

Grundlagen des Datenschutzes und der IT-Sicherheit (Teil 2b)

Vorlesung im Sommersemester 2009
an der Universität Ulm
von Bernhard C. Witt

2. Grundlagen der IT-Sicherheit

Grundlagen des Datenschutzes		Grundlagen der IT-Sicherheit	
✓	Geschichte des Datenschutzes	✓	Anforderungen zur IT-Sicherheit
✓	Datenschutzrechtliche Prinzipien	→	Mehrseitige IT-Sicherheit
✓	Technischer Datenschutz		Risiko-Management
✓	Schwerpunktthema zur Vertiefung		Konzeption von IT-Sicherheit

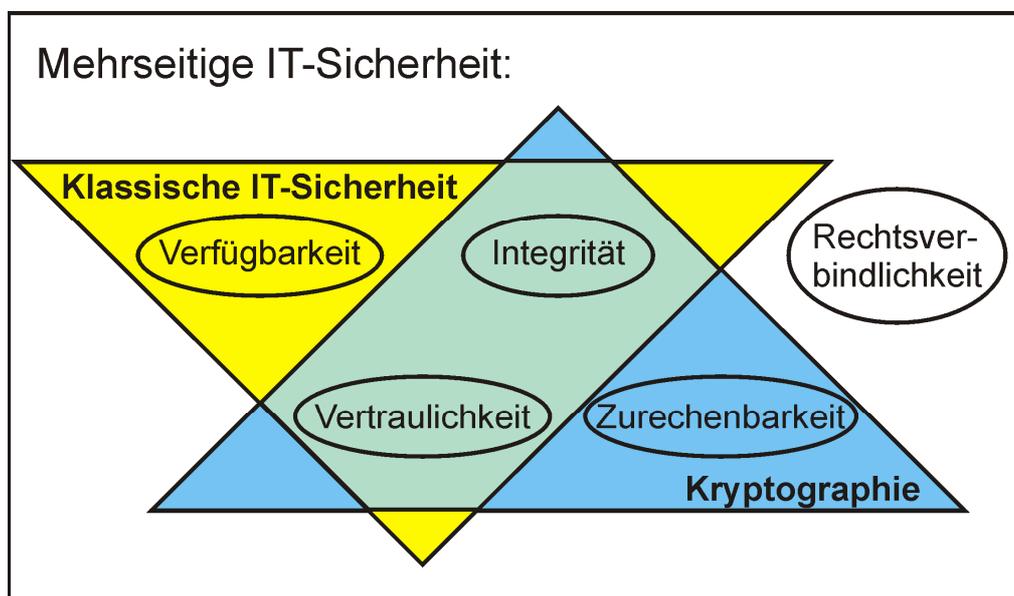
Mehrseitige IT-Sicherheit:

- Kennzeichen mehrseitiger IT-Sicherheit
- Ziele mehrseitiger IT-Sicherheit
 - Verfügbarkeit
 - Integrität
 - Vertraulichkeit
 - Zurechenbarkeit
 - Rechtsverbindlichkeit

Mehrseitige IT-Sicherheit (1)

- 1997: „Duale“ bzw. „Mehrseitige“ IT-Sicherheit entwickelt vom Ladenburger Kolleg „Sicherheit in der Kommunikationstechnik“
- Erweiterung der klassischen Sicherheitsziele, die der Verlässlichkeit der IT-Systeme dienen, um Komponenten zur Beherrschbarkeit der IT-Systeme (→ Integration der Betroffenen-sicht) → komplementäre Sicht
- **Verlässlichkeit** = keine unzulässige Beeinträchtigung der IT-Systeme, Daten bzw. Funktionen/Prozessen im Bestand, ihrer Nutzung oder ihrer Verfügbarkeit
- **Beherrschbarkeit** = keine unzulässige Beeinträchtigung von Rechten oder schutzwürdigen Belangen der Betroffenen durch Vorhandensein oder Nutzung von IT-Systemen

Mehrseitige IT-Sicherheit (2)



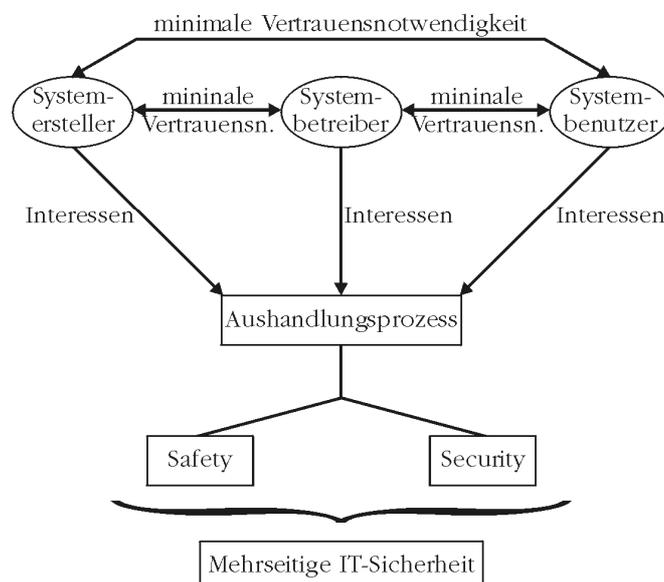
Mehrseitige IT-Sicherheit (3)

