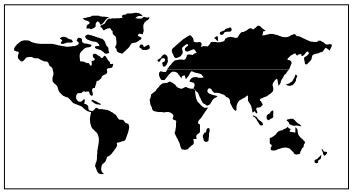
WWW – Grundlagen und Technologie

Sicherheitsaspekte, Abschluss und Ausblick



Erik Wilde
TIK – ETH Zürich
Sommersemester 2001

Übersicht

- Cookies (HTTP State Management)
  - was man damit machen kann und was nicht
- Grundbegriffe der Sicherheit
  - grundlegende Algorithmen
  - Anwendungen in gängigen Technologien
  - Zertifikate und *Public Key Infrastructures (PKI)*
- Zahlungssysteme
  - Credit Card Payments (SSL und SET)
  - digitales Geld
- Diplom- und Semesterarbeitsthemen
- Zusammenfassung

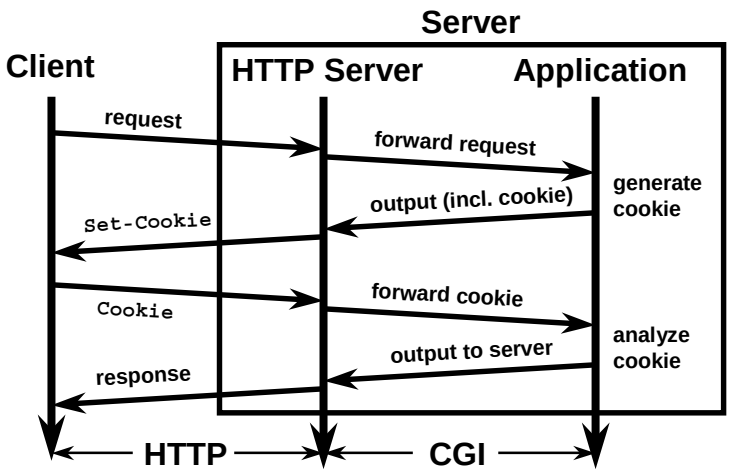
Cookies

- Anwendungen brauchen oft Benutzerstatus
- Realisierung durch Information, die vom Server zum Browser und zurück geht
  - Kompensation des *stateless approach* von HTTP
  - ermöglicht Server, Statusinformationen für Benutzer zu speichern
  - Speicherung eines Tokens beim Benutzer
  - daher immer abhängig von einer Browser-Installation
- oft verwendet, selten zu merken
  - *shopping cart* für on-line Bestellsysteme
  - Personalisierung von Seiten
  - *Website tracking* für persönliche Benutzerprofile

Cookies und HTTP

- RFC 2169 ("HTTP State Management")
- *Set-Cookie* Response Header Field
  - setzt (speichert) einen Cookie beim Client
  - kann vom Client ignoriert werden
- *Cookie* Request Header Field
  - Client sendet Cookie zum Server
  - Berücksichtigung der URL
  - Berücksichtigung des Alters des Cookies
- Cookies werden nicht ausgeführt
  - keine destruktive Gefahr wie Viren
  - jedoch Preisgabe sensitiver Daten

Cookie Handling



Security needs on networks

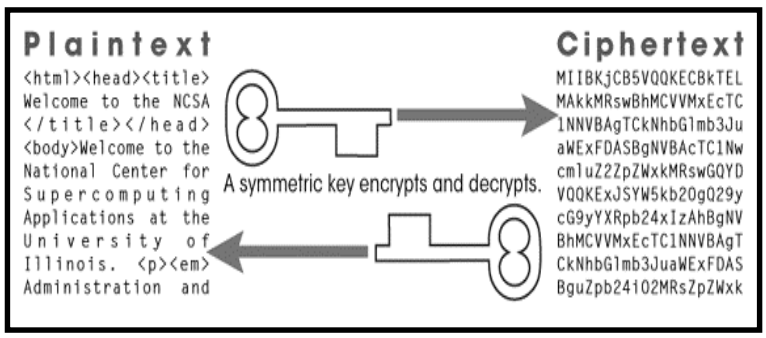
- **Confidentiality**: Only authorized people (eg, the sender and recipient of a message, and not any eavesdroppers) can know the message
- **Authentication**: When Bob receives a message that purports to be sent by Alice, Bob can be sure that the message was really sent by Alice
- **Integrity**: When Bob receives a message, he can be sure that it was not modified en route after Alice sent it.
- **Non-repudiation**: Alice cannot later deny that the message was sent. Bob cannot later deny that the message was received

