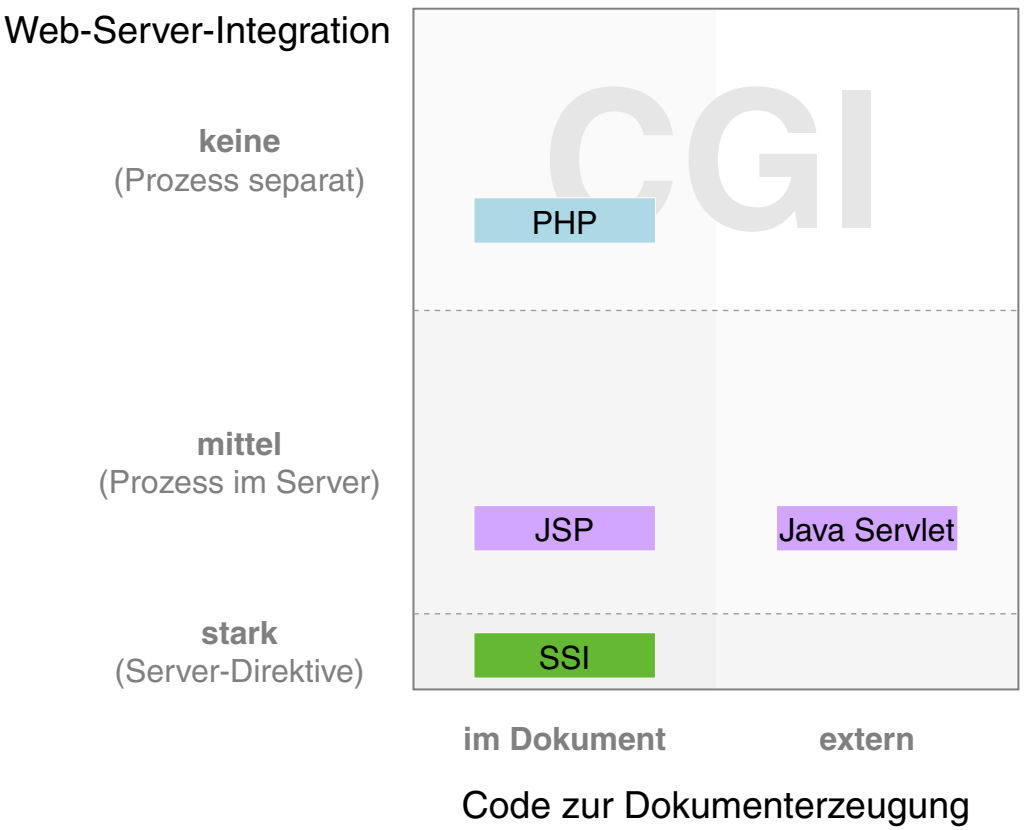
Kapitel WT:IV

IV. Server-Technologien

- Web-Server
- Common Gateway Interface CGI
- Java Servlet
- Java Server Pages JSP
- Active Server Pages ASP
- Exkurs: reguläre Ausdrücke
- PHP Hypertext Preprocessor
- Perl, Python, Ruby

Web-Server

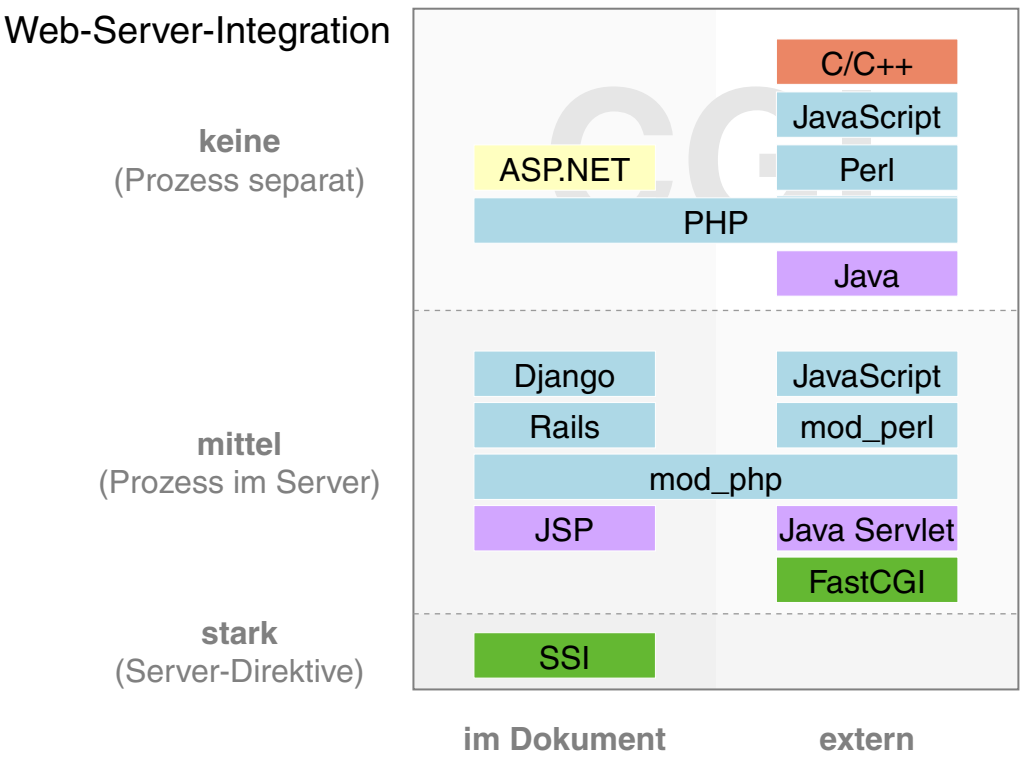
Einordnung von Server-Technologien [Stein 2012 - 2018]



- x-Achse: Wo befindet sich der Code zur Dokumenterzeugung?
- y-Achse: Wie stark ist die Technologie in den Web-Server integriert?

Web-Server

Einordnung von Server-Technologien [Stein 2012 - 2018]



- x-Achse: Wo befindet sich der Code zur Dokumenterzeugung?
- y-Achse: Wie stark ist die Technologie in den Web-Server integriert?