Definition 10: Mehrseitige IT-Sicherheit

Schutz von Hardware, Software und Daten vor Gefährdungen vereinbarter Verfügbarkeit, Integrität, Vertraulichkeit, Zurechenbarkeit und Rechtsverbindlichkeit

- Mehrseitige IT-Sicherheit erfordert die Einbeziehung der Schutzinteressen aller Beteiligten:
 - Formulierung der spezifischen Sicherheitsinteressen
 - Erkennen der zu lösenden Schutzkonflikte
 - Aushandlung zur Auflösung dieser Konflikte
 - Durchsetzung eigener Sicherheitsinteressen (Kompromiss)
- **Grundsatz:** Sicherheit mit minimalen Annahmen über andere (d.h.: möglichst wenig Vertrauen in andere setzen müssen)

Mehrseitige IT-Sicherheit (4)



Festgestellte Schadensfälle

Schäden durch	2002	2004	2006	2008
Unfälle (menschl. bzw. techn. Versagen)	79%	73%	70%	64%
Angriffe (ungezielt bzw. gezielt)	43%	60%	43%	36%

Quelle: <kes>-Sicherheitsstudien

- mehr Schäden durch Unfälle zu verzeichnen als durch Angriffe
- (mehrseitige) IT-Sicherheit hat beides zu berücksichtigen
- Ursachenermittlung ergibt differenziertes Bild (Mehrfachnennungen waren möglich; bei <kes> in einer Tabelle aufgelistet)

Ursachen von Schadensfällen durch unabsichtliche Ereignisse

Ursachen unabs. Gefahr	1998	2000	2002	2004	2006	2008
Fehler eigener Mitarbeiter	49%	52%	30%	51%	49%	36%
Fehler durch Externe	7%	6%	9%	15%	30%	16%
höhere Gewalt	5%	5%	3%	8%	12%	4%
Software-bedingte Defekte	35%	30%	19%	43%	46%	26%
Hardware-bedingte Defekte	23%	23%	15%	38%	45%	34%
Dokumentations-bed. Defekte	7%	11%	3%	17%	20%	15%

Quelle: <kes>-Sicherheitsstudien

Ursachen von Schadensfällen durch Angriffe

Formen erlittener Angriffe	1998	2000	2002	2004	2006	2008
Malware (Vir., Würm., Troj.Pf.)	31%	29%	25%	54%	35%	21%
unbefugte Kenntnisnahme	10%	11%	6%	9%	12%	8%
Hacking	-----	-----	8%	9%	12%	11%
Manipulation z. Bereicherung	2%	2%	2%	8%	11%	8%
Sabotage (inkl. DoS-Attacken)	0%	2%	2%	8%	10%	6%

Quelle: <kes>-Sicherheitsstudien

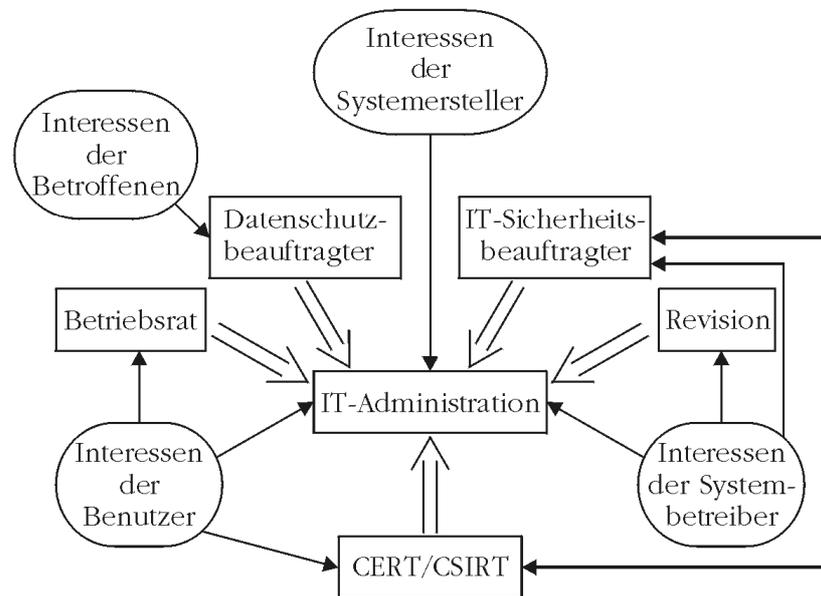
→ Schadensfälle gegen Safety als auch gegen Security aufgetreten

Formen der Angriffe via Internet

Angriffe aus dem Internet	1998	2000	2002	2004
Hacking des Rechners	16%	21%	43%	40%
Beeinträchtigung der Verfügbarkeit	5%	8%	29%	27%
unbefugtes Lesen von Daten	14%	15%	19%	23%
Veränderung von Daten	5%	6%	7%	11%
Abhören von Verbindungsdaten	4%	6%	9%	9%
kein Angriff registriert	61%	59%	57%	45%

Quelle: <kes>-Sicherheitsstudien (2006 & 2008 leider nicht abgefragt)

