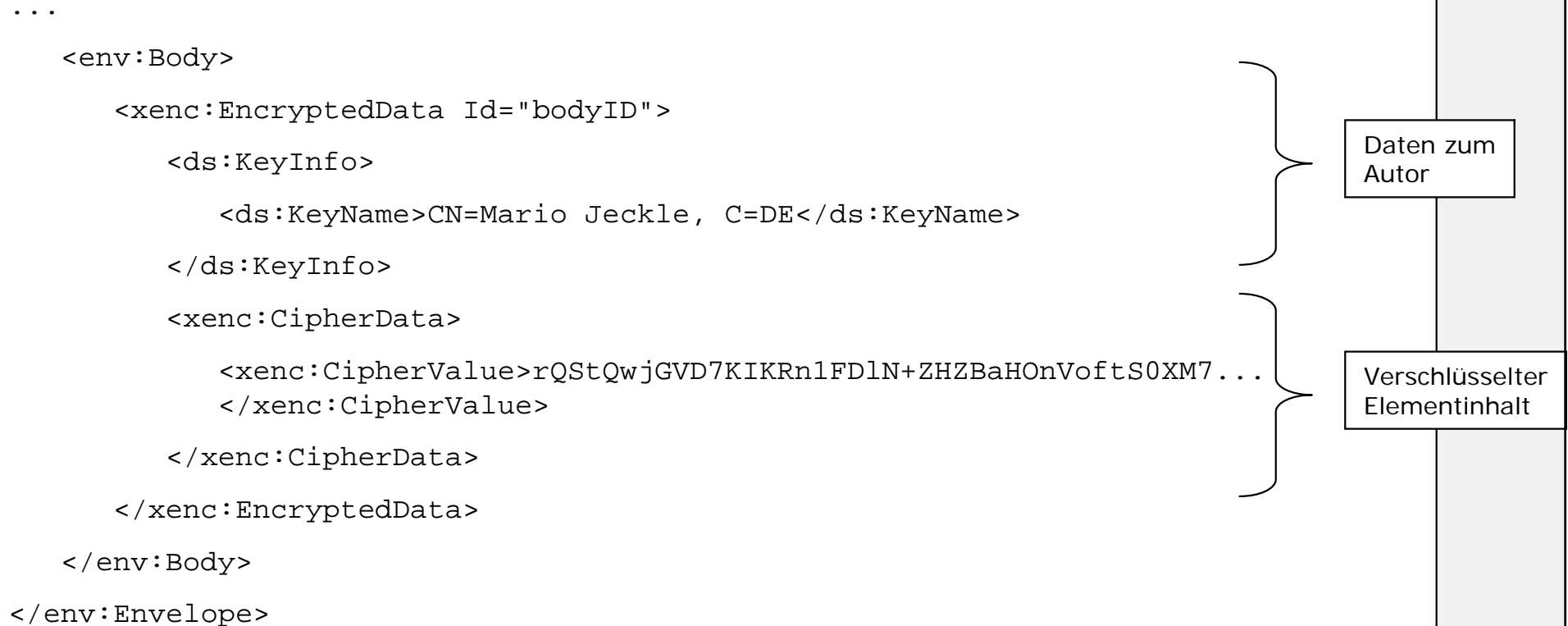
Techniken: Verschlüsselung

- Ziel:
 - Vertraulichkeitsschutz
- Ablauf:
 - Sender bearbeitet zu übertragende Daten so, daß sie ausschließlich für den intendierten Adressaten lesbar sind
 - Übertragung der so chiffrierten Daten
 - Empfänger entschlüsselt Daten