Bemerkungen:

- A web server is a computer system that processes requests via HTTP, the basic network protocol used to distribute information on the World Wide Web. The term can refer to the entire system, or specifically to the software that accepts and supervises the HTTP requests. [Wikipedia]
- Ein Web-Server wird auch als HTTP-Dämon bezeichnet; oft heißt das Programm, das den Web-Server implementiert, `httpd`.
- Separate Prozesse werden mittels CGI angebunden und direkt durch das Betriebsystem ausgeführt. Vorteil: einfache Anbindung des „Containers Betriebssystem“ in Form einer Shell. Nachteil (u.a.): zeitaufwändiger Start eines Prozesses.
- Prozesse *im* Web-Server sind durch Erweiterungsmodule (mod_xxx), zusätzliche Bibliotheken oder einen integrierten Container realisiert [Einordnung]. Beispiele:
  - FastCGI, mod_fcgid [apache.org]
  - mod_php [stackoverflow]
  - mod_perl [apache.org]
  - JavaScript [nodejs.org]
  - JSP, Java Servlet [apache.org]

  Überblick über Apache-Module [apache.org, Wikipedia]

Web-Server

Wichtige Konfigurationseinstellungen

IP-Adresse, Hostname	Bei lokalem Betrieb die IP-Adresse 127.0.0.1 bzw. `localhost`.
Port	Üblicherweise lauscht der HTTP-Dämon auf Port 80 *(well-known Port)*; andere Einstellungen sind möglich.
ServerRoot	Verzeichnis im Dateisystem des Server-Rechners für Konfigurations-, Fehler-, und Log-Dateien der Server-Software.
DocumentRoot (→ Web-Space)	Verzeichnis im Dateisystem des Server-Rechners, in dem sich die auszuliefernden HTML-Dateien befinden.
Default-HTML-Dateiname	Spezifiziert die URL nur ein Verzeichns, wird nach einer Default-Datei gesucht. Üblich sind `index.html` oder `index.htm`.
CGI-Skripte	Angabe des physischen Verzeichnisses und eines virtuellen Verzeichnisses (meist `/cgi-bin`) für CGI-Skripte. Aufruf mit `https://`*`Servername`*`/cgi-bin/`*`Skriptname`*.
Log-Dateien	Protokollierung der Zugriffe (`access.log`), Fehler (`error.log`)
Timeouts	Spezifiziert, wie lange der Web-Browser auf eine Antwort vom Server warten soll, und wie lange der Server versuchen soll, Daten an den Web-Browser zu schicken.
MIME-Typen	Dateiformate, die der Web-Server kennt.

Web-Server

Wichtige Konfigurationseinstellungen

IP-Adresse, Hostname	Bei lokalem Betrieb die IP-Adresse 127.0.0.1 bzw. `localhost`.
Port	Üblicherweise lauscht der HTTP-Dämon auf Port 80 *(well-known Port)*; andere Einstellungen sind möglich.
ServerRoot	Verzeichnis im Dateisystem des Server-Rechners für Konfigurations-, Fehler-, und Log-Dateien der Server-Software.
DocumentRoot (→ Web-Space)	Verzeichnis im Dateisystem des Server-Rechners, in dem sich die auszuliefernden HTML-Dateien befinden.
Default-HTML-Dateiname	Spezifiziert die URL nur ein Verzeichns, wird nach einer Default-Datei gesucht. Üblich sind `index.html` oder `index.htm`.
CGI-Skripte	Angabe des physischen Verzeichnisses und eines virtuellen Verzeichnisses (meist `/cgi-bin`) für CGI-Skripte. Aufruf mit `https://`*`Servername`*`/cgi-bin/`*`Skriptname`*.
Log-Dateien	Protokollierung der Zugriffe (`access.log`), Fehler (`error.log`)
Timeouts	Spezifiziert, wie lange der Web-Browser auf eine Antwort vom Server warten soll, und wie lange der Server versuchen soll, Daten an den Web-Browser zu schicken.
MIME-Typen	Dateiformate, die der Web-Server kennt.

Web-Server

Apache HTTP-Server: Historie [Wikipedia]

1995 Version 0.6.2. Sammlung von Patches für den NCSA Web-Server (National Center for Supercomputing Applications) an der Universität von Illinois.

1998 Version 1.3. Grundstein für Apaches Erfolg. [apacheweek]

1999 Gründung der Apache Software Foundation. [apacheweek]

2002 Version 2.0. Modularisierung der Web-Server-Software. [apacheweek]

2005 Version 2.2. Unterstützung von Dateien > 2 GB, überarbeitete Authentifizierung, verbessertes Caching.

2012 Version 2.4. Deutlich performanter, geringerer Resourcenverbrauch.

2018 Aktuelle Version des Apache HTTP-Servers: [apache.org]

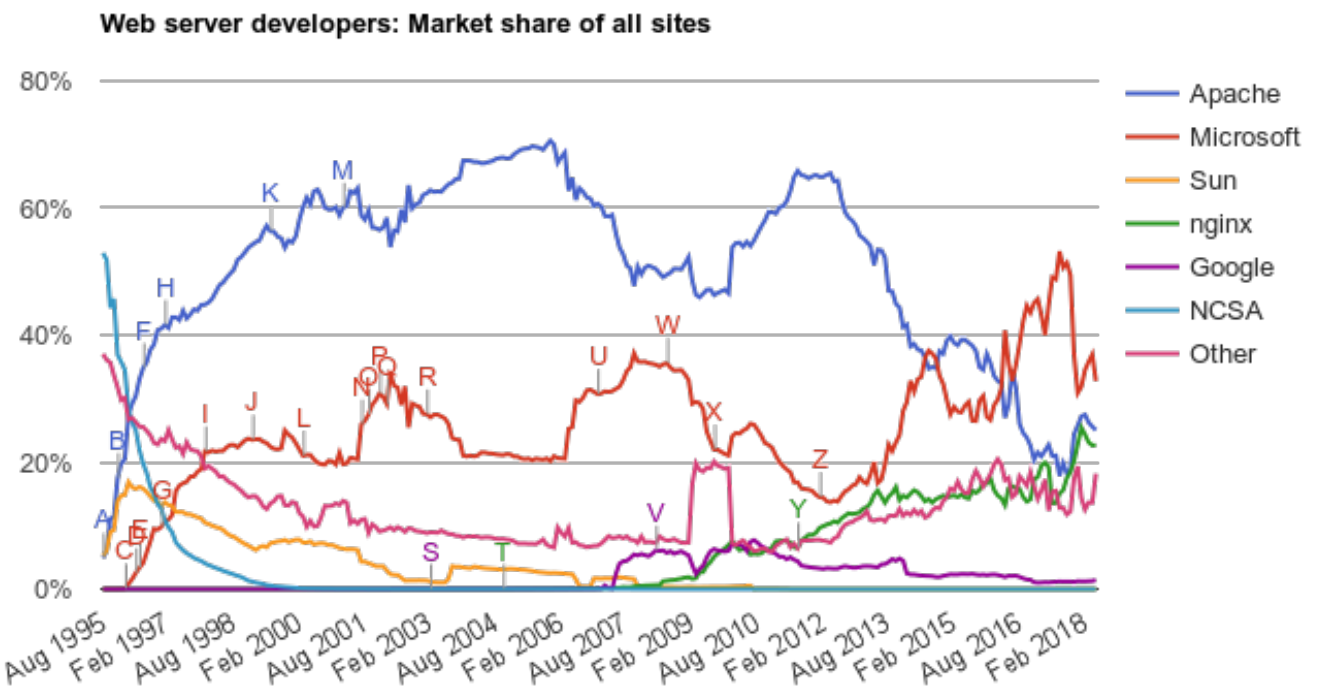
Web-Server

Apache HTTP-Server: Verbreitung

2018 1.584.940.345 Websites (= unique Hostnames) [internetlivestats]