Grundlegende Algorithmen

- Symmetrische Algorithmen
  - älteste bekannte Algorithmen
  - einfachstes Beispiel ist der Cäsar-Code
- Asymmetrische Algorithmen
  - wesentlich moderner (seit 1970)
  - geeignet für neue Anwendungsfelder
- Einweg-Funktionen
  - Verwendung für Diffie-Hellman Key Agreement
  - Verwendung für digitale Signaturen
  - essentiell für kryptographische Sicherheit

Symmetrische Algorithmen

- ebenso bekannt als *Secret Key* Verfahren
- verwenden einen Schlüssel
  - Ver- und Entschlüsselung mit gleichem Schlüssel
  - altbekanntes Problem des Schlüsselaustauschs



Data Encryption Standard (DES)

- designed by IBM in 1975, with help from NSA
- 56 bit keys, so there are 2^{56} keys, or about 70,000,000,000,000,000
- 2^{56} is a big number, but not that big. In August 1998, the Electronic Frontier Foundation demonstrated that a special-purpose machine built from standard parts at a cost of $200,000 could break DES in 56 hours
- big governments have a lot more than $200,000 to spend on cryptanalysis

Secure key distribution is critical

- with a symmetric system like DES, Alice and Bob have to agree on a shared secret
  - doesn't work (well) on a large scale
  - doesn't work with people who haven't met in advance
- Diffie-Hellman key agreement (1976)
  - Alice and Bob can create a shared secret key by exchanging messages, even though everyone can eavesdrop on the messages!

Lange Zeit ungelöstes Problem

- wie kann man sicher kommunizieren
  - ohne gemeinsamen Geheimnis
  - ohne sicheren Kommunikationskanal
- Schlüsselverteilung vorher immer *out-of-band*
- Grundidee von Diffie-Hellman
  - Alice verschliesst eine Kiste an Bob
  - Bob macht das eigene Schloss hinzu
  - Alice entfernt ihr Schloss
  - ...und schon ist das Problem gelöst!
  - ...aber leider sind mathematische Operationen oft nicht so einfach austauschbar in ihrer Anwendung...

Diffie-Hellman Grundidee

- Find a one-way function, that is, a function that is quick to compute, but slow to invert
  - Example: Multiplication and factoring - You can multiply two numbers in time proportional to the number of digits. But (as far as anyone knows), the time required to factor a number grows as the size of the number. So, we could quickly multiply a pair of 500 digit numbers. But if we give people the product,it will take them on the order of 10^{500} times as long to factor the number as it took us to do the multiplication

Diffie-Hellman One-Way-Function

- Modular exponentiation: Given a prime *p*, and numbers *a* and *w* less than p, compute $y=a^w$ mod *p* (can be done in $\log_2 w$ steps.)
- Discrete log problem: Given *p*, *a*, and *y*, find a *w* such that $y=a^w$ mod *p* (requires time on the order of *p*, as far as anyone knows.)
- So if we take *p* to be a 500 digit prime, the difference between the computing effort to compute powers mod *p* versus computing discrete logs mod *p* is on the order of 2^{500}

Diffie-Hellman

Alice:

- wähle Werte für p and a
  - öffentlicher Austausch
- wähle geheimes w
  - berechne $y = a^w$ mod p
- übertrage y an Bob
- berechne z^w mod p

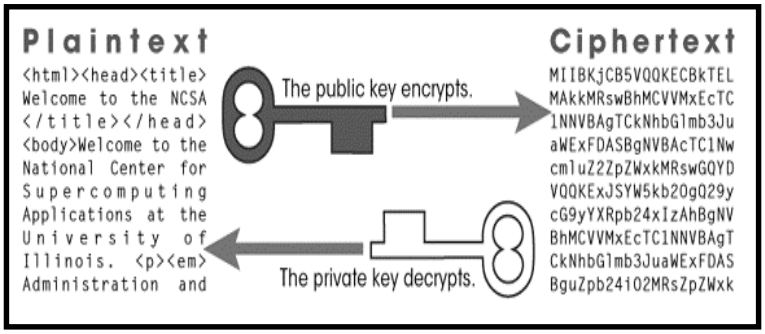
Bob:

- wähle Werte für p and a
  - öffentlicher Austausch
- wähle geheimes v
  - berechne $z = a^v$ mod p
- übertrage z an Alice
- berechne y^w mod p

