



## Web APIs (REST)

Marko Harasic  
Freie Universität Berlin  
Institut für Informatik  
Netzbasierte Informationssysteme  
[harasic@inf.fu-berlin.de](mailto:harasic@inf.fu-berlin.de)

# Motivation: „The **Web** as a platform“



**programmableweb**

Home API News API Directory Mashups Community How-to Contests

Latest news: [Gecko Landmarks is Changing the Face of the Mapping Industry](#)

Subscribe: RSS Twitter Facebook

Keeping you up to date with APIs, mashups and the Web as platform. Learn more »

Find APIs, mashups, code and developers  Search

Popular searches: [photo](#) [google](#) [flash](#) [mapping](#) [enterprise](#) [sms](#)

**5941** APIs **6629** Mashups

**New APIs**

- HelloFax
- MasterCard PayPass
- Online
- Nimbuzz
- Travelocity
- Befair Games
- Raven Slingshot

[See more APIs](#)

**Mashup of the Day**

- Cricket News Headlines.
- MaVa Weather
- Frugalmate
- Mobigarages
- What Are the Haps?
- App building options

[See previous winners](#) [Read more news](#)

**Follow the PW team on Twitter**

- [ProgrammableWeb](#)  
APIs, mashups and code. Because the world's your programmable oyster.
- [John Musser](#)  
Founder, ProgrammableWeb
- [Adam Duvander](#)  
Executive Editor, ProgrammableWeb. Author, Map Scripting 101. Lover, APIs.

**Latest News: May 15, 2012**

**Gecko Landmarks is Changing the Face of the Mapping Industry**

[Gecko Landmarks](#) is working on an easier way of giving directions. The theory behind their madness is that "everyone thinks in landmarks". They took this idea and ran with it. In fact they have run all over the world with this idea. They have now collected [landmark data](#) for every country in the world. Most of this data is now available in the [Gecko Landmarks API](#).

Posted May 14, 2012. [Continue reading](#)

**Introducing API Pulse from ProgrammableWeb**

Facebook 

Twitter 

**Popular Recent**

- 5,000 APIs: Facebook, Google and Twitter Are Changing the Web
- Jobseekers Invited to "Apply Via API"
- Over 2,000 APIs Added in 2011: Social, Telephony, Open Government
- 4,000 Web APIs: What's Hot and What's Next?
- 1 in 5 APIs Say "Bye XML"
- Who Belongs to the API Billionaires Club?
- 3,000 Web APIs: Trends From a Quickly Growing

- es ist einfach dazu beizutragen (allerdings nicht erst seit „Web x.0“)
- es ist einfach zu konsumieren
- potenziell unendlich groß (w.r.t. #Benutzer, #Inhalte, ...)
- unendlich heterogen
- Daten-Silos vs. people claiming „I want my data back“
- Always On – zu jeder Zeit an jedem Ort
- Technologie wider den Information Overload
- Daten aggregieren und integrieren



## Inhalt der heutigen Vorlesung

- REST-Prinzipien
- HTTP und REST
- Ressourcen, Repräsentationen und Content Negotiation

- **Representational State Transfer**
  - ist ein Architekturstil für **netzbasierte Systeme** („Network-based Application Architectures“)
  - Bekanntestes Beispiel: Das Web!

- abgeleitet vom Prinzip zur Aufteilung von Aufgaben („separation of concerns“)
  - erlaubt unabhängige Evolution der Einzelkomponenten
  - Beispiel:
    - Rendering von HTML im Web-Browser (Client) – Servieren von HTML-Seiten auf einem Web-Server (Server)

- abgeleitet vom Prinzip zur Aufteilung von Aufgaben („separation of concerns“)
  - + UI Portabilität
  - + Skalierbarkeit durch Einfachheit
  - + **unabhängige Evolution**
  - (Abhängigkeit vom Netz)

- jede Nachricht enthält alle notwendigen Informationen, die dem Empfänger die Verarbeitung erlauben
  - kein gespeicherter Kontext am Server
  - Sitzungszustand beim Client
    - Beispiele:
      - Cookies
      - Session IDs



- jede Nachricht enthält alle notwendigen Informationen, die dem Empfänger die Verarbeitung erlauben
  - + Sichtbarkeit (alle Informationen in Anfrage)
  - + Verlässlichkeit (bessere Erholung von Fehlern in Teilsystemen)
  - + Skalierbarkeit (Server kann schnell Ressourcen wieder freigeben)
- evtl. erhöhter Netzverkehr wegen Datenredundanz in Anfragesequenzen

- Antworten auf Anfragen implizit oder explizit als cachable oder non-cachable klassifizieren
  - Client darf cachable-Antworten für spätere Anfragen wiederverwenden

- Antworten auf Anfragen implizit oder explizit als cachable oder non-cachable klassifizieren
  - + Vermeidung unnötiger Interaktionen erhöht Effizienz und Skalierbarkeit
  - Verlässlichkeitsprobleme, wenn Cache veraltete Daten hält

- Vereinfachung der Systeminfrastruktur und hohe Sichtbarkeit von Interaktionen durch standardisierten Zugriff auf Komponenten
  - Ressourcenidentifikation
    - universelle Syntax für Identifier
    - Identifikation von „Dingen“ (Things)
  - Manipulation von Repräsentationen
    - wohldefinierte Aktionen auf einer Sequenz von Bytes + Metadaten (=Repräsentation), die den aktuellen oder gewünschten Zustand einer Ressource darstellt
  - selbstbeschreibende Nachrichten
  - Hypermedia

- Vereinfachung der Systeminfrastruktur und hohe Sichtbarkeit von Interaktionen durch standardisierten Zugriff auf Komponenten
  - Ressourcenidentifikation
  - Manipulation von Repräsentationen
- selbstbeschreibende Nachrichten
  - die Semantik von Nachrichten ist für alle verarbeitenden Komponenten (Mittler) sichtbar
  - Mittler können Inhalte verändern
- Hypermedia
  - alle Inhalte UND Informationen zum Zustandsübergang (Hyperlinks) werden an den Client weitergegeben

- Vereinfachung der Systeminfrastruktur und hohe Sichtbarkeit von Interaktionen durch standardisierten Zugriff auf Komponenten
  - + Einfachheit
  - + Sichtbarkeit von Interaktionen
  - standardisierte Informationsübertragung kann ineffizient sein im Vergleich mit anwendungsspezifischer Übertragung

- Unabhängigkeit der einzelnen Komponenten durch beschränkte Sicht auf das hierarchisch geschichtete Gesamtsystem
  - Komponenten „sehen“ nur bis zum Interaktionspartner