175.884.348 active Websites

7.452.628 Web-Servers (aka Web-Facing Computers)



[www.netcraft.com]

Bemerkungen:

- Der Marktanteil bezieht sich auf den Anteil gehosteter Sites. [netcraft.com]
- Zählen von Web-Servern: [netcraft.com]
- Dokumentation des Apache HTTP-Servers: [apache.org]
- Glossar mit Fachbegriffen im Zusammenhang mit dem Apache HTTP-Server und Web-Server im Allgemeinen: [apache.org]

Web-Server

Apache HTTP-Server: httpd.conf

Die zentrale Konfigurationsdatei `httpd.conf` bzw. `apache2.conf` liegt im Verzeichnis `/etc/httpd/` bzw. `/etc/apache2/`. Funktionsabschnitte:

1. Global Environment. Randbedingungen zur Arbeitsweise.
2. Main Server Configuration. Anweisungen zur Arbeitsweise.
3. Virtual Hosts. Einrichtung virtueller Hosts.

Konfigurationsanweisungen *(Directives)* sind in sogenannten Containern gruppiert. Die Syntax ist XML-ähnlich, hat aber nichts damit zu tun.

Container	**Beschreibung**
`<IfDefine>, <IfModule>`	werden bei Server-Start ausgewertet
`<Directory>, <DirectoryMatch>, <Files>, <FilesMatch>, <Location>, <LocationMatch>, <Proxy>, <ProxyMatch>,`	Alle anderen Container werden bei Anfragen ausgewertet. Sie enthalten Anweisungen, mit denen Verzeichnisse angesprochen und das Verhalten bei Zugriffen auf den Web-Space definiert wird.

Web-Server

Apache HTTP-Server: .htaccess

`.htaccess`-Dateien dienen zur Spezifikation von Zugriffen im Web-Space (Verzeichnisbaum unterhalb DocumentRoot) von Web-Servern. [apache.org]

Web-Server

Apache HTTP-Server: .htaccess

`.htaccess`-Dateien dienen zur Spezifikation von Zugriffen im Web-Space (Verzeichnisbaum unterhalb DocumentRoot) von Web-Servern. [apache.org]

Beispiel:

`.htaccess`-Datei:

```
# Kommentar
AuthType Basic
AuthName "Service"
AuthUserFile /usr/maintenance/web/.htusers
AuthGroupFile /usr/maintenance/web/.htgroups
require user Alice Bob Eve
require group Support
```

`.htusers`-Datei:

```
Alice:INY8m5KMwIc
Bob:69gY8YPjQXeN6
Eve:INw2mPEH.owe2
Frank:INh6DHvyejvf2
Greg:INboWuvjjwQ7E
```

Web-Server

Apache HTTP-Server: .htaccess

`.htaccess`-Dateien dienen zur Spezifikation von Zugriffen im Web-Space (Verzeichnisbaum unterhalb DocumentRoot) von Web-Servern. [apache.org]

Beispiel:

`.htaccess`-Datei:

```
# Kommentar
AuthType Basic
AuthName "Service"
AuthUserFile /usr/maintenance/web/.htusers
AuthGroupFile /usr/maintenance/web/.htgroups
require user Alice Bob Eve
require group Support
```

`.htusers`-Datei:

```
Alice:INY8m5KMwIc
Bob:69gY8YPjQXeN6
Eve:INw2mPEH.owe2
Frank:INh6DHvyejvf2
Greg:INboWuvjjwQ7E
```

Direktive	Beschreibung
`AuthType`	Art der Authentifizierung, üblich ist `Basic`: Benutzer mit Passworten sind in einer anzugebenden Datei.
`AuthUserFile`	absoluter Pfad zur Datei von autorisierten Benutzern mit Passwort
`require {user | group}`	Liste der autorisierten Benutzer bzw. Gruppen

Bemerkungen:

- Die `.htaccess`-Dateien werden von Web-Servern ausgewertet, die zum NCSA-Server kompatibel sind.
- Das `.htaccess`-Konzept kann von dem Anwender, der Inhalte in dem Web-Space eines Web-Servers pflegt, eingesetzt werden. Aus Performanzgründen sollte grundsätzlich auf den Einsatz von `.htaccess`-Dateien verzichtet werden, falls die Möglichkeit besteht, Vorgaben in der `httpd.conf`-Datei machen zu können. [apache.org]
- Welche der globalen Vorgaben ein Anwender in der `.htaccess`-Datei überschreiben darf, wird mit der `allowoverride`-Direktive festgelegt. [apache.org]
- Standardmäßig gelten die Angaben einer `.htaccess`-Datei für das Verzeichnis, in dem die Datei gespeichert ist, einschließlich aller Unterverzeichnisse.
- Es ist sinnvoll, die sensiblen Dateien mit der Passwortinformation außerhalb des Web-Space des Web-Servers zu speichern.
- `.htaccess` ermöglicht viele Direktiven zur Zugriffsspezifikation:
  1. Optionen zum Verzeichnis-Browsing
  2. Optionen zum automatischen Weiterleiten
  3. Formulierung eigener Regeln zur Reaktion auf HTTP-Fehlermeldungen
  4. bedingte Auslieferung von Inhalten; z.B. können Web-Seiten abhängig von der Landessprache des benutzten Web-Browsers geliefert werden
  5. Optionen zur Komprimierung von Daten vor deren Übertragung zum Browser

Web-Server

Server Side Includes SSI [Einordnung] [apache.org] [SELFHTML]

Server Side Includes, SSI, sind die einfachste Möglichkeit, um HTML-Dokumente Server-seitig dynamisch zu verändern.

- SSI-Anweisungen sind Teil der HTML-Datei, maskiert als Kommentar:

```
<!--#Anweisung Parameter = "Wert" -->
```

- HTML-Dateien, die SSI-Anweisungen enthalten, sind mit einer speziellen Dateiendung gekennzeichnet: `shtml, shtm, sht`

Web-Server

Server Side Includes SSI [Einordnung] [apache.org] [SELFHTML]

Server Side Includes, SSI, sind die einfachste Möglichkeit, um HTML-Dokumente Server-seitig dynamisch zu verändern.