Akteure zur IT-Sicherheit



Ziele mehrseitiger IT-Sicherheit (1)

Definition 11: Verfügbarkeit (availability)

Gewährleistung, dass das IT-System (für befugte Nutzer) zugänglich und funktionsfähig ist

- Prozessausführung in vorgesehener Weise zum geplanten Zeitpunkt im vorgegebenen Zeitrahmen
- Sicherung vor Ausfällen und ungewolltem Verlust
- betrifft auch die Vollständigkeit des Datenbestands (Nutzdaten, Passwortdaten, Konfigurationsdaten & Protokolldaten)

Berechnung der Verfügbarkeit (1)

$$\text{Verfügbarkeit einer IT-Komponente} = \frac{(\text{vereinbarte Servicezeit} - \text{Ausfallzeit})}{\text{vereinbarte Servicezeit}} \text{ [in \%]}$$

$$\text{Verfügbarkeit eines Dienstes} = \frac{\text{MTBF}}{(\text{MTBF} + \text{MTTR})}$$

Hinweis:

- MTBF = "mean time between failures" (= Gesamtbetriebszeit / Gesamtzahl aufgetretener Fehler); MTTR = "mean time to repair" (= Gesamtreparaturzeit / Gesamtzahl aufgetretener Fehler)
- bei der vereinbarten Servicezeit (wie auch der Gesamtbetriebszeit) werden vereinbarte Wartungszeiten nicht berücksichtigt, da Systemausfälle in diesem Zeitraum ausdrücklich durch die getroffene Vereinbarung abgedeckt sind („geplante Nichtverfügbarkeit“)

Berechnung der Verfügbarkeit (2)

Berücksichtigung **technischer Redundanzen** durch:

$$\text{Redundanz-Verfügbarkeit} = 1 - (1 - \text{Verfügbarkeit}_{\text{normal}})^{\text{Anzahl}}$$

- besonders kritische IT-Systeme können durch technische Redundanz eine deutlich höhere Verfügbarkeit erhalten (Parallelität statt Seriellität!)
- die Angabe von Verfügbarkeiten ist vor allem im Rahmen von **Service Level Agreements (SLAs)** wichtig; Ausfallzeiten (durch unbeabsichtigte Ereignisse & Angriffe) sind teuer
- bei Auftreten von Ausfallzeiten hängt einiges davon ab, welche „Reaktionszeiten“ (bis wann wird auf die Meldung reagiert?) und „Problembeseitigungszeiten“ (bis wann ist das gemeldete Problem behoben?) mit einem entsprechenden Serviceunternehmen vereinbart wurden

Gründe für Ausfallzeiten

hinsichtlich unbeabsichtigter Ereignisse:

- zu 39 % **Hardware**-Fehler
(davon 51 % Plattenspeicher)
- zu 31 % Fehler & Abstürze in **Software**-Programmen
(davon 62 % Betriebssystem)
- zu 18 % **Bedienungsfehler**
- zu 12 % **externe Fehlerquellen** wie Stromausfall & Wasserschaden

Quelle: Jochen Sommer: IT-Servicemanagement mit ITIL und MOF, 2004

→ leider keine absolute Angabe der durchschnittlichen Ausfallzeit
& keine Angabe zu angriffsbedingten Ausfallzeiten

Ausfall der Verfügbarkeit durch Angriffe

Dauer von Ausfallzeiten:

- zu 32,5 % 0 h
- zu 27,8 % < 4 h
- zu 13,4 % [4 .. 8] h
- zu 8,6 % (8 .. 24] h
- zu 5,3 % (1 .. 3] d
- zu 2,3 % > 3 d
- zu 10,2 % kein Kommentar

Quelle: InformationWeek:
„IT-Security 2004“

→ im Schnitt ca. **6 h Ausfallzeit**
durch erfolgreiche **Angriffe** auf
die Verfügbarkeit von Server,
Anwendungen und Netzwerken

Dauer bestimmter Ausfallzeiten:

- 87 h Virus-/Wurm-Infektion
- 4 h Hoax
- 12 h Fehllarm
- 17 h Spyware-Befall
- 5 h Online-Angriff
- 13 h Phishing

Quelle: <kes>-Sicherheitsstudie
2008

→ Abschätzung für den konkret
eingetretenen **Einzelfall**

Ziele mehrseitiger IT-Sicherheit (2)

Definition 12: Vertraulichkeit (confidentiality)

Gewährleistung, dass die Daten des IT-Systems nur durch befugte Nutzer interpretiert werden

- kein unbefugter Informationsgewinn
- Daten für Unbefugte nicht zugänglich (auch nicht über verdeckte Kanäle)
- ergänzt durch Anonymität/Pseudonymität, Unbeobachtbarkeit & Verdecktheit aus Kommunikationstechnik

Verlust der Vertraulichkeit

unbefugte Zugriffsart	bek. 06	verm. 06	bek. 08	verm. 08
Verlust mobiler IT-Systeme	27%	9%	14%	17%
Missbrauch durch Berechtigte	3%	15%	7%	18%
Verlust von Speichermedien	7%	5%	10%	18%
Social Engineering / Phishing	-----	-----	9%	17%
Einbruch in Gebäude	17%	1%	8%	7%
Abhören von Kommunikation	1%	8%	0%	8%
Online-Angriff	2%	4%	4%	7%
sonstiger Weg	2%	1%	0%	4%