Techniken: Verschlüsselung



Techniken: Verschlüsselung



Techniken: Verschlüsselung

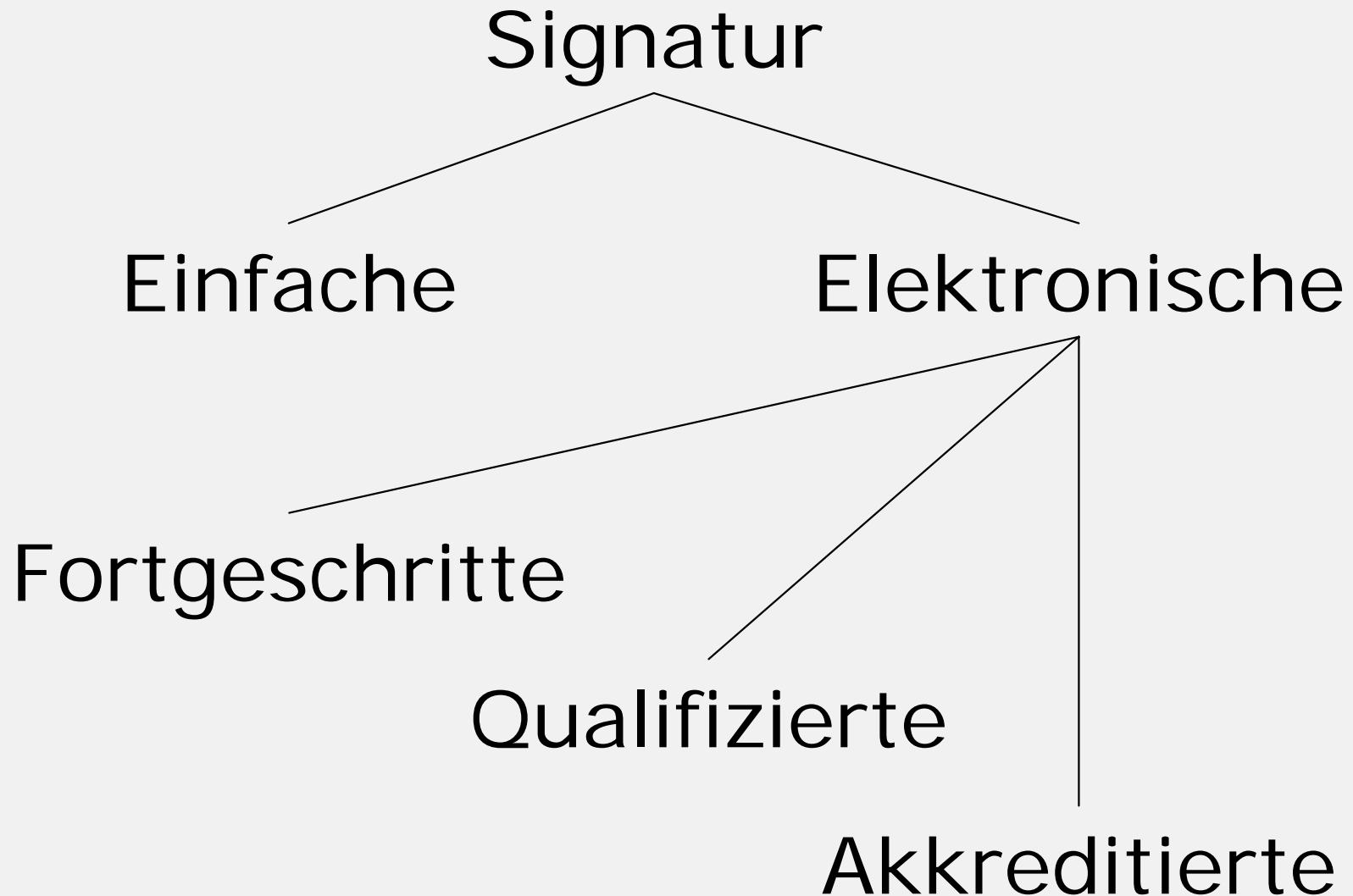
Zusammenfassung

- Erreichung des gesteckten Ziels:
Schutz der Vertraulichkeit
- Kryptographische Veränderung des
Nutzdateninhaltes
(Bedarfsgesteuerte Anwendung möglich)
- Übertragung von verschlüsseltem Dokument
und beschreibenden Metadaten
- Durch bestehende Umsetzungen
(teilweise sogar als Open-Source verfügbar)
leicht in existierende XML-Lösungen
integrierbar