- SSI-Anweisungen sind Teil der HTML-Datei, maskiert als Kommentar:

  `<!--#`*Anweisung Parameter = "Wert"* `-->`

- HTML-Dateien, die SSI-Anweisungen enthalten, sind mit einer speziellen Dateiendung gekennzeichnet: `shtml, shtm, sht`

Beispiel:

```
<h3>Dynamisches HTML mit Server Side Includes</h3>
Datum/Uhrzeit auf dem Server:   <!--#config timefmt="%d.%m.%Y, %H.%M" -->
                                <!--#echo var="DATE_LOCAL" --> Uhr <br>
Name dieser HTML-Datei:         <!--#echo var="DOCUMENT_NAME" --> <br>
Installierte Server-Software:   <!--#echo var="SERVER_SOFTWARE" --> <br>
Aufrufender Web-Browser:        <!--#echo var="HTTP_USER_AGENT" -->
<h3>Weitere Informationen:</h3> <!--#exec cmd="free" -->
```

Web-Server

Server Side Includes SSI [Einordnung] [apache.org] [SELFHTML]

Server Side Includes, SSI, sind die einfachste Möglichkeit, um HTML-Dokumente Server-seitig dynamisch zu verändern.

- SSI-Anweisungen sind Teil der HTML-Datei, maskiert als Kommentar:

<!--#*Anweisung Parameter = "Wert"* -->

- HTML-Dateien, die SSI-
  Dateiendung gekennzei

Beispiel:

```
<h3>Dynamisches HTML mit S
Datum/Uhrzeit auf dem Serv

Name dieser HTML-Datei:
Installierte Server-Softwa
Aufrufender Web-Browser:
<h3>Weitere Informationen:</h3> <!--#exec cmd="free" -->
```

[Source, SSI-Ausführung]

Web-Server

Server Side Includes SSI (Fortsetzung)

Anweisung	Parameter
`#config`	`errmsg="`*String*`", sizefmt="`*Formatstring*`", timefmt="`*Formatstring*`"`
`#echo`	`var="`*Name*`"` Es sind eigene, CGI-Umgebungsvariablen sowie folgende Variablen erlaubt: `DOCUMENT_NAME`: Name der HTML-Datei `DOCUMENT_URI`: Pfad der HTML-Datei `LAST_MODIFIED`: Zeitstempel der HTML-Datei `QUERY_STRING_UNESCAPED`: unmaskierter GET-Übergabestring `DATE_LOCAL`: Datum und Uhrzeit nach Server `DATE_GMT`: Datum und Uhrzeit nach Greenwich-Zeit
`#exec`	`cmd="`*Pfad/Programmdatei*`"` `cgi="`*CGI-Pfad/CGI-Skript*`"`
`#fsize`	`file="`*Pfad/Datei*`"` `virtual="`*Pfad/Datei*`"`
`#flastmod`	`file="`*Pfad/Datei*`"` `virtual="`*Pfad/Datei*`"`
`#include`	`file="`*Pfad/Datei*`"` `virtual="`*Pfad/Datei*`"`

Common Gateway Interface CGI

Prinzip: Ein Programm außerhalb des Web-Servers stellt einen Zugang *(Gateway)* zu geschützten, für den Web-Server nicht erreichbaren Daten bereit.

Der hierfür standardisierte Kommunikationsmechanismus heißt CGI. [Einordnung]

Common Gateway Interface CGI

Prinzip: Ein Programm außerhalb des Web-Servers stellt einen Zugang *(Gateway)* zu geschützten, für den Web-Server nicht erreichbaren Daten bereit.

Der hierfür standardisierte Kommunikationsmechanismus heißt CGI. [Einordnung]

Aufruf eines CGI-Skripts aus einer HTML-Datei mit Übergabe von Anwenderdaten:

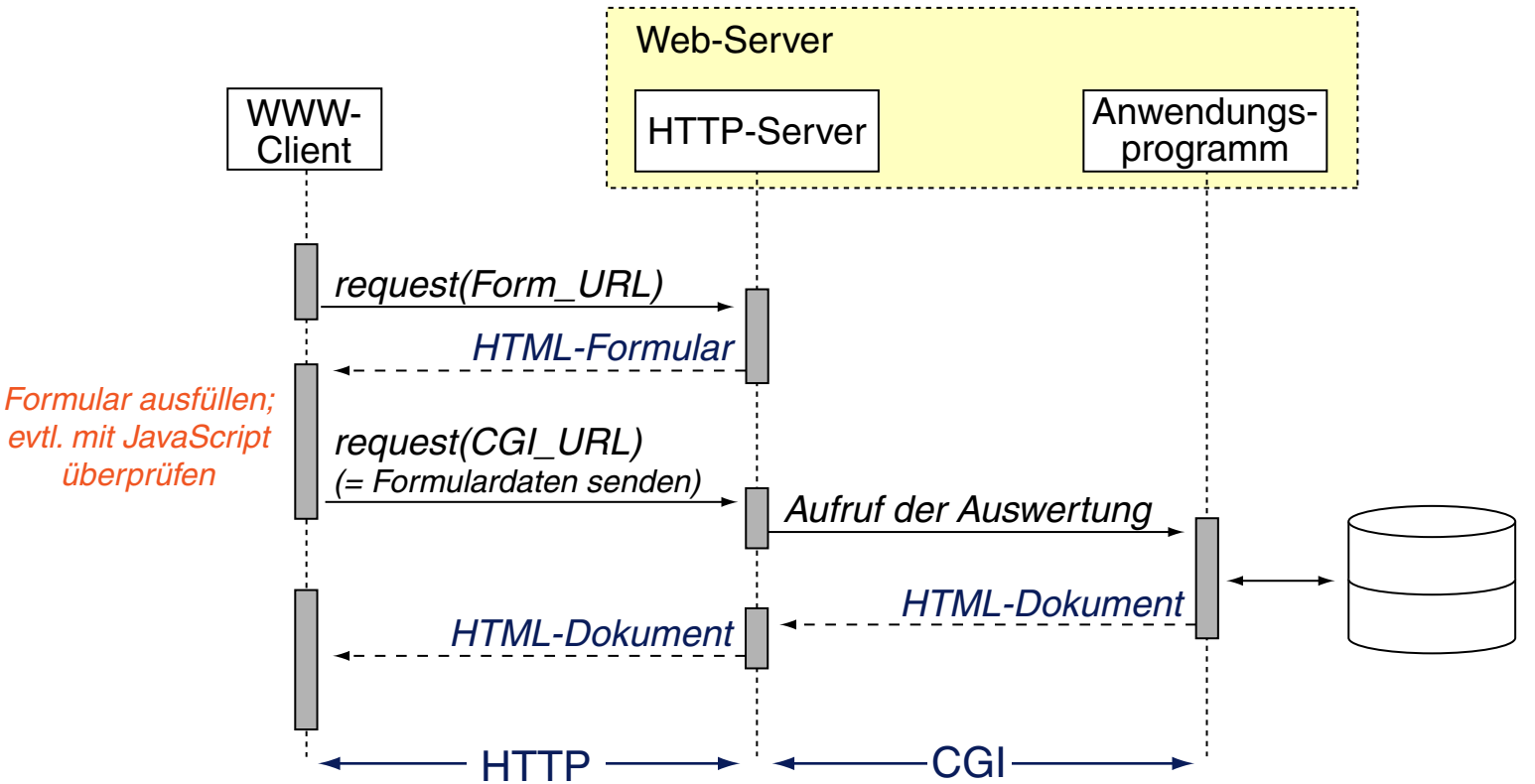
- Über ein Formular.
  ```
  <form action="/cgi-bin/sample.sh" method="get">
  ```