- das Resultat der Berechnungen ist das gleiche!
- der Grund: $(z^w = (a^v)^w = a^{vw} = a^{wv} = (a^w)^v = y^v)$ mod p

Asymmetrische Algorithmen

- ebenso bekannt als *Public Key* Verfahren
- verwenden prinzipiell Schlüsselpaare
  - private key ist nur dem Eigentümer bekannt
  - public key kann allgemein verteilt werden



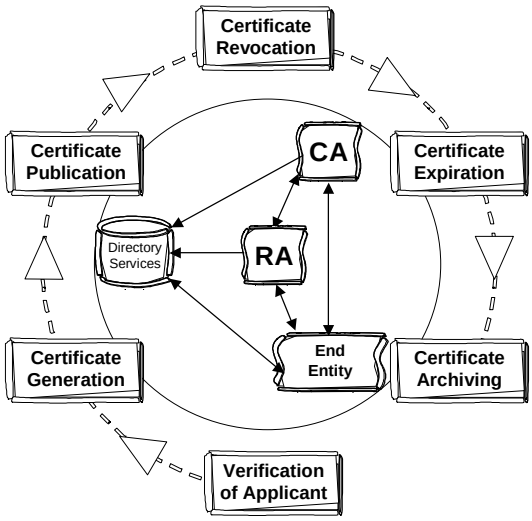
Digitale Signaturen

- Verwendung von *One-Way Hash Functions*
  - oftmals auch als *message digest* bezeichnet
  - Erzeugung eines *digitalen Fingerabdrucks*
  - Umkehrrichtung nicht möglich
- Verschlüsselung des Fingerabdrucks
  - Verwendung des *private key*
- Senden von Dokument und Resultat
- Empfänger überprüft Echtheit des Dokuments
  - selbständige Berechnung des Fingerabdrucks
  - Entschlüsselung des empfangenen Fingerabdrucks mit Hilfe des *public key*
  - Vergleich beider Werte

Zertifikate

- bestätigen die Echtheit eines Schlüssels
  - öffentlicher Schlüssel des Zertifikatsbesitzers
  - Identifikationsinformation (z.B. Personenangaben)
  - digitale Signatur der *Certification Authority (CA)*
- entsprechen offiziellen Dokumenten
  - Pass zertifiziert die Identität einer Person
- in der Schweiz erste CA die Swisskey AG
- Problem: wer dient als CA für CAs?
  - keine einfache Lösung möglich
  - z.B. Zertifikat von Swisskey akzeptieren

Prozesse im PKI Umfeld



CA - Certification Authority
- Controls policy
- Generates certificate
- Manages revocation lists
- Updates directory
- Protects issuer (CA) keys

RA - Registration Authority
- Identifies end entity
- Allocates roles
- Interface to end entities

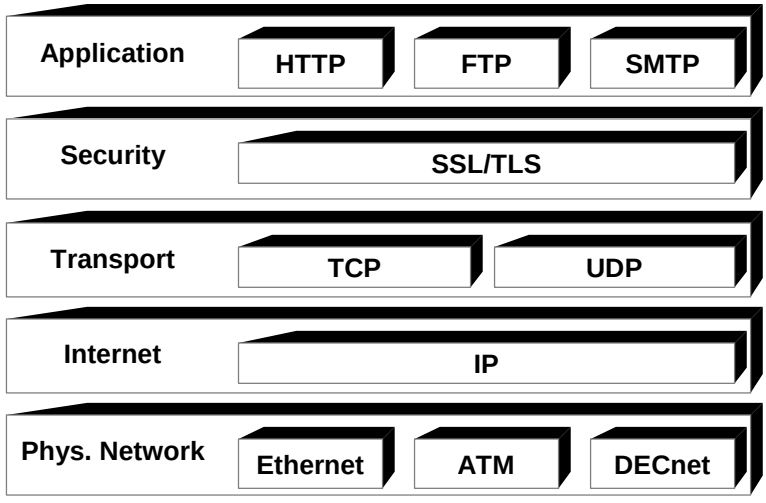
DS - Directory Services
- Publishes end entity information

End Entities
(users, apps, etc.)