Quelle: <kes>-Sicherheitsstudien 2006 & 2008

Ziele mehrseitiger IT-Sicherheit (3)

Definition 13: Integrität (integrity)

Gewährleistung, dass die Daten des IT-Systems nur durch befugte Nutzer verändert werden

- Vorliegen korrekter (= originalgetreuer und unverfälschter) und aktueller Daten
- Feststellbarkeit von Manipulationen (Datenqualität)
- zielt auf die Vollständigkeit des Datenbestandes ab
- Anforderungen an disaster recovery

Sicherung der Integrität

- Ein Nachweis von Integrität erfolgt z.B. mittels Authentifizierungsmechanismen
- Ebenso im Einsatz vor allem zur Vermeidung ungewollter Manipulationen: fehlerkorrigierender Code & verschiedene Fehlermeldeverfahren
- Die Zuverlässigkeit von IT-Komponenten kann durch entsprechende Zertifikate (Common Criteria) nachgewiesen werden
- Protokollierungen erforderlich für Datenqualität
- Revisionsicherheit z.B. durch Abspeichern auf nur einmal beschreibbaren Datenträgern

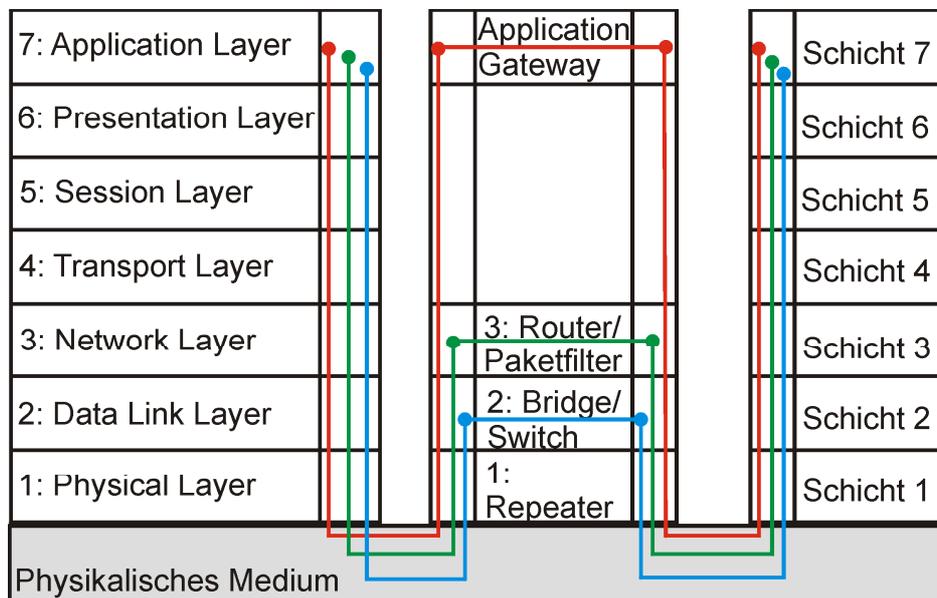
Hinweis:

Authentisierung = Nachweis einer Identität

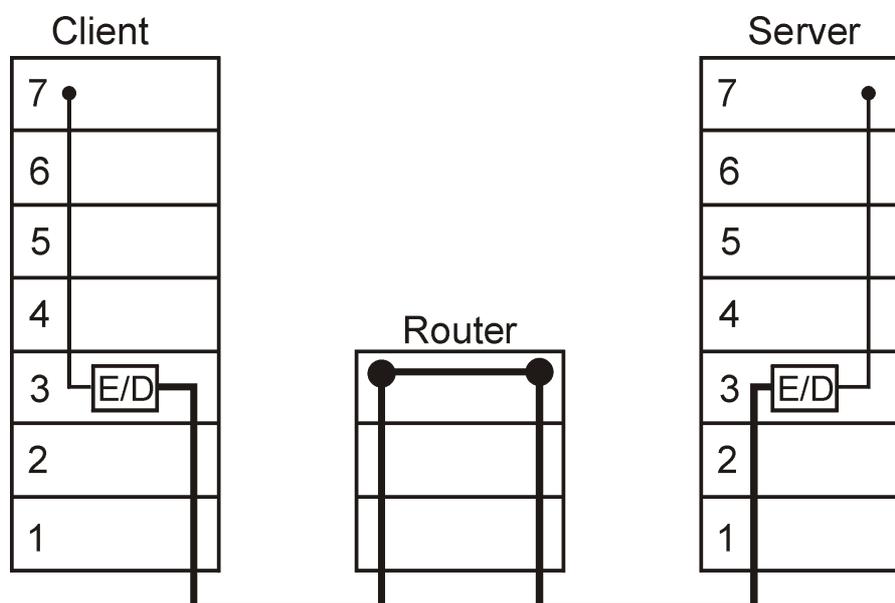
Authentifizierung = Überprüfung einer Identität