Techniken: Elektronische Unterschrift

- Ziele:
 - Aufdeckung potentieller Datenverfälschung
 - Unbestreitbare Autorenschaft
 - Rechtliche Verbindlichkeit
- Ablauf:
 - Sender „unterschreibt“ zu übertragende Daten
 - Übertragung von Daten und Unterschrift
 - Empfänger prüft Unterschrift

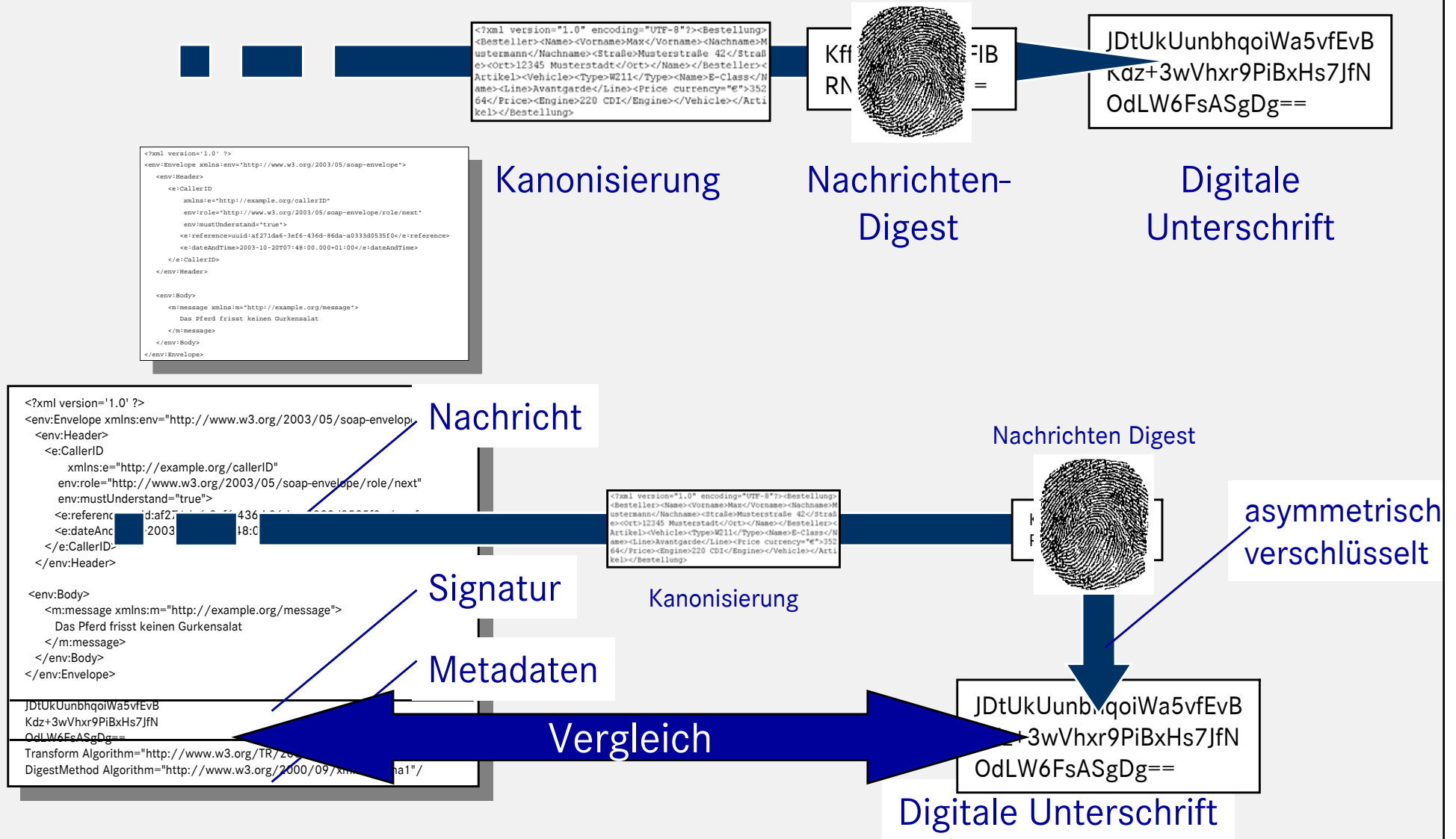
Techniken: Elektronische Unterschrift



Techniken: Elektronische Unterschrift

- Elektronische Signatur
 - § 2 Nr. 1 SigG
 - Keine Sicherheitsanforderungen
- Fortgeschrittene elektronische Signatur
 - § 2 Nr. 2 SigG
 - Ausschließliche Zuordnung an Unterzeichner
 - Identifizierung des Unterzeichners
 - Erzeugung unter alleiniger Kontrolle des Unterzeichners
 - Erkennbarkeit nachträglicher Veränderungen
 - Beispiel: Pretty good Privacy
- Qualifizierte elektronische Signatur
 - § 2 Nr. 3 SigG
 - Beruhen auf gültigem qualifiziertem Zertifikat
 - Inhaltliche Anforderungen an Zertifikat
 - Staatliche Aufsicht aber genehmigungsfrei
 - Haftung
- Akkreditierte elektronische Signatur
 - § 15 SigG
 - Wie qualifizierte Signatur
 - Vorabprüfung durch Zertifizierungsdienstanbieter
 - Gesonderte Prüfung der technischen Komponenten
 - RegTP stellt Wurzelzertifikat aus
 - Beispiel: Signtrust

Techniken: Elektronische Unterschrift



Standards: XML-Verschlüsselung

- XML Encryption Syntax and Processing (W3C Recommendation seit 2002-12-10)
- Web Service-Security (OASIS) SOAP Message Security (Working Draft 2003-08-27)