Typische Aufrufe aus einer HTML-Datei ohne Übergabe von Anwenderdaten:

- Über einen Verweis.
  ```
  <a href="/cgi-bin/statistik.py">Statistik</a>
  ```
- Über eine Grafikreferenz.
  ```
  <img src="/cgi-bin/counter.pl">
  ```
- Über eine Server Side Include Anweisung.
  ```
  <!-#exec cgi="/cgi-bin/counter.pl" ->
  ```
- Über ein automatisches Laden / Weiterleiten.
  ```
  <meta http-equiv="REFRESH" content="0; URL=/cgi-bin/welcome.sh">
  ```

Common Gateway Interface CGI

Ablauf einer CGI-Interaktion



Vergleiche hierzu den Ablauf einer Servlet-Interaktion.

Bemerkungen:

- Anwendung von CGI: komplexe Berechnungen oder Datenverarbeitungsaufgaben, Anfragen und Updates bei Datenbanken.
- Jedes vom Betriebssystem (in einer Shell bzw. von einer Kommandozeile) ausführbare Programm kann als CGI-Programm dienen.
- Schritte bei der Kommunikation via CGI [RFC 3875] [Meinel/Sack 2004]:
  1. Der HTTP-Server erhält vom Client die Anforderung einer Informationsressource, die über ein (CGI-) Skript bzw. Programm bereitgestellt wird.
  2. Der HTTP-Server setzt auf Basis der Anforderung eine Reihe von Umgebungsvariablen.
  3. Der HTTP-Server startet das CGI-Skript bzw. das CGI-Programm.
     Geschieht der Aufruf via POST, so werden die Daten aus dem HTTP-Message-Body dem CGI-Skript über die Standardeingabe *(stdin)* zur Verfügung gestellt.
  4. Der HTTP-Server erhält die bei Ausführung des CGI-Skripts auf die Standardausgabe *(stdout)* geschriebenen Daten als Rückgabewert.
  5. Der HTTP-Server liefert die erhaltenen Daten an den Client aus.
- Die Ausgabe eines CGI-Skriptes enthält Entity- und Response-Header-Zeilen sowie den Body gemäß des HTTP-Protokolls. Die erste Zeile des Protokolls, die Status-Line, wird nicht vom CGI-Skript, sondern von dem Web-Server generiert; das CGI-Skript kann Angaben für den Status-Code generieren.

Common Gateway Interface CGI

Wichtige CGI-Umgebungsvariablen

Variable	Beschreibung
`CONTENT_LENGTH`	bei Aufruf via POST: Anzahl der übergebenen Zeichen
`CONTENT_TYPE`	bei Aufruf via POST: MIME-Typ der übergebenen Daten
`DOCUMENT_ROOT`	Pfad zu dem Web-Space des Web-Servers.
`HTTP_ACCEPT`	akzeptierte MIME-Typen des aufrufenden Browsers
`HTTP_ACCEPT_LANGUAGE`	Landessprache des aufrufenden Browsers
`HTTP_CONNECTION`	Informationen über den Status der HTTP-Verbindung
`HTTP_COOKIE`	Namen und Wert von Cookies, sofern vom Browser gesendet
`HTTP_HOST`	Domain-Namen bzw. IP-Adresse aus Adresszeile des Browsers
`HTTP_USER_AGENT`	Produkt- und Versionsinformationen zum Browser
`QUERY_STRING`	an die URL angehängte Daten, beginnend nach erstem „?“
`REQUEST_METHOD`	HTTP-Anfragemethode
`REQUEST_URI`	HTTP-Pfad des CGI-Skripts inklusive übergebenen Daten

Bemerkungen zur Codierung von Formulardaten:

- URL und Query sind durch ein „?“ voneinander getrennt.
- Formularelemente einschließlich ihrer Daten sind durch „&“ voneinander getrennt.
- Name und Daten eines Formularelements sind durch „=“ voneinander getrennt.
- Leerzeichen in den eingegebenen Daten sind durch ein „+“ ersetzt.
- Zeichen mit ASCII-Werten zwischen 128 bis 255 sind durch eine hexadezimal codiert, eingeleitet durch ein Prozentzeichen. Beispiel: „%F6“ für „ö“

Common Gateway Interface CGI

Beispiel: Shell-Skript als CGI-Programm

In der HTML-Datei:

```
<a href="https:/cgi-bin/cgi-sample1.cgi?test=23">CGI-Aufruf</a>
```

Die Shell-Skript-Datei:

```
#!/bin/bash
echo "content-type: text/html"
echo ""   #Leerzeile gemäß HTTP-Protokoll.
echo "<!DOCTYPE html>"
echo "<html>"
echo "<head>"
echo "<meta http-equiv=\"content-type\" content=\"text/html; ...\">"
echo "<title>cgi-sample1</title>"
echo "</head>"
echo "<body>"
echo "<h3>Werte einiger CGI-Variablen</h3>"
echo "Installierte Server-Software: " $SERVER_SOFTWARE "<br>"
echo "Aufrufender Web-Browser: " $HTTP_USER_AGENT "<br>"
echo "Anfragemethode: " $REQUEST_METHOD "<br>"
echo "Query-String: " $QUERY_STRING "<br>"
echo "</body>"
echo "</html>"
```

Common Gateway Interface CGI

Beispiel: Shell-Skript als CGI-Programm

In der HTML-Datei:

```
<a href="https:/cgi-bin/cgi-sample1.cgi?test=23">CGI-Aufruf</a>
```

Die Shell-Skript-Datei:

```
#!/bin/bash
echo "content-type: text/html"
echo ""   #Leerzeile gemäß HTTP-Protokoll.
echo "<!DOCTYPE html>"
echo "<html>"
echo "<head>"
echo "<meta http-equiv=\"content-type\" content=\"text/html; ...\">"
echo "<title>cgi-sample1</title>"
echo "</head>"
echo "<body>"
echo "<h3>Werte einige
echo "Installierte Ser
echo "Aufrufender Web-
echo "Anfragemethode:
echo "Query-String: "
echo "</body>"
echo "</html>"
```

[Source, CGI-Ausführung]

Java Servlet

Einführung [Einordnung]

“A servlet is a Java programming language class used to extend the capabilities of servers that host applications accessed via a request-response programming model.”