Autorisierung = Gewährung von Zutritts-/Zugangs-/Zugriffsrechten

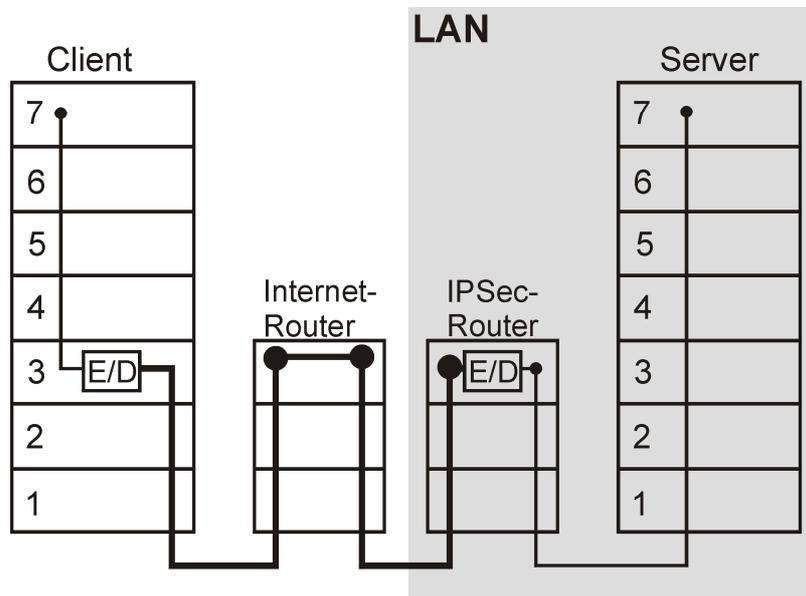
Kommunikationsbeziehungen beim ISO/OSI-Referenzmodell



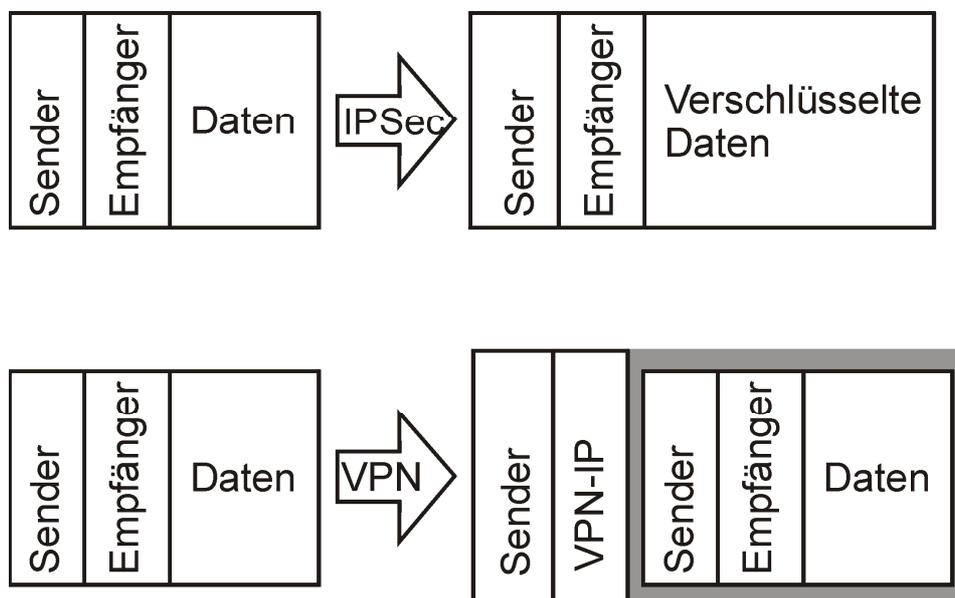
Kommunikation via IPSec: Ende-zu-Ende-Verschlüsselung



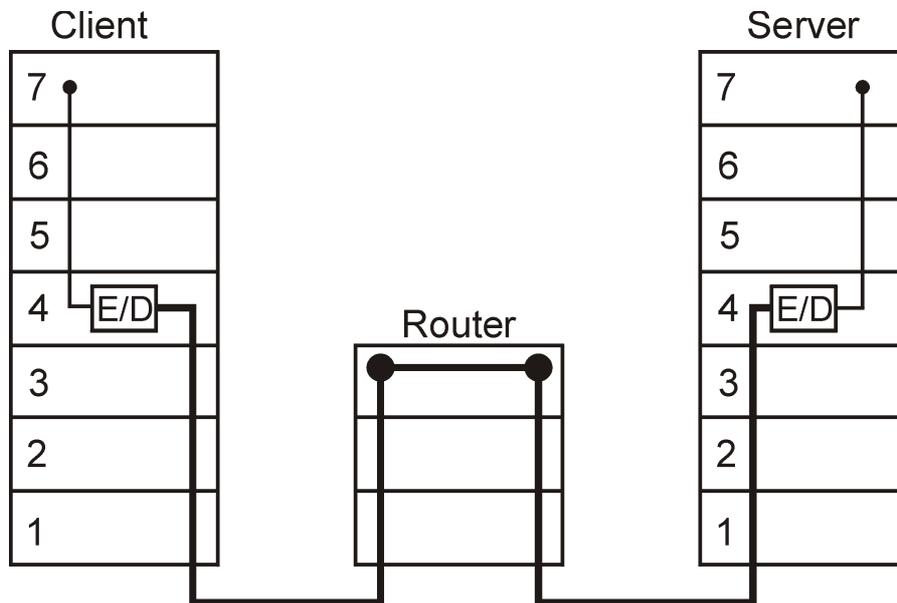
Kommunikation via VPN: Verbindungsverschlüsselung