- Kennzeichen
 - Operieren ausschließlich auf der Applikationsebene und sind daher netzwerkseitig transparent
 - bilden ein Rahmenwerk
 - sind um Algorithmen erweiterbar
 - sind interoperabel (Signatur nach Verschlüsselung möglich und getestet)
 - XML Encryption gestatten auch Super-Encryption (d.h. Verschlüsselung bereits verschlüsselter Inhalte)
 - lassen Infrastruktur (z.B. PKI RFC 2459) außer Acht

Standards: XML Signatur

- XML Digital Signatures
(W3C Recommendation/IETF RFC 3072 seit 2002-02-12)
- Web Service-Security (OASIS)
SOAP Message Security
(Committee Draft 2004-01-19)
- Kennzeichen
 - Operieren ausschließlich auf der Applikationsebene und sind daher netzwerkseitig transparent
 - bilden ein Rahmenwerk
 - sind um Algorithmen erweiterbar
 - sind interoperabel
(Signatur nach Verschlüsselung möglich und getestet)
 - lassen Infrastruktur (z.B. PKI RFC 2459) außer Acht

Standards: höhere Standards

Extensible Access Control Markup Language
(XACML)

Security Assertions Markup Language
(SAML)

XML Digital Signatures

XML Encryption

XKMS

X-KISS

X-KRSS

Standards: höhere Standards

- W3C:
 - XML Key Management (XKMS)
Zugriffsprotokoll auf Schlüsselmanagementsdienst
- OASIS-Anwendungsstandards
 - Extensible Access Control Markup Language (XACML)
Richtlinien (*policies*) für den Datenzugriff
 - Security Assertions Markup Language (SAML)
Darstellung und Austausch von Authentisierungsdaten.