- Unabhängigkeit der einzelnen Komponenten durch beschränkte Sicht auf das hierarchisch geschichtete Gesamtsystem
  - + Kapselung und Transparenz
  - + Vereinfachung der einzelnen Komponenten
  - + Load Balancing
  - Interaktionsoverhead
  - Latenz



- Erweiterbarkeit des Systems durch Download von Code nach dem Deployment
  - Beispiele:
    - Applets
    - Scripte
  - optionales Prinzip, weil es die Sichtbarkeit von Interaktionen reduziert

- Erweiterbarkeit des Systems durch Download von Code nach dem Deployment
  - + Reduzierung der „Vorimplementierung“ am Client
  - + Erweiterbarkeit
  - Reduzierung der Sichtbarkeit von Interaktionen



**REST ist mehr als das Web, es ist ein Prinzip zur Implementierung netzbasierter Systeme!**

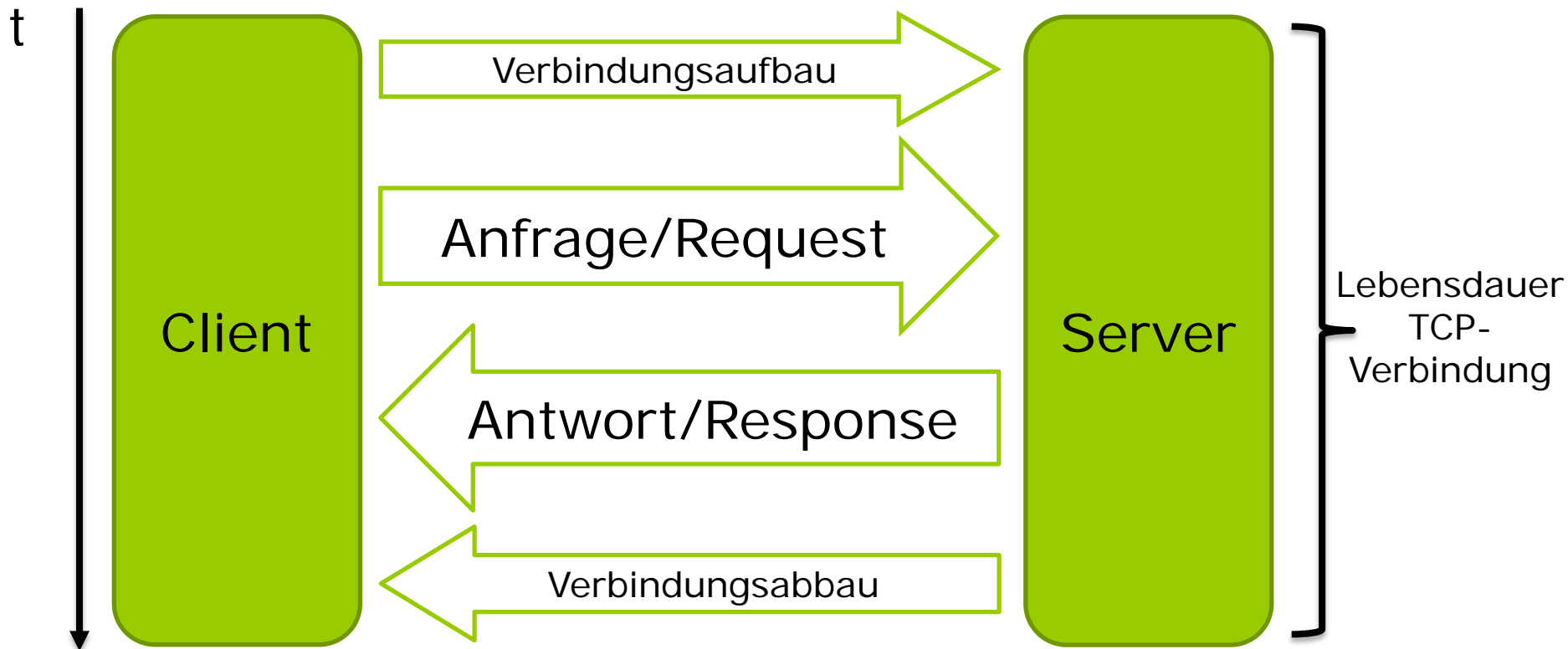
- **HTTP**
  - Stateless Client-Server
  - Caching
  - Uniform Interface: standardisierte Manipulation von Repräsentationen via GET, PUT, POST, DELETE
  - Layered System
- **HTTP-URIs**
  - Uniform Interface: Ressourcenidentifikation
- **Hypertext und Hyperlinks**
  - Uniform Interface: standardisierte Repräsentation von Ressourcenzustand und Zustandsübergängen

- verbindungsorientiert
- Kommunikation über Sockets (Port + IP-Adresse)
- Lauschen, Verbindungsaufbau, Datenaustausch (Kommunikations-Socket), Verbindungsabbau
- Flusssteuerung und Fehlerkorrektur
- ...

- Zuordnung Rechnername zu IP-Adresse
  - google.de → 173.194.69.94
  - google.com → 173.194.69.139
  - inf.fu-berlin.de → 160.45.117.200

- Hypertext Transfer Protocol
  - Transfer von Informationen zwischen Web-Servern und Clients
  - Port 80 ist für HTTP reserviert
  - Transportprotokoll ist TCP
  - textbasiert
  - Literaturhinweis: R. Fielding, J. Gettys, J. Mogul, H. Frystyk, L. Masinter, P. Leach und T. Berners-Lee. Hypertext Transfer Protocol - HTTP/1.1. RFC 2616, <http://www.ietf.org/rfc/rfc2616.txt>

- zustandslos
- Request-Response-Verfahren



abgeleitet von: R. Tolksdorf



Client

```
GET / HTTP/1.1
User-Agent: Mozilla/5.0 ... Firefox/10.0.3
Host: inf.fu-berlin.de:80
Accept: */*
```