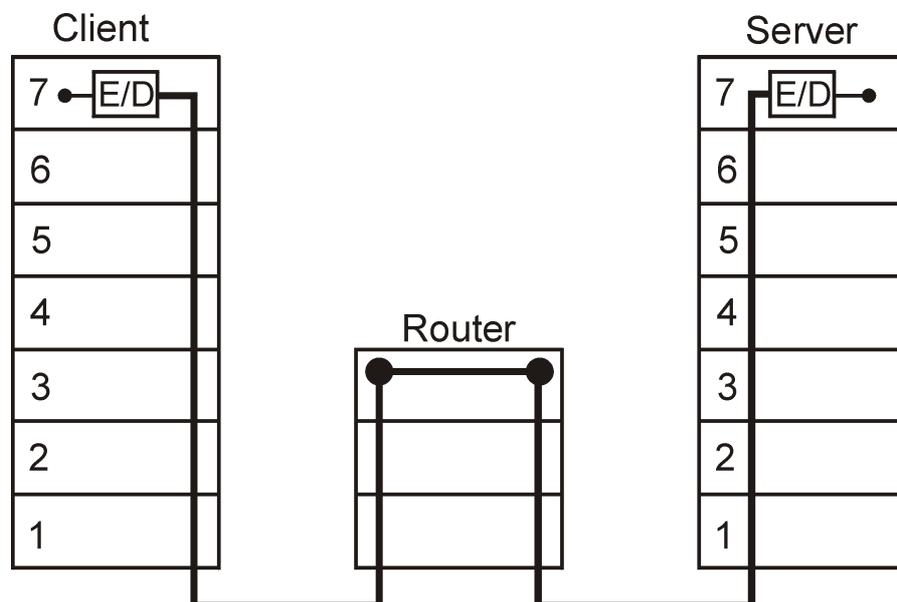
Unterschied zwischen IPSec & VPN



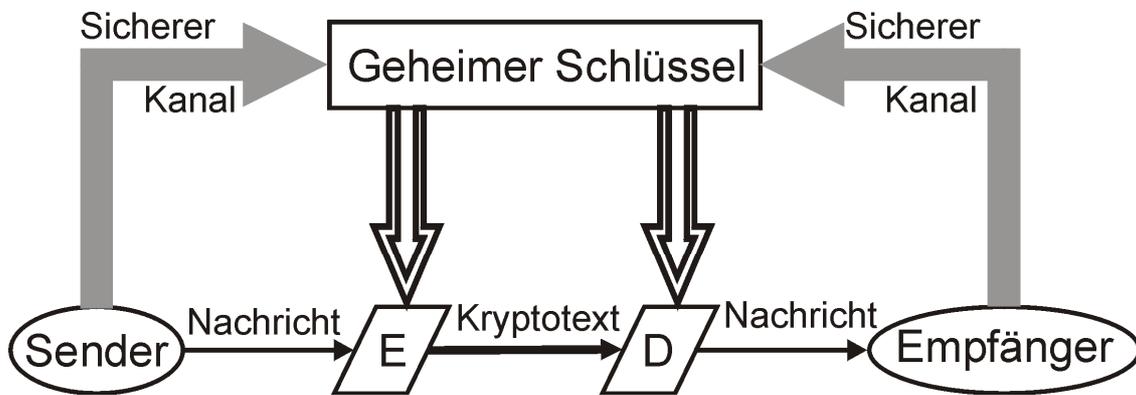
Kommunikation via SSL/TLS: Ende-zu-Ende-Verschlüsselung