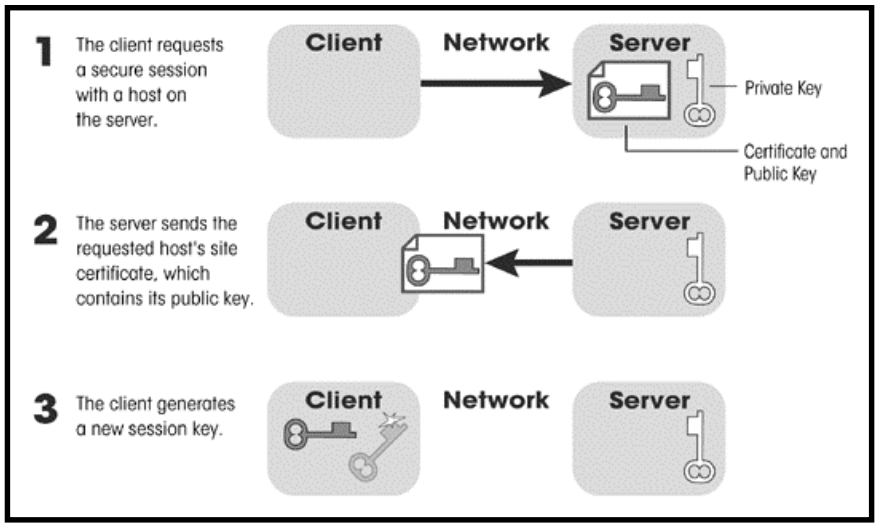
Secure Sockets Layer (SSL)

- z.Z. weitestverbreitete Sicherheitstechnologie
- Web-Server akzeptiert TCP/IP und TCP/IP über SSL Verbindungen
  - Kennzeichnung sicherer Dokumente mit dem `https:` URL Prefix
  - Standard-Verbindungen auf Port 80
  - SSL-Verbindungen auf Port 443
- aktuelle Version ist SSL3 (Verbesserungen gegenüber SSL2, mehr Algorithmen)
- Internet Standardisierung als *Transport Layer Security (TLS*)

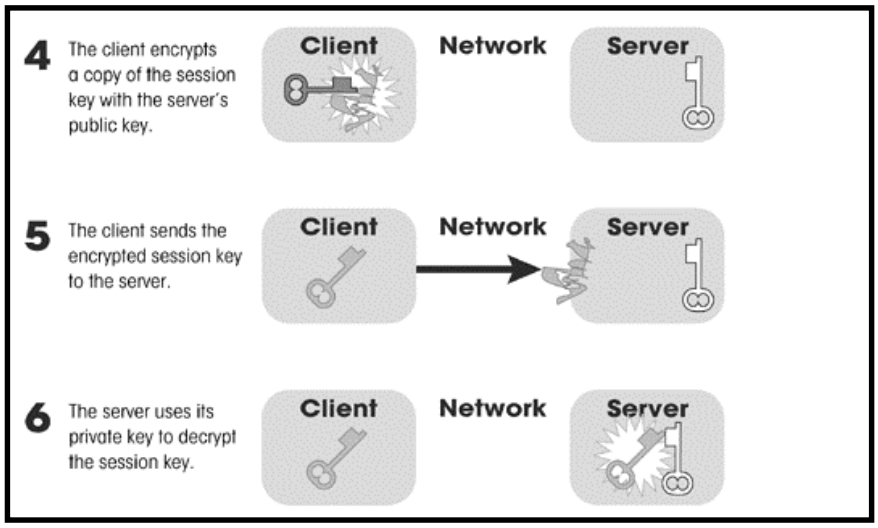
Internet Protocol Suite



SSL Schlüsselverwendung (I)



SSL Schlüsselverwendung (II)



SSL Handshake

- SSL Handshake initialisiert Datenaustausch
  - Zertifikatsaustausch
    - Kommunikationspartner belegen ihre Identität
    - Server muss immer ein Zertifikat senden
    - Client-Zertifikat ist optional (mögliche Authentisierung)
  - Aushandlung der Verschlüsselungsmethode
    - Server sendet Liste von Methoden an den Client
    - Client wählt stärkste der vom Server angebotene Methoden
  - Client erzeugt und übermittelt *Session Key*
    - Verschlüsselung mit *Public Key* (sichere Übermittlung)
- Start der Datenübertragung (Record Protocol)
    - Verschlüsselung mit *Session Key* (einfachere Algorithmen)