Sichere Web Services: Erfahrungen

.NET-Erfahrungen

- Bestehende API instabil und durch Service Pack geändert.
- Anfänglich keine Interoperabilität mit Java erzielbar.

Sichere Web Services: Erfahrungen

Anwenderakzeptanz und -toleranz

- Sicherheit ist ein sozio-technisches Problem.
- Sicherheit wird gefordert und ihr Vorhandensein generell begrüßt.
- Realisierte Lösung erfordert Identifikation durch tastaturbasierte Paßworteingabe.
- Manuelle Authentisierung und Autorisierung jedes entfernten Funktionsaufrufs nicht praktikabel.
- Sinnvollerweise Kopplung an Systemlogin (*single-sign-on*).

Sichere Web Services: Erfahrungen

Standards nutzen – Standards setzen

- Standard-basiertheit unbedingt sinnvoll.
- Plattformübergreifende Standards ermöglichen Einsatz der Technik überhaupt erst.
- Implementierungen noch in Kinderschuhen und daher mit Kinderkrankheiten behaftet.
- Konkrete Einsatzkonfiguration des Standards nicht standardisiert ausdrückbar.
=> Erschwert Kontrahierung signifikant.
XML DSig Profile könnte Lösung sein.

XML DSig Profile

- Inhalt:
 - Genutzte Algorithmen per QName.
 - Verwendete Transformationen.
 - ...
- Anwendung:
 - Sinnvollerweise Ablage in UDDI, gemeinsam mit WSDL-formulierter Schnittstellenbeschreibung des Dienstes.
 - Ermöglicht gesicherten Erstkontakt.
- Existierender Ansatz:
 - *Web Service Policy*

XML DSig Profile

Web Service Policy

Ein Beispiel:

```
<wsp:Policy xmlns:wsse="..." xmlns:wsp="...">
  <wsp:ExactlyOne>
    <wsse:SecurityToken wsp:Usage="wsp:Required" wsp:Preference="1">
      <wsse:TokenType>wsse:Kerberosv5TGT</wsse:TokenType>
    </wsse:SecurityToken>
    <wsp:All wsp:Preference="100">
      <wsse:SecurityToken>
        <wsse:TokenType>wsse:X509v3</wsse:TokenType>
      </wsse:SecurityToken>
      <wsse:Integrity>
        <wsse:Algorithm Type="wsse:AlgEncryption"
          URI="http://www.w3.org/2001/04/xmlenc#3des-cbc" />
      </wsse:Integrity>
    </wsp:All>
  </wsp:ExactlyOne>
</wsp:Policy>
```

Sichere Web Services Empfehlungen

- Schulung und Sensibilisierung der Stakeholder.
- Bereitstellung der notwendigen Applikationsschnittstellen
- Identifikation der organisatorischen Ansatzpunkte (Bereiche, Prozesse, Datenflüsse)
- Festlegung des notwendigen Sicherheitsgrades
- Auswahl geeigneter Verfahren für Signatur und Verschlüsselung
- Prozeßimplementierung
Schlüssel- und Zertifikatsverwaltung
- Faustregel: Mindestens fortgeschrittene elektronische Signatur – Notwendigkeit von Verschlüsselung prüfen.

Sichere Web Services Empfehlungen

- Gleichzeitige Realisierung von Sicherheitsmechanismen auf verschiedenen Kommunikationsschichten ist kein Widerspruch
- SSL zwar weit verbreitet aber inadäquat für serviceorientierte Verarbeitung bzw. in der technischen Realisierung zuweilen lückenhaft
=> Einsatz von TLS und/oder S-HTTP
- Sollte Existenz der Kommunikation bereits ein sicherheitsrelevantes Datum darstellen
=> Einsatz von Netzsicherheitsmaßnahmen wie IPSec oder VPN