Kommunikation via SSH: Ende-zu-Ende-Verschlüsselung



Symmetrische Verschlüsselung

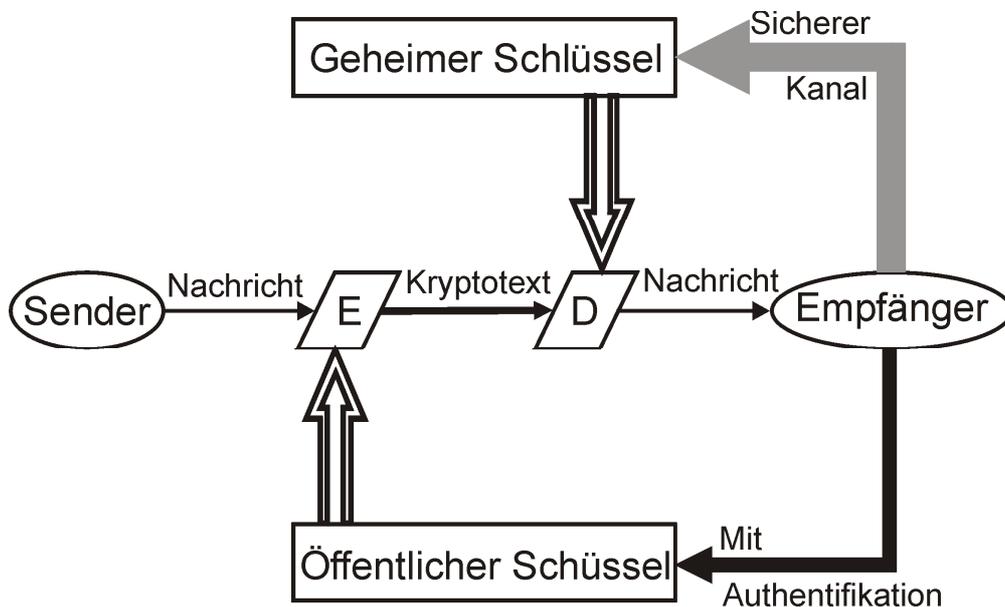


Beispiel: Symmetrische Verschlüsselung

Sender:					
Klartext:	1	0	1	1	
+ Schlüssel:	1	1	0	1	[XOR]
= Chiffre:	0	1	1	0	

Empfänger:					
Chiffre:	0	1	1	0	
- Schlüssel:	1	1	0	1	[XOR]
= Klartext:	1	0	1	1	

Asymmetrische Verschlüsselung



Bernhard C. Witt

Grundlagen des Datenschutzes
und der IT-Sicherheit (Teil 2b)

29

Beispiel: Asymmetrische Verschlüsselung (1)

Verfahren nach Rivest, Shamir und Adleman (RSA):

Ausgangspunkt für Empfänger (!):

- wähle zwei Primzahlen $p + q$; z.B. $p=3$ und $q=7$
- berechne das Produkt dieser Primzahlen und dessen Eulerschen Funktionswert;
 $n=p*q=3*7=21$ und $\varphi(n)=(p-1)*(q-1)=2*6=12$
- wähle zufällig den geheimen Dechiffrierschlüssel d , für den gilt:
 $\text{ggT}(d, \varphi(n))=1$; z.B. $d=5$
- berechne den zu d gehörenden öffentlichen Chiffrierschlüssel e , für den gilt:
 $d*e \equiv 1 \pmod{\varphi(n)}$; $5*e \equiv 1 \pmod{12} \rightarrow e=17$
($5*17=85=7*12+1$); Anm: empfohlen sind $e=3$, $e=17$, $e=65537$
- veröffentliche n und e

Bernhard C. Witt

Grundlagen des Datenschutzes
und der IT-Sicherheit (Teil 2b)

30

Beispiel: Asymmetrische Verschlüsselung (2)

Sender: (e=17, n=21)			
Klartext:	10	11	
Chiffre:	19	2	$c_i = (m_i)^e \text{ mod } n$

Empfänger: (d=5, n=21)			
Chiffre:	19	2	
Klartext:	10	11	$m_i = (c_i)^d \text{ mod } n$

Vergleich der Verschlüsselungen

Symmetrisch:

- Gängige Verfahren: one-time-pad, AES, DES, Triple-DES
- Typische Schlüssellänge: 128 – 256 Bit-Schlüssel „auf absehbare Zeit“ sicher
- Performanz: mind. um Faktor 100 schneller als asymmetrisch
- Ziel: Sicherung d. **Vertraulichkeit**

Asymmetrisch:

- Gängige Verfahren: RSA, ElGamal
- Typische Schlüssellänge: 1024 – 4096 Bit-Schlüssel (entspricht etwa 128 – 256 Primzahlen)
- Performanz: stark vereinfachter Schlüsselaustausch
- Ziel: Sicherung d. **Vertraulichkeit**

Zum Vergleich symmetrischer zu asymmetrischer Verschlüsselung

Gemäß Primzahlsatz gilt für die Primzahl-Anzahl:

$$(n/[\ln(n)+2]) < \pi(n) < (n/[\ln(n)-4])$$

$$\rightarrow \pi(n) \approx [n/\ln(n)]$$

- im Intervall [1 .. 1024] $\rightarrow \pi(n) \approx 148$ (Primzahlen)
- im Intervall [1 .. 2048] $\rightarrow \pi(n) \approx 269$ (Primzahlen)
- im Intervall [1 .. 3072] $\rightarrow \pi(n) \approx 382$ (Primzahlen)
- im Intervall [1 .. 4096] $\rightarrow \pi(n) \approx 492$ (Primzahlen)

beim Vergleich mit Bits ist zu beachten, dass jedes Bit den Wert 0 oder 1 annehmen kann