Grundbegriffe der Sicherheit

- Identifikation (*Identification*)
  - Feststellung der Identität (z.B. Benutzername)
- Authentisierung (*Authentication*)
  - Überprüfung der Identität (z.B. Passwort)
- Autorisierung (*Authorization*)
  - Feststellung der Zugangsberechtigung (Permissions)
- Integrität (*Integrity*)
  - Sicherstellung des korrekten Informationsaustauschs
- Geheimhaltung (*Privacy*)
  - Sicherstellung der geheimen Übertragung

Authentisierung

- Zugriff auf sensible Ressourcen
  - aus Sicherheitsgründen (*Security*)
  - aus Abrechnungsgründen (*Accounting*)
- drei grundlegende Aspekte
  - *Identifikation* (wer will Zugriff?)
  - *Authentisierung* (ist die Identität authentisch?)
  - *Authorisierung* (besteht Zugriffsberechtigung?)
- zwei Wege der Authentisierung (RFC 2617)
  - *Basic Authentication*
  - *Digest Access Authentication*

Basic Authentication

- einfaches Verfahren, von den meisten Browsern unterstützt
- klares Sicherheitsrisiko (unverschlüsselte Übertragung der Informationen)
- Server sendet *401 (unauthorized)* Status und *WWW-Authenticate* Header Field
  - Identifikation eines *authentication schemes*
  - Identifikation eines *authentication realm*
- Client wiederholt Request
  - Benutzer gibt Name und Passwort ein
  - Information in *Authorization* Header Field

Digest Access Authentication

- verschlüsselte Übertragung von Passwort und Name (MD5, RFC 1321)
- Client berechnet *MD5 fingerprint* von
  - Benutzername und Passwort
  - *Realm* (Authentisierungsbereich)
  - *Nonce* (vom Server generiert)
  - HTTP Methode und URI
- Server vergleicht eigenen und erhaltenen *MD5 fingerprint*
- weiterhin bestehende Sicherheitsrisiken
  - initiale Passwortübertragung
  - keine Verschlüsselung des Inhaltes

Zahlungssysteme für E-Commerce

- unabdingbar notwendig für eine komplette Abwicklung von Geschäftsvorgängen
  - reduzieren oder eliminieren Notwendigkeit für einen Medienbruch (je nach Anwendungsfall)
  - schneller, sicherer, effizienter, billiger
- bisher meist Abwicklung über HTML/SSL
  - Verwendung von Kreditkarteninformationen
  - schlechte automatische Weiterverarbeitung
  - Sicherheitsrisiken (hauptsächlich für den Kunden)
- neue Konzepte für Zahlungen notwendig
  - elektronische Kreditkartenbelastungen
  - elektronisches Geld

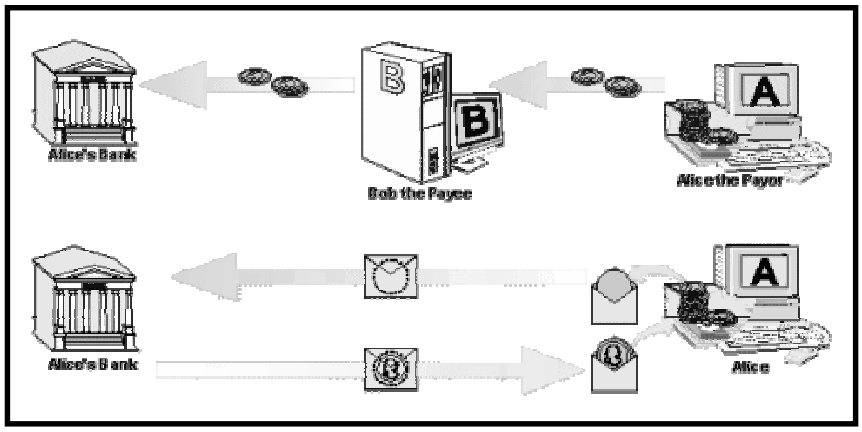
Klassifizierung

- Basierung
  - Konten oder elektronische Münzen?
- Transaktionskonzept
  - Ablauf und beteiligte Parteien einer Transaktion
- Effizienz und Einsatzgebiet
  - Kosten (Eignung für Macro-/Micro-/Pico-Payments)
- Vertraulichkeit und Anonymität
  - Umgang mit und Weitergabe von sensitiven Daten
- Skalierbarkeit
  - zentraler oder verteilter Ansatz?