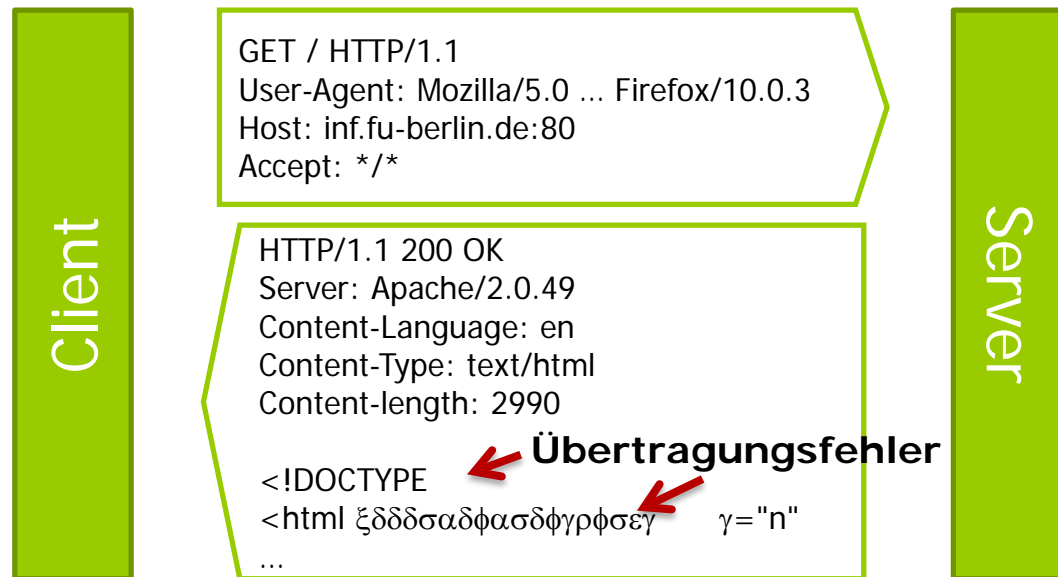
```
HTTP/1.1 200 OK
Server: Apache/2.0.49
Content-Language: en
Content-Type: text/html
Content-length: 2990
```

```
<!DOCTYPE html>
<html xml:lang="en"
...

```

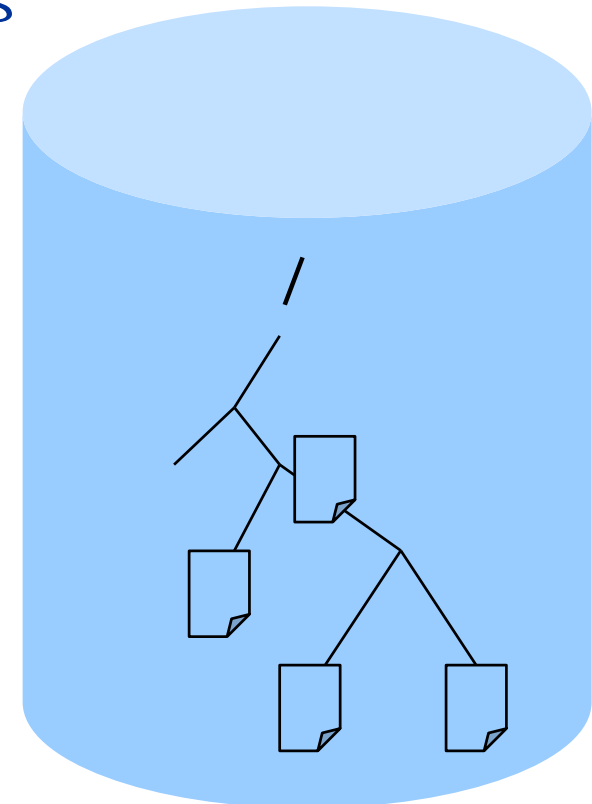
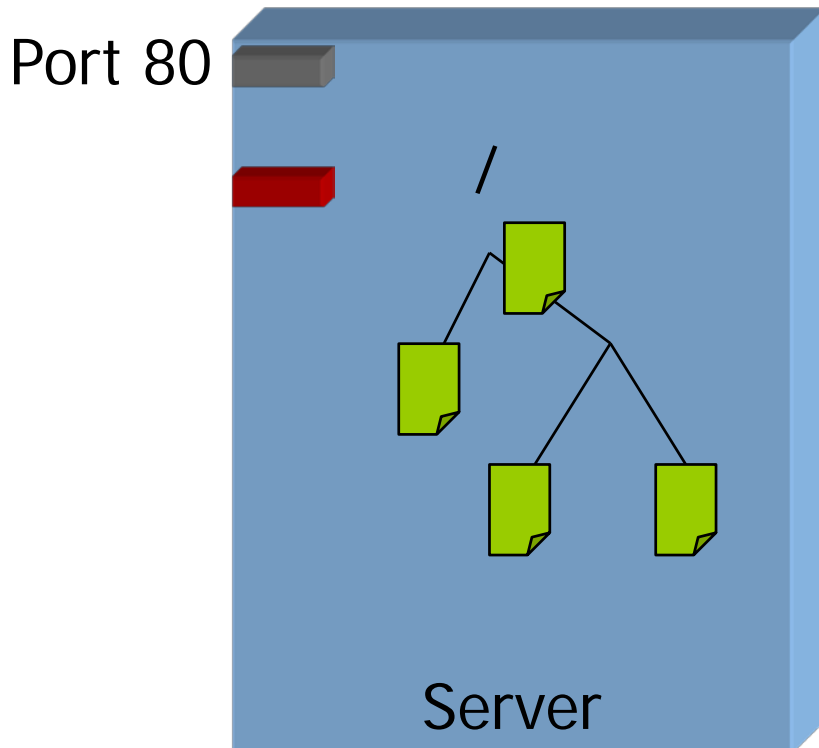
Server

- Warum TCP als Transportprotokoll?
  - Verlässlichkeit



- Warum DNS?
  - Virtual Hosting

- Web-Server wartet auf Verbindungen
- beantwortet Nachfragen nach Ressourcen bzgl. des Web-Server-Verzeichnisbaums mit Dateien des verwendeten Dateisystem-Baums



abgeleitet von: R. Tolksdorf

- **Anfrage besteht aus**
  - Anfragemethode
  - Anfragebeschreibung durch Kopfzeilen
  - Leerzeile
  - eventuell Inhalt
- **Format:**
  - *Methode Ressource* HTTP/*x.y*  
Host: *Domain-Name* ← Pflicht, wenn  $x=1$  &&  $y=1$
- **Beispiel:**
  - GET /test.html HTTP/1.1  
Host: inf.fu-berlin.de

- **PUT**
  - Abspeichern einer Informationseinheit auf einem Server
  - PUT /index.html HTTP/1.1
  - Beantwortet mit Code, Kopfzeilen
- **POST**
  - Hinzufügen von Informationen zu einer Informationseinheit
  - POST /speichere.cgi HTTP/1.1  
Daten daten daten
  - Beantwortet mit Code, Kopfzeilen, eventuell Inhalt
- **DELETE**
  - Löschen einer Informationseinheit auf einem Server
  - DELETE /index.html HTTP/1.1
  - Beantwortet mit Code, Kopfzeilen

- TRACE
  - Server schickt erhaltenen Inhalt zurück
- CONNECT
  - Sagt Proxy, dass er Tunnel aufbauen soll
  - Tunnel: Verpacken eines Protokolls A in ein anderes Protokoll B, so dass die Anwendung A spricht, aber B benutzt

- **OPTIONS**

- Informationen über Fähigkeiten des Servers
- Überträgt alle Allow-Kopfzeilen

- Anfrage:

```
OPTIONS * HTTP/1.1
```

```
Host: www.inf.fu-berlin.de
```

- Antwort:

```
HTTP/1.1 200 OK
```

```
Date: Tue, 25 Nov 2003 11:29:16 GMT
```

```
Server: Apache/1.3.26 Ben-SSL/1.48 (Unix) Debian
```

```
GNU/Linux mod_perl/1.26 PHP/4.1.2
```

```
Content-Length: 0
```

```
Allow: GET, HEAD, OPTIONS, TRACE
```

- Host: *Name*  
Aus der URL ermittelter Name des Rechners von dem angefordert wird. *Einzige Pflichtkopfzeile in HTTP 1.1*
- If-Modified-Since: *Datum*  
Änderung der Informationseinheit seit *Datum*
  - Ja: 200 und Inhalt schicken
  - Nein: 304 und Inhalt nicht schicken
- If-Unmodified-Since: *Datum*  
Änderung der Informationseinheit seit Datum
  - Ja: 412 und nicht verarbeiten
  - Nein: Normal verarbeiten (als sei If-Unmodified-Since: nicht vorhanden)



- Max-Forwards: *Anzahl*  
Wie oft ein OPTIONS oder TRACE weitergeleitet werden darf
- Range: *Bytebereich*  
Nur Teile der Information anfordern, Antwort ist dann 216  
Range: bytes=500-999
- Expect: *Token*  
Client erwartet bestimmte Eigenschaften von Server/Proxy  
(Falls nicht: 417)

- From: *Mailadresse*  
Nutzer
- User-Agent: *Produkt/Version*  
Browser z.B.  
(Mozilla/4.0 (compatible; MSIE 6.0; Windows NT 5.1)
- Referer: *URL*  
Seite auf der ein Link auf die angeforderte Seite stand
- Authorization: *Nachweis*  
Autorisierungsnachweis falls mit 401 angefordert
- Authorization: username="Mufasa",  
                  realm="testrealm@host.com",  
  
                  response="6629fae49393a05397450978507c4ef1"
- Proxy-Authorization: *Nachweis*  
Autorisierungsnachweis für Proxy, falls mit 407 angefordert

- *Accept: Medienart/Variante; q=Qualität; mxb=Maximale Größe*
  - Accept: text/postscript; mxb=200000

```
GET / HTTP/1.1
```

```
User-Agent: Mozilla/5.0 ... Firefox/10.0.3
```

```
Host: inf.fu-berlin.de:80
```

```
Accept: */*
```

- Per HTTP können beliebige Inhalte transportiert werden, nicht nur HTML
- Multipurpose Internet Mail Extensions MIME (RFC 2045, RFC 2046) definiert ein Schema zur eindeutigen Benennung durch einen Inhaltstypen
- In HTTP in Kopfzeile Content-Type
- Format: *Typ/Untertyp*
  - text/html
  - image/jpeg
  - vnd.motorola.video

```
HTTP/1.1 200 OK
Server: Apache/2.0.49
Content-Language: en
Content-Type: text/html
Content-length: 2990
```

```
<!DOCTYPE html>
<html xml:lang="en"
```

```
...
```

abgeleitet von: R. Tolksdorf

- **Acht Typen:**
  - text: Text
    - text/plain, text/html, text/rtf, text/vnd.latex-z
  - image: Grafiken
    - image/png, vnd.microsoft.icon
  - video: Bewegtbilder
    - video/mpeg, video/quicktime, video/vnd.vivo
  - audio: Audiodaten
    - audio/G726-16 , audio/vnd.nokia.mobile-xmf
  - application: binäre und/oder anwendungsspezifische Daten
    - application/EDIFACT, application/vnd.ms-powerpoint
  - multipart: mehrteilige Daten
    - multipart/mixed
  - message: Nachrichten
    - message/rfc822
  - model: Daten
    - model/vrml

- MIME-Typen werden von der Internet Corporation for Assigned Names and Numbers IANA verwaltet
- <http://www.iana.org/assignments/media-types/>
- Verarbeiten eines bestimmten Medientyps nach Erhalt:
  - Teil der
  - eventuell Unterstützung durch Betriebssystem
- Ermittlung des MIME-Typs für eine Datei:
  - Ableitung aus Endung
  - Ableitung aus Inhalt der Datei

- Auswahl passender Information bezüglich der Dimensionen
  - Medienart (Accept: `text/html`, `text/plain`)
  - Sprache (AcceptLanguage: `en-us; q=0.75`, `en; q=0.5`; `*`; `q=0.25`)
  - Encoding (Accept-Encoding: `compress; q=0.5`, `gzip; q=1.0`)
  - Charset (AcceptCharset: `iso-8859-1`, `utf-8; q=0.75`, `*`; `q=0.5`)
  - angegebene Qualitätsmaße
- Server-abhängige Implementierungen
  - z.B. Schema über Dateinamen:
    - `foo.en.html`
    - `foo.html.en`
    - `foo.en.html.gz`

- Antwort besteht aus
  - Antwortcode
  - Antwortbeschreibung durch Kopfzeilen
    - Allgemeine Beschreibungen
    - Antwortspezifische Beschreibungen
    - Beschreibung eventuell beiliegenden Inhalts
  - Leerzeile
  - eventuell Inhalt

- **Beispiel:**

```
HTTP/1.1 200 OK
Server: Apache/2.0.49
Content-Language: en
Content-Type: text/html
Content-length: 2990
```

```
<!DOCTYPE html>
<html xml:lang="en"
```

```
...
```

abgeleitet von: R. Tolksdorf



- 200-er Codes: Erfolgreiche Ausführung
  - 200 – OK  
GET, HEAD, POST, TRACE erfolgreich, Antwort anbei
  - 201 – Created  
Erfolgreiches PUT oder POST
  - 202 – Accepted  
Für spätere Ausführung vermerkt
  - 203 – Non-Authoritative Information  
Metainformationen in Kopfzeilen stammen von Dritten
  - 204 – No Content  
Anfrage verarbeitet, kein Antwortinhalt notwendig
  - 205 – Reset Content  
Anfrage verarbeitet, Ansicht erneuern
  - 206 – Partial Content  
GET mit Teilanforderung erfolgreich, Teilantwort anbei

- **300-er Codes: Weitere Aktion des Client zur erfolgreichen Ausführung notwendig**
  - 300 - Multiple Choices  
Verschiedene Versionen erhältlich, Accept-Kopfzeile nicht eindeutig
  - 301 - Moved Permanently  
Verschoben (Location und URI Kopfzeilen geben Auskunft)
  - 302 - Found Moved Temporarily  
Verschoben (Location und URI Kopfzeilen geben Auskunft)
  - **303 See Other**  
**Andere Resource laden (Location und URI Kopfzeilen geben Auskunft)**
  - 304 - Not Modified  
Bei GET mit If-Modified-Since Kopfzeile
  - 305 Use Proxy  
Muss durch Proxy angesprochen werden (Adresse in Location)
  - 307 Temporary Redirect  
Umleitung bei GET, HEAD

- **400-er Codes: Nicht erfolgreich, Fehler bei Client**
  - 400 - Bad Request  
Falsche Anfragesyntax
  - **401 - Unauthorized**  
Passwort notwendig
  - 403 – Forbidden  
Ohne Angabe von Gründen verweigert
  - **404 - Not Found**  
Nicht auffindbar
  - 405 - Method Not Allowed  
Methode für die Resource nicht zugelassen
  - 406 - Not Acceptable  
Information vorhanden aber nicht passend zu Accept-Kopfzeilen
  - 407 Proxy Authentication Required  
Zuerst Authentifizierung bei Proxy nötig, der Proxy-Authenticate Kopfzeilen mit schicken muss
  - 408 - Request Timeout  
Timeout bei Übermittlung der Anfrage

- 500-er Codes: Nicht erfolgreich, Fehler bei Server
  - 500 - Internal Server Error
  - 501 - Not Implemented  
Angeforderte Methode nicht unterstützt
  - 502 - Bad Gateway  
Weiterer benutzer Server nicht erreichbar
  - 503 - Service Unavailable  
Server kann Dienst gerade nicht erbringen (Retry-After Kopfzeile)
  - 504 - Gateway Timeout  
Weiterer benutzter Server antwortet nicht rechtzeitig
  - 505 HTTP Version Not Supported  
Unbekannte HTTP Version

- Server: *Produkt*  
Server-Produkt  
Server: CERNb-HTTPD/3.0 libwww/2.17
- Accept-Ranges: *Token*  
Inwiefern der Server Teilübertragungen unterstützt  
Accept-Ranges: bytes  
Accept-Ranges: none
- Retry-After: *Datum*  
Bei 503: Zeitpunkt zur Wiederholung der Anfrage  
Retry-After: Fri, 31 Dec 1999 23:59:59 GMT  
Retry-After: 120
- Age: *Sekunden*  
Geschätztes Alter der Resource

- Location: *URI*  
Adresse unter der Resource aufzufinden ist  
Bei 201: Adresse der neu geschaffenen Resource  
Bei 3xx: URI für Umlenkung
- WWW-Authenticate: *Aufgabe*  
Bei 401: Client muss sich gegenüber Server ausweisen
- Proxy-Authenticate: *Aufgabe*  
Bei 407: Client muss sich gegenüber Proxy ausweisen

# Inhalts-Kopfzeilen

- Content-Encoding: *Kodierung*  
Kodierung des Inhalts
  - deflate, gzip, ...
- Content-Type: *Medienart*  
Medientyp des Inhalts
  - text/html, image/gif, ..
- Content-Language: *Sprachkürzel*  
Sprache des Inhalts
  - de, en, en-US
- Content-Length: *Länge*  
Länge des Inhalts in Byte
- Content-Range: *Range*  
Beschreibung des Ausschnitts bei Teilanforderung

# Inhalts-Kopfzeilen

- Content-Location: *URI*  
Inhalt ist in Antwort, der Inhalt steht aber auch an einer anderen URI
- Content-MD5: *MD5Checksum*  
Message Digest für Inhalt zur Integritätsprüfung
- Expires: *Datum*  
Kann nach *Datum* aus Caches gelöscht werden
- Last-Modified: *Datum*  
Letzte Änderung



- Date: Tue, 15 Nov 1994 08:12:31 GMT  
Datum des Abschickens der Anfrage im RFC 1123 Format
- Connection: close  
Verbindung nach Ergebnisübermittlung abbauen
- Cache-Control: *Direktive*  
Steuert das Caching von Anfragen und Antworten
  - no-cache: Antwort darf nicht zur Beantwortung anderer Anfragen genutzt werden
  - no-store: Antwort- oder Anfragemitteilungen dürfen nicht gespeichert werden
  - weitere: max-age, max-stale, min-fresh, no-transform, only-if-cached, public, private, must-revalidate, proxy-revalidate, s-maxage
- Pragma: no-cache  
Entspricht Cache-Control: no-cache

- **Transfer-Encoding: *Encoding***  
**Wie die Mitteilung für den Transfer kodiert wurde**
  - **chunked**: Mitteilung in Teilen geschickt, Zeichenanzahl in initialer Hexzahl

```
>java HttpClient11 focus.msn.de
java HttpClient11 focus.msn.de
HTTP/1.1 200 OK
Date: Fri, 25 Nov 2005 13:20:01 GMT
Server: Apache
set-cookie: NGUserID=11329248012594; path=/; domain=.msn.de;
  expires=fri, 10-aug-2012 16:48:59 gmt
Transfer-Encoding: chunked
Content-Type: text/html

2e96
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.0 Transitional//EN">
  <html> <head>
  <title>FOCUS Online in Kooperation mit MSN Homepage</title>
  <meta
```
  - **identity**: Mitteilung unkodiert geschickt
  - **gzip, compress, deflate**: Komprimierte Übertragung

abgeleitet von: R. Tolksdorf

- *Via: Protokollversion Host ...*  
Weg der Nachricht, z.B. *Via: 1.0 fred, 1.1 nowhere.com*  
(Apache/1.1)
- *Upgrade: Protokoll*  
Wunsch nach Verwendung eines neueren Protokolls  
z.B.: *Upgrade: HTTP/2.0*
- *Trailer: Trailer-Header*  
Nach dem Inhalt folgen weitere Kopfzeilen geschickt
- *Warning: Freitext*  
Zusätzlicher Hinweis

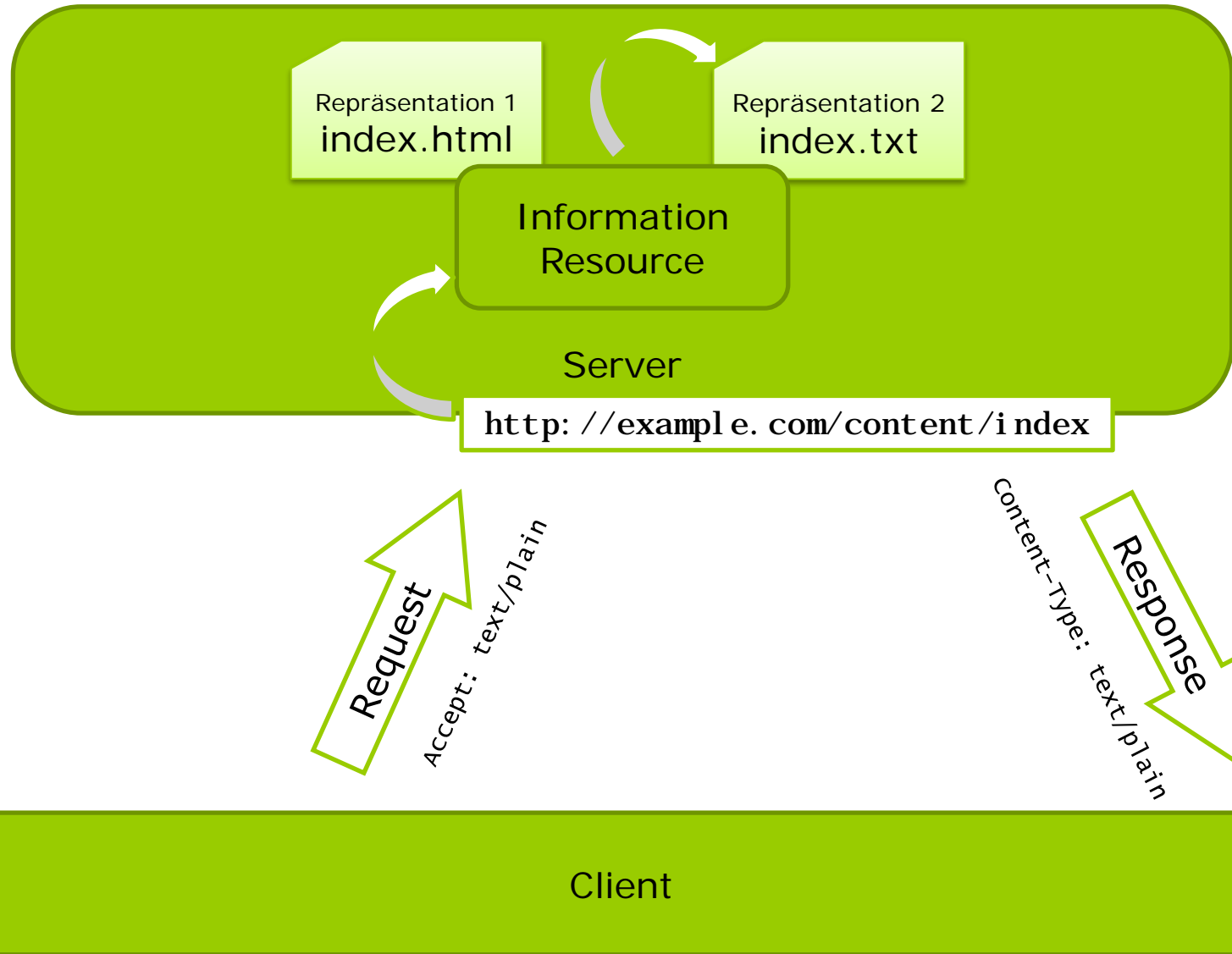
- Ressourcen im Web können Zugriffsschutz tragen
- Interaktion zum Abruf
  - Normales GET
  - Antwort 401 und WWW-Authenticate: Header, der Nachweis in unterschiedlichen Schemata anfordert
  - Weiteres GET mit Authorization: Header, der je nach Schema Parameter trägt
  - Antwort 200



## HTTP bietet viel mehr als GET und POST

<a href="#">GET lists/members/show</a>	Check if the specified user is a member of the specified list.
<a href="#">GET lists/members</a>	Returns the members of the specified list. Private list members will only be shown if the authenticated user owns the specified list.
<a href="#">POST lists/members/create</a>	Add a member to a list. The authenticated user must own the list to be able to add members to it. Note that lists can't have more than 500 members.
<a href="#">POST lists/destroy</a>	Deletes the specified list. The authenticated user must own the list to be able to destroy it.
<a href="#">POST lists/update</a>	Updates the specified list. The authenticated user must own the list to be able to update it.
<a href="#">POST lists/create</a>	Creates a new list for the authenticated user. Note that you can't create more than 20 lists per account.

# Content Negotiation – Req.-Resp.



- **Information Resources**

- URI-identifizierte Ressourcen, deren Repräsentation in einer Nachricht elektronisch übertragen werden kann
- eine bestimmte Repräsentation anzufordern und zu erhalten nennt man **Dereferenzierung**

- **Non-Information Resources**

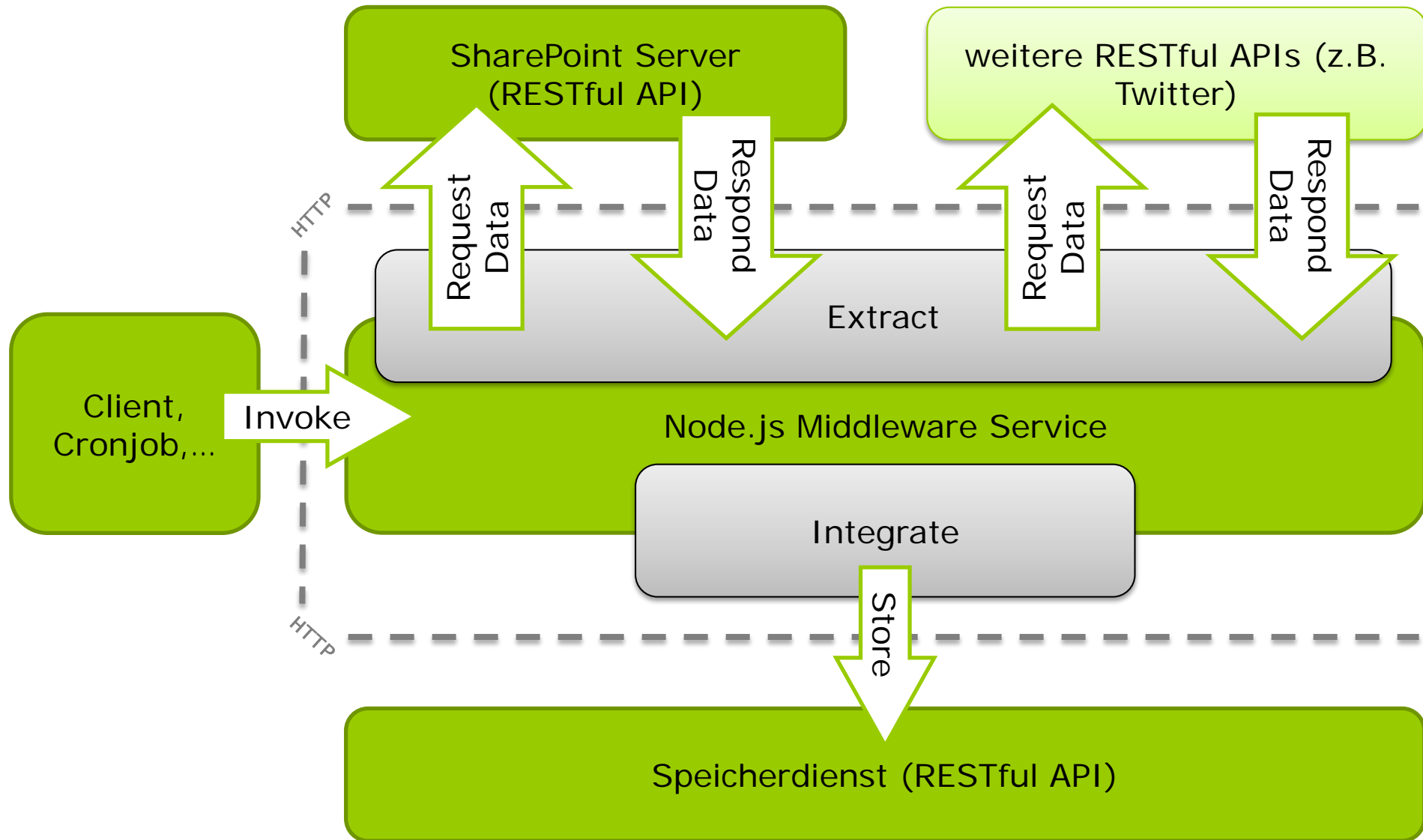
- abstrakte Konzepte wie z.B. in Ontologien modelliert
  - Beispiel: Meter  
Ich kann lediglich andere Information Resources ausliefern, die „Meter“ beschreiben aber eben keine Repräsentation von Meter sind.
- URI-identifizierbar aber nicht dereferenzierbar

- **JavaScript Object Notation**
  - Datenstrukturen als Zeichenkette
    - Objekt: Liste von Eigenschaften zwischen { und }
    - Eigenschaft: [Schlüssel]:[Wert]
    - Array: \[[.]\*\]
    - Zeichenkette: "[.]\*"
    - Boolesche Werte: [true|false]

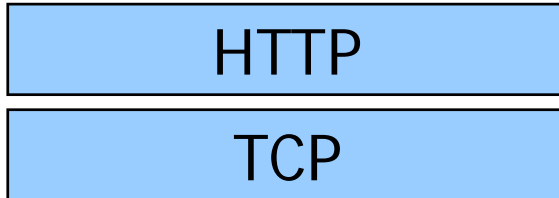
**Content-Type: application/json**



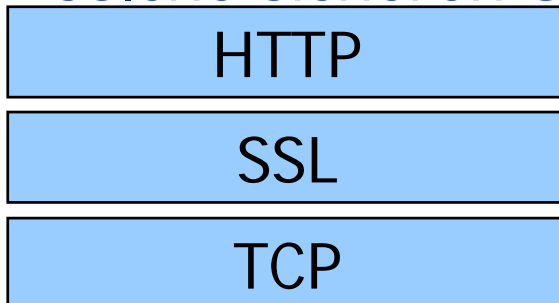
# Beispiel: RESTful-Service-Infrastruktur (Service Mashup)



- HTTP benutzt TCP Sockets zur Kommunikation



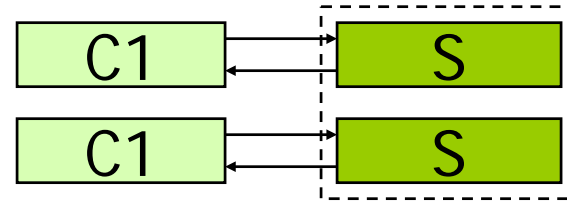
- Secure Sockets Layer SSL erweitert Sockets um Sicherheitsmerkmale
- HTTPS bezeichnet eine HTTP Kommunikation über solche sicheren Sockets



- Port 443 als Default-Port festgelegt

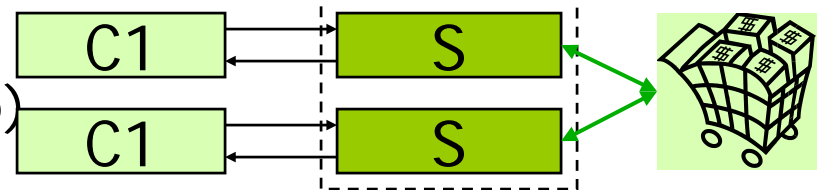
- HTTP ist zustandslos

- Zwei Interaktionen sind unabhängig voneinander



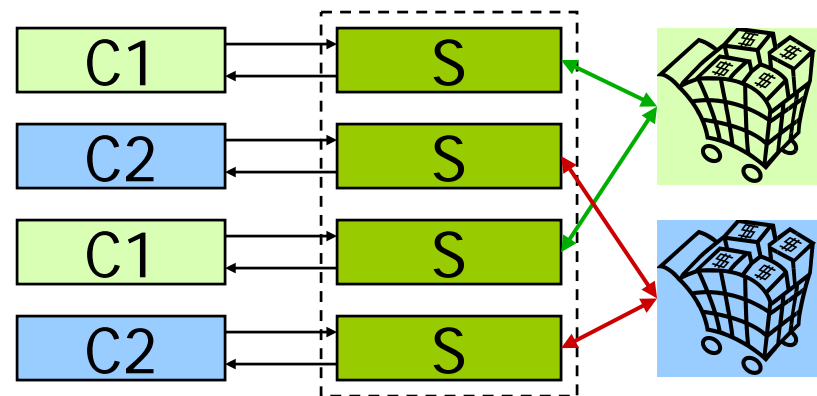
- Zustand aber oft benötigt

- Transaktionen auf Datensatz beim Server (z.B. Warenkorb)

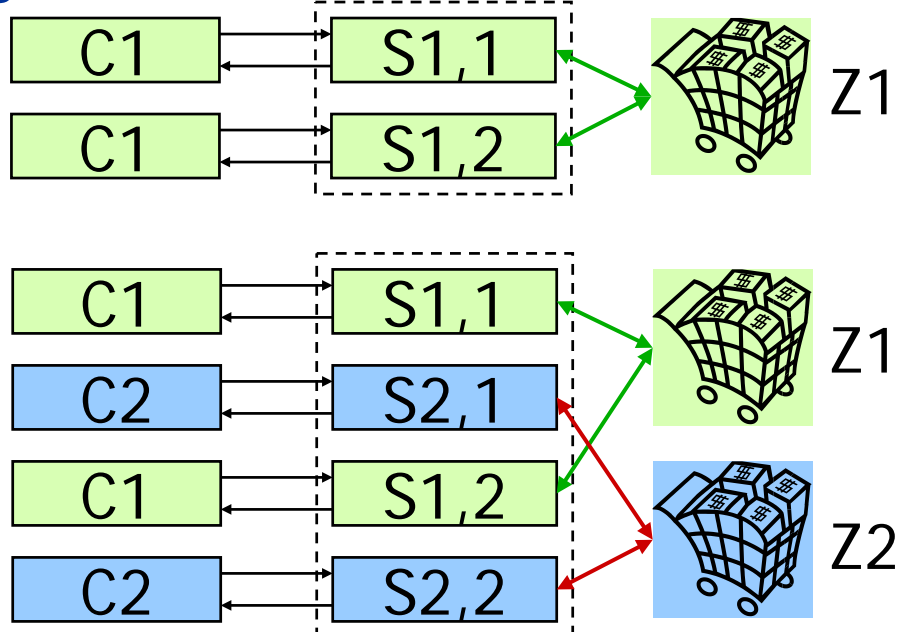


- Unterscheidung von Klienten zur

- Personalisierung
- Authentifizierung
- ...



- Einführung von Sitzungen (Sessions)
- Sitzung: Folge von Interaktionen, die einen gemeinsamen Zustand haben
- Identifikation in der Interaktion durch eindeutige Sitzungsnummer (Session-ID)
- Ermittlung des Zustand auf Basis der Session-ID



abgeleitet von: R. Tolksdorf

- Client aus HTTP- und Socket-Informationen eindeutig identifizieren?
- Session-ID=  
(Browsername x User x Betriebssystem x IP-Adresse)
- *Nicht* eindeutig, weil:
  - Informationen bis auf IP-Adresse nicht immer vorhanden
  - IP-Adresse nicht eindeutig
    - Mehrere Nutzer auf einem Rechner
    - Proxy/Firewall/NAT Problematik: Keine individuellen IP-Adressen nach aussen
    - Mehrere Browser-Sessions des gleichen Nutzers
- => Session-ID muss in der Interaktion immer zwischen Client und Server ausgetauscht werden

## 1. Versteckte Formularfelder enthalten Session-ID

- Formularfelder in HTML:

`<input type=typ name="name" ...>` z.B.:

`<input type="text" name="PLZ">` Texteingabe

`<input type="password" name="pw">` Passwordeingabe

Weitere Auswahlen und Textfelder

`<input type="hidden" name="SessionID"`

`value="977e5d8ae8500c456ab1fca6cbaa12af">`

- Bei Submit wird ein Query-String

`PLZ=14195&pw=geheim&SessionID=977e5d8ae8500c456ab1fca6cbaa12af`

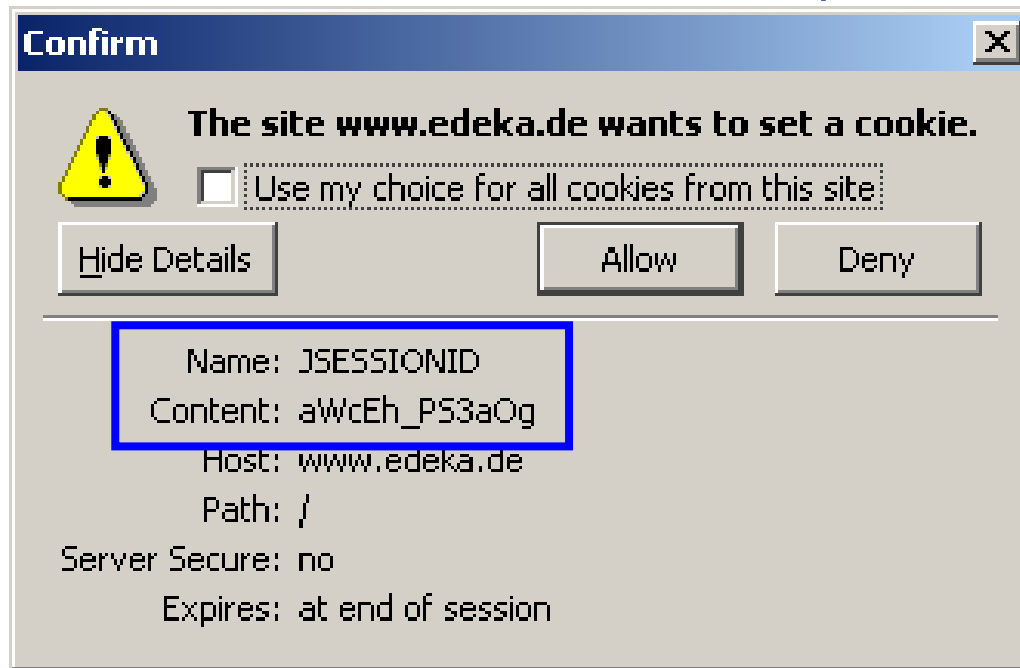
erzeugt und an den Server übermittelt

- Server wertet Session-ID aus und baut sie in Formulare auf Ergebnisseite ein

## 2. Session-ID in URLs in Verweisen (URL Rewriting)

- Session-ID kann unterschiedlich kodiert werden
  - Abbildung von Pfad auf Informationen ist Server-Sache
    - Im Pfad:  
[http://www.amazon.de/exec/obidos/tg/browse/-/301128/ref=cs\\_nav\\_tab\\_1/028-1096689-7395702](http://www.amazon.de/exec/obidos/tg/browse/-/301128/ref=cs_nav_tab_1/028-1096689-7395702)
    - Im Query-String:  
[http://www.cyberport.de/webshop/cyberportShop.omeco?ORDER=&P\\_HPSESSID=8823f90c85597aedc87100cd91a4c7fd&FINANZING=](http://www.cyberport.de/webshop/cyberportShop.omeco?ORDER=&P_HPSESSID=8823f90c85597aedc87100cd91a4c7fd&FINANZING=)
- + Zustand kann außerhalb von Formulareingaben gehalten werden
- + portabel
- alle Verweise müssen entsprechend markiert werden
- alte Session-ID kann in Bookmark sein
- gültige Session-ID kann einfach an andere Nutzer gelangen

## 3. Cookie Mechanismus zum Speicher der Session-ID



- Cookie ist kleiner Datensatz, der bei Client gespeichert ist
- Server kann ihn setzen
- Client schickt ihn bei jeder weiteren Interaktion mit
- Implementiert mit zusätzlichen HTTP-Headern



- REST-Prinzipien als Grundlage für Web APIs
- HTTP-Anfragen und -Antworten
- Ressourcen, Repräsentationen und Content Negotiation