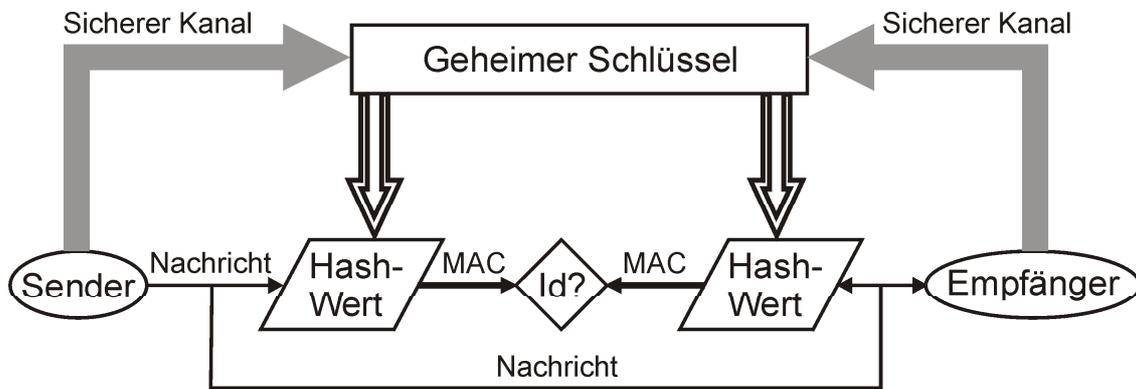
Ziele mehrseitiger IT-Sicherheit (4)

Definition 14: Zurechenbarkeit (accountability)

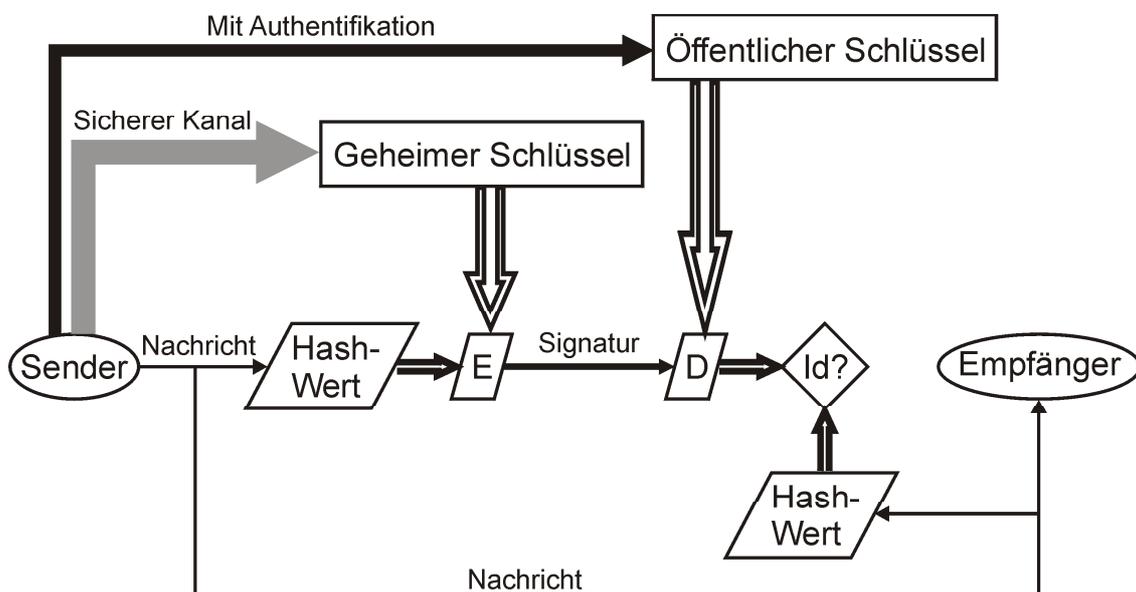
Gewährleistung, dass jederzeit festgestellt werden kann, welcher Nutzer einen Prozess ausgelöst hat

- \rightarrow Verantwortlichkeit & Authentizität (Glaubwürdigkeit)
- \rightarrow Diese Daten kommen vom betreffenden Kommunikationspartner
- \rightarrow Die betreffenden Daten kommen von diesem Kommunikationspartner
- \rightarrow Kern des Rechtemanagements

Symmetrische Authentifikation: Message Authentication Code



Asymmetrische Authentifikation: Digitale Signatur



Vergleich der Authentifikationen

Symmetrisch:

- Gängige Verfahren: SecurID, GSM-Authentifikation
- Ziel: Sicherung d. **Integrität**
- Key-Recovery sinnvoll: Hinterlegung des Entschlüsselungsschlüssels zur Vorbeugung gegen Schlüsselverlust

Asymmetrisch:

- Gängige Verfahren: RSA, ElGamal, DSS, DSA
- Ziel: Sicherung d. **Integrität & Zurechenbarkeit**
- erfüllt Anforderungen zur fortgeschrittenen Signatur nach SigG, sofern geheimer Schlüssel unter alleiniger Kontrolle des Schlüsselinhabers (qualifizierte Signatur, wenn zertifiziert und mit sicherer Einheit erzeugt)

Ziele mehrseitiger IT-Sicherheit (5)

Definition 15: Rechtsverbindlichkeit (legal liability)

Gewährleistung, dass Daten und Vorgänge gegenüber Dritten jederzeit rechtskräftig nachgewiesen werden können

- Transparenz (Nachvollziehbarkeit)
- Reversibilität & Verhinderung falschen Abstreitens
- Nachweis zugesicherter Eigenschaften (assurance)
- Voraussetzung für Auditierbarkeit
- Ausgleich für fehlenden klassischen Augenscheinbeweis