[Oracle 1, 2]

Java Servlet

Einführung [Einordnung]

"A servlet is a Java programming language class used to extend the capabilities of servers that host applications accessed via a request-response programming model."

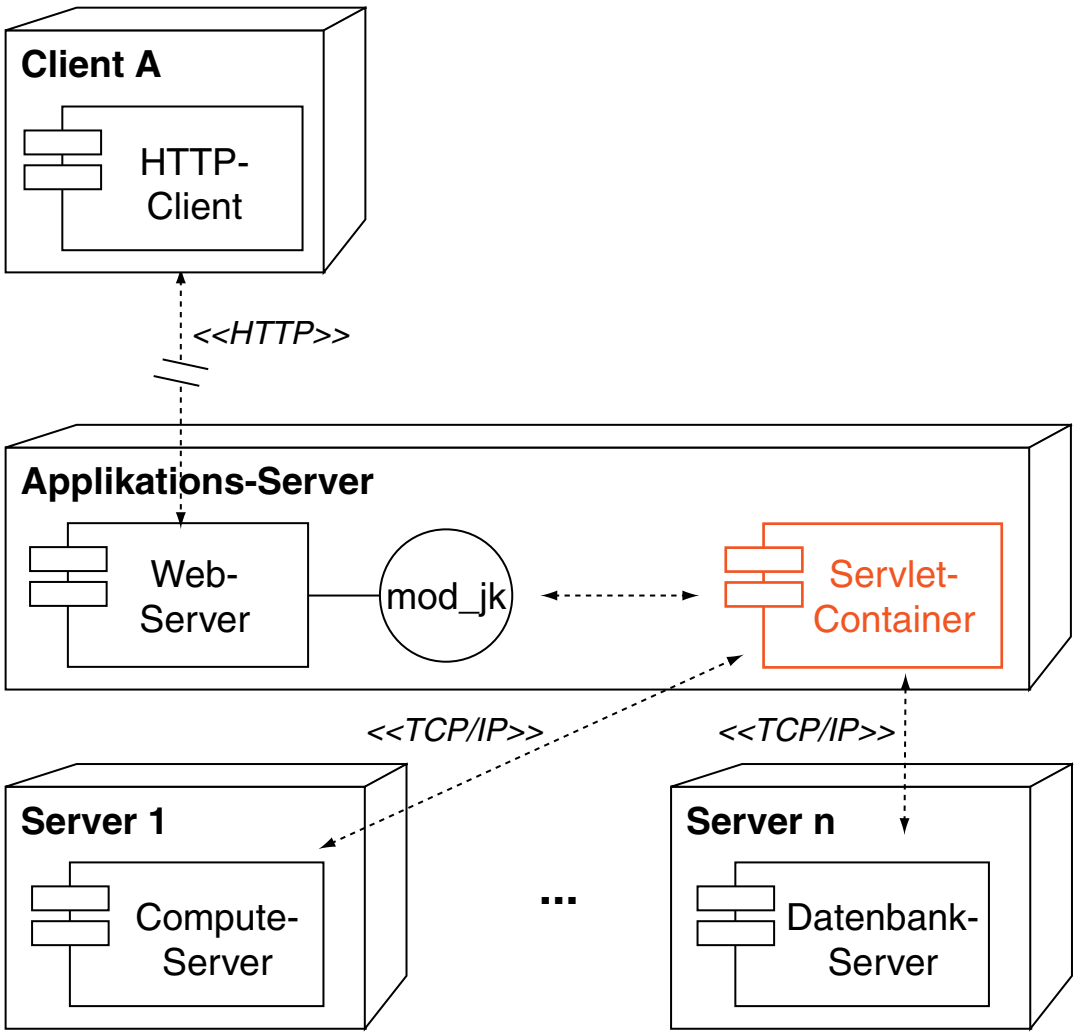
[Oracle 1, 2]

- Servlets können jede Art von Anfrage beantworten; ihr Einsatz geschieht hauptsächlich im Zusammenhang mit Web-Servern.
- Die Java Servlet API besteht aus den `javax.servlet`-Packages. Diese gehören nicht zur J2SE, sondern zur Java Enterprise Edition J2EE. [Javadoc]
- Im Mittelpunkt der Servlet-Programmierung stehen:

Klasse bzw. Interface	**Konzepte**
`HttpServlet`	`service(), doGet(), doPost()`
`HttpServletRequest`	`get...()`-Methoden für CGI-Environment
`HttpServletResponse`	Streams als Ausgabekanal zum Client

Java Servlet

Einführung (Fortsetzung) [Deployment DB-Server]



Bemerkungen:

- Das Deployment-Diagramm zeigt das Szenario eines Clients, der bei einem Web-Server eine URL anfragt, die evtl. auf ein Servlet verweist.
- Servlets werden in einem Servlet-Container verwaltet, der u.a. für die persistente Speicherung der Zustände und die Verfügbarkeit der Servlets zuständig ist. Der Servlet-Container gehört zur Vermittlungsschicht zwischen (Web-)Client und (Web-)Server und zählt somit zur Middleware.
- Der Servlet-Container kann entweder direkt oder – wie hier dargestellt – über einen vorgeschalteten Web-Server angefragt werden. Im letzteren Fall wird eine Schnittstelle benögt, die zwischen denjenigen URLs unterscheidet, die der Web-Server bzw. der Servlet-Container bedienen soll. Im Apache-Web-Server stehen zur Realisierung einer solchen Schnittstelle die alternativen Module “mod_jk” und “mod_proxy” zur Verfügung. [apache.org]
- In der „klassischen“ Konfiguration ist der Servlet-Container ein Service, der zusätzlich oder anstelle eines Web-Servers installiert wird und mittels dem Servlets deployed werden können. Alternativ kann eine Servlet-basierte Web-Anwendungen ihren eigenen Servlet-Container zur Installation mit bringen. Stichwort: *Embedded Servlet Container* [Tomcat, Jetty]

  Embedded Servlet-Container rücken die Container-Semantik in den Hintergrund (der „Container“ dient nur *einer* Anwendung). Sie sind eine elegante Möglichkeit, eine Java-Anwendung verteilt – mit allen Vorteilen von standardisierten Web-Technologien – zur Verfügung zu stellen: weltweiter Zugriff via URL und HTTP, leistungsfähige Benutzeroberfläche via Browser, etc.

Java Servlet

Servlet-Lebenszyklus

Der Lebenszyklus eines Servlets wird von dem Container gesteuert, der das Servlet verwaltet.

Ein HTTP-Servlet wird durch einen HTTP-Request über eine URL angesprochen. Dann führt der Container folgende Schritte aus:

1. Überprüfung, ob eine Servlet-Instanz läuft. Falls nicht, wird
   (a) die Servlet-Klasse geladen,
   (b) eine Instanz der Servlet-Klasse erzeugt und
   (c) die Servlet-Instanz durch Aufruf der `init()`-Methode initialisiert.

2. Erzeugung eines `HttpServletRequest`-Objektes und eines `HttpServletResponse`-Objektes.

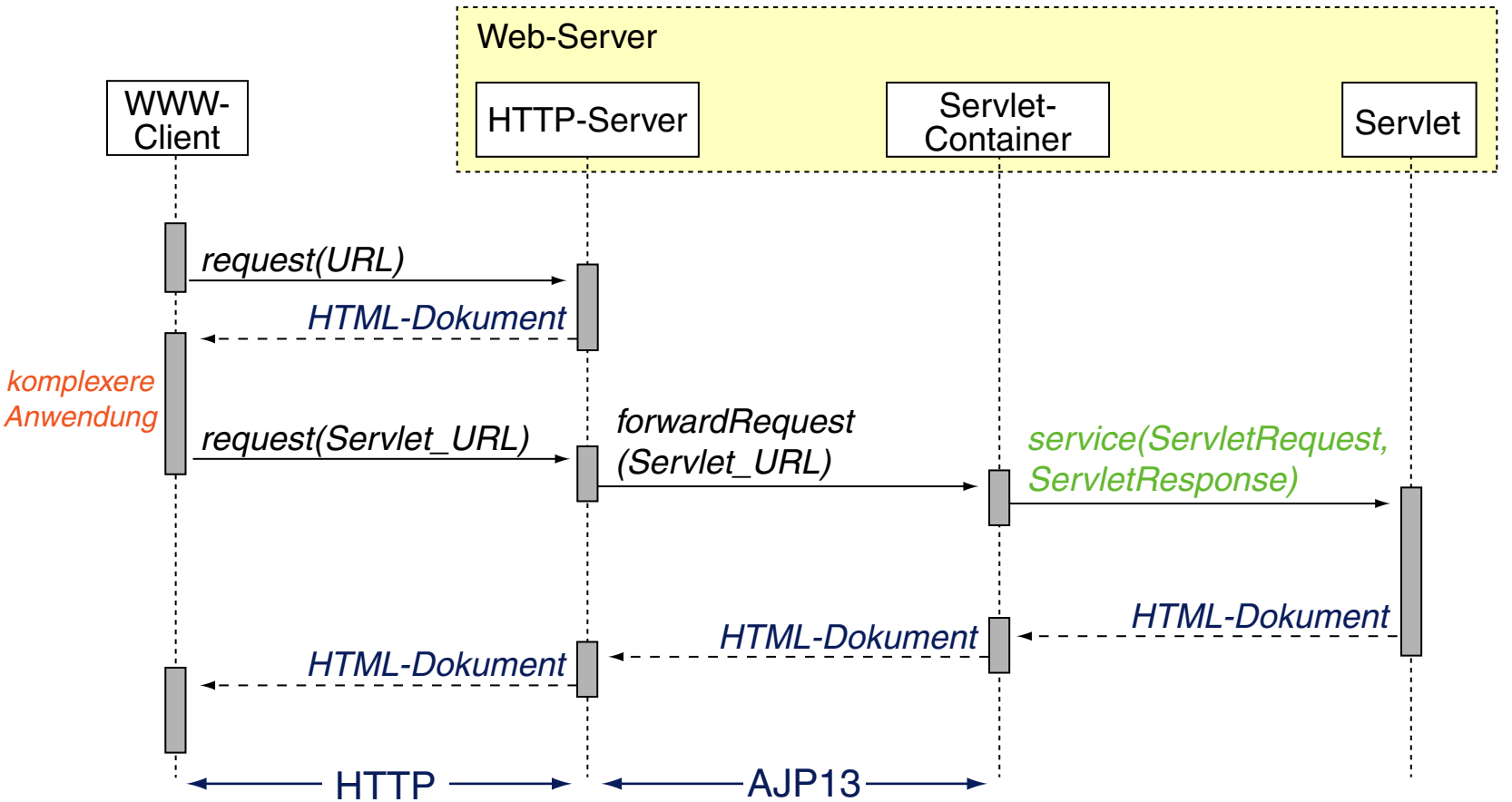
3. Aufruf der `service()`-Methode der Servlet-Instanz. Sie analysiert die Anfrage des Web-Servers und dispatched entsprechend; das Request-Objekt und das Response-Objekt werden mit übergeben.

Bemerkungen:

- Die `service()`-Methode erkennt die HTTP-Anfragen GET, POST, HEAD, PUT, DELETE, OPTIONS und TRACE. Die entsprechenden Java-Methoden heißen `doGet()`, `doPost()`, etc.
- Falls der Container eine Servlet-Instanz entladen soll, ruft er dessen `destroy()`-Methode auf.

Java Servlet

Ablauf einer Servlet-Interaktion



Vergleiche hierzu den Ablauf einer CGI-Interaktion.

Java Servlet

Charakteristika der Servlet-Technologie

- Portabilität
- Leistungsfähigkeit
- Effizienz
- Sicherheit
- Produktivität

Java Servlet

Charakteristika der Servlet-Technologie

- Portabilität

  Servlets sind über Betriebssysteme und Web-Server hinweg portabel.

- Leistungsfähigkeit

  Alle Konzepte von Java (Multithreading, Serialisierung, etc.) stehen zur Verfügung, einschließlich der gesamten Java-Bibliothek.

- Effizienz

  Eine Servlet-Instanz (ein Java-Objekt) wird nur einmal geladen und bleibt – mit seinem Zustand – im Speicher des Web-Servers.

- Sicherheit

  Java selbst ist sehr robust; zum Schutz des Web-Servers existieren darüberhinaus die Sicherheitsmechanismen des Java Security Managers. Stichwort: Servlet-Sandbox

- Produktivität

  Konzepte wie *Session Tracking, Cookie Handling* etc. erleichtern die Anwendungsentwicklung.

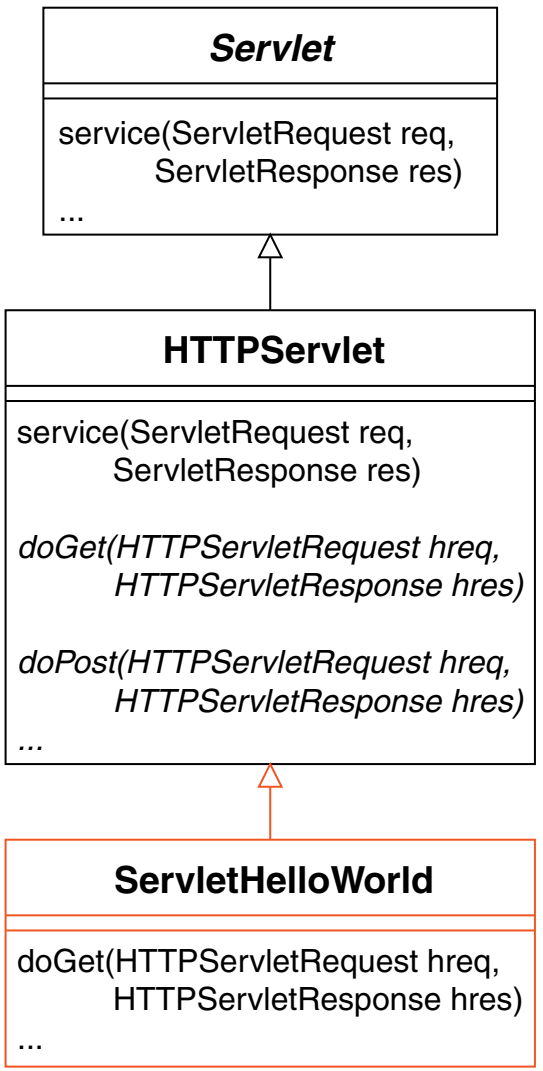
Java Servlet

Beispiel: HelloWorld [Servlet-Ausführung]

```
package servlet;

import java.io.*;
import javax.servlet.*;
import javax.servlet.http.*;

public class ServletHelloWorld extends HttpServlet {

    public void init() throws ServletException {
        // Nothing to do here.
    }

    public void doGet(HttpServletRequest request, HttpServletResponse response)
            throws ServletException, IOException {
        // Use "response" to specify the HTTP response line and headers
        // (e.g. specifying the content type, setting cookies).
        response.setContentType("text/html");
        PrintWriter out = response.getWriter();
        // Use "out" to send content to browser.
        out.print("<!DOCTYPE html>"
                + "<html><head><title>Hello World</title></head>"
                + "<body><h1>Hello World!</h1></body></html>");
    }
}
```

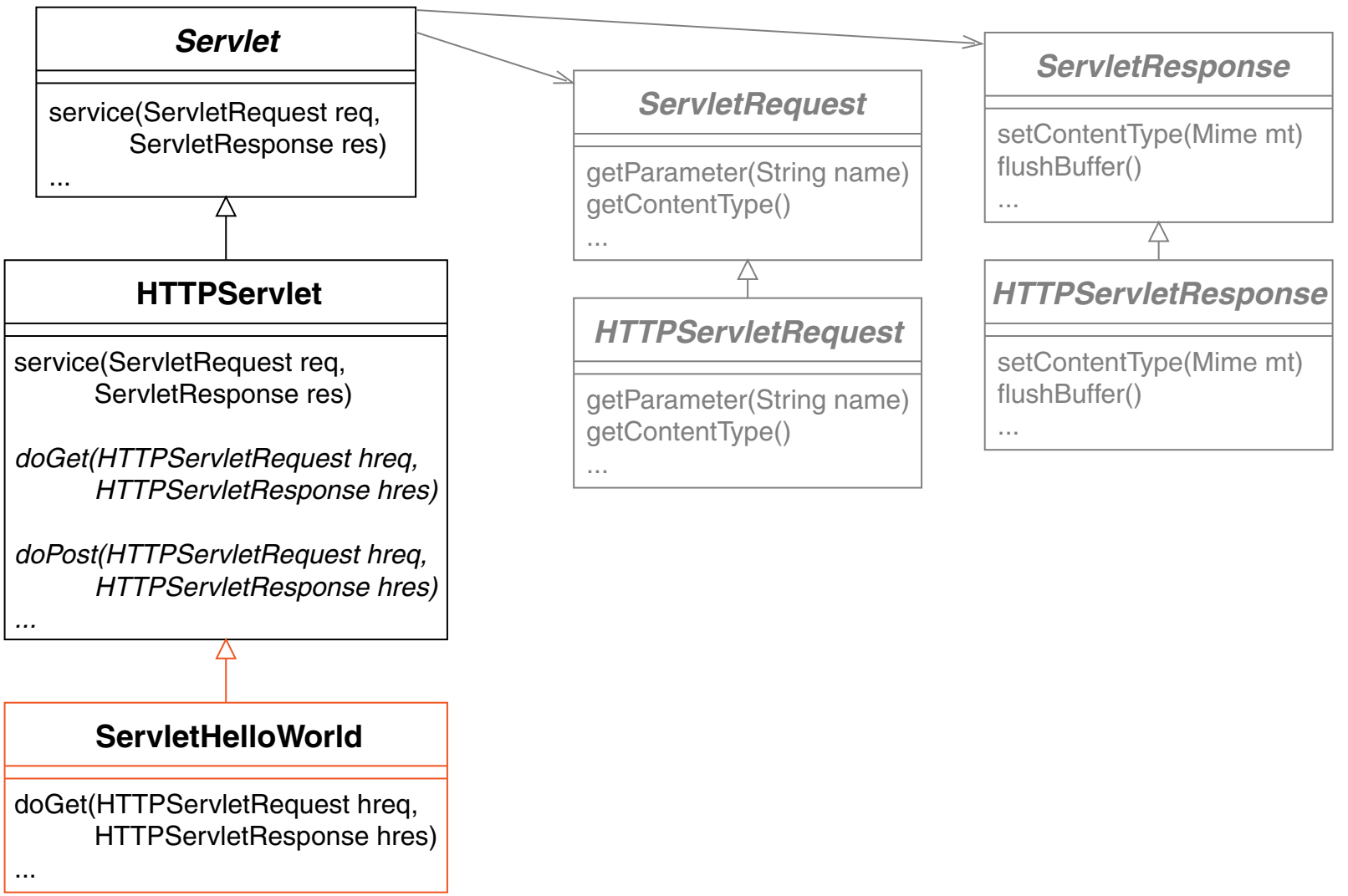
Java Servlet

Implementierung folgt dem „Template Method“-Pattern