eCash

- elektronisches Geld
  - anonym (keine rückverfolgbaren Seriennummern)
  - benötigt eine *Purse* auf dem PC des Benutzers
- Probleme bei DigiCash (bald Uebernahme)
- Konto bei einer Bank die eCash ausgibt
  - einige grossen Banken führen eCash Konten
- drei Hauptakteure im eCash Szenario
  - eine Bank, die eCash ausgibt und validiert
  - Kunden mit einem eCash Konto bei der Bank
  - Händler, die eCash akzeptieren
- prinzipielles Problem der Skalierbarkeit

eCash Transaktionen



http://www.digicash.com/

Secure Electronic Transactions

- Standard für Kreditkartenbelastungen
  - Kooperation von Visa und Mastercard
- Verbesserungen gegenüber gängiger Methode
- sicherer für die Händler
  - keine Käufe mit unautorisierten Kreditkarten
  - keine Widerrufe gegen getätigte Käufe
- sicherer für die Kunden
  - kein Missbrauch der Informationen durch Händler
  - keine Weitergabe der Kreditkartennummer
- sicherer für Banken
  - keine unautorisierten Käufe

Vier SET Komponeten

- *Cardholder Wallet*
  - Software, die bei jedem SET Kunden installiert ist
- *Merchant Server*
  - beim Händler, kommuniziert mit allen anderen Teilen
- *Payment Gateway*
  - Stelle, die Transaktionen zustimmt oder ablehnt
- *Certificate Authority*
  - Ausgabe von Zertifikaten für Kunden und Händler
  - SETCo baut eine eigene CA-Hierarchie auf

Entwicklung der Zahlungssysteme

- keine deutlichen Marktführer erkennbar
- nach wie vor grösstenteils HTML/SSL
- unüberschaubare Menge an Lösungen
  - technische Evaluation zum Teil unmöglich
  - Skalierbarkeit nicht geklärt
- Trend zur Schaffung von *Wallets*
  - Integration verschiedener Mechanismen
  - Methode zur Auswahl eines geeigneten Verfahrens
  - nur eine Lösung des Problems auf Kundenseite
- SET wird sich höchstwahrscheinlich durchsetzen

Zusammenfassung

- Sicherheitsaspekte im Web
  - wichtig aus dem Gesichtspunkt Privacy
  - wichtig aus dem Gesichtspunkt e-Commerce
- Sicherheit an unterschiedlichen Stellen
  - Bestandteil einer Ressource (XML Signature)
  - Eigenschaft einer Verbindung (HTTPS)
  - Eigenschaft einer Transaktion (Zertifikate)
- komplexes Thema mit vielen Variationen
  - zuerst die Grundideen verstehen
  - und dann in Problemfällen anwenden können

"Philosophisches"

- History Repeats itself…
  - Fenstersysteme sind schon alt
    - erste Entwicklungen proprietär (SunView)
    - offene Protokolle für offene Umgebungen (X Windows)
    - Weiterentwicklungen Richtung cleverere Clients
      - Display PostScript bei Sun's NeWS (schnell gestorben)
      - Display PDF als Basis für MacOS X (man wird sehen...)
  - das Web ist auch (für viele...) eine GUI-Plattform
    - am Anfang sehr dummes Interface (HTML+ `<ISINDEX>`)
    - Weiterentwicklung Richtung mehr Intelligenz
      - DHTML (JavaScript) und HTML Forms, Java
    - weitere Schritte absehbar
      - CC/PP, XForms, XSLT auf dem Client

DA & SA

- mögliche Arbeiten in den Bereichen
  - BibTeXML Weiterentwicklung und Web Site
  - "XLinkbase" Weiterentwicklung Online-Glossary
  - verteilte Topic Maps
  - Kompression von XML ("PER für XML")
- eigene Themen sind durchaus möglich
  - Abschätzung des Aufwandes
  - Forschung in Richtung "related work"
  - Berührungspunkte mit XML/XLink/Topic Maps

Zusammenfassung

- Web als Sammlung von Technologien
  - unübersichtlich und extrem dynamisch
  - Anforderungen von vielen Seiten
  - Anforderungen von unterschiedlichen Seiten
- wichtigste Fähigkeiten als Web-Spezialist
  - Verfolgen der wichtigsten Entwicklungen
  - Erkennen von Parallelen und Gemeinsamkeiten
  - Wissen der möglichen Kombinationen
  - mehr Meta-Wissen als Wissen...

das war’s! einen schönen Sommer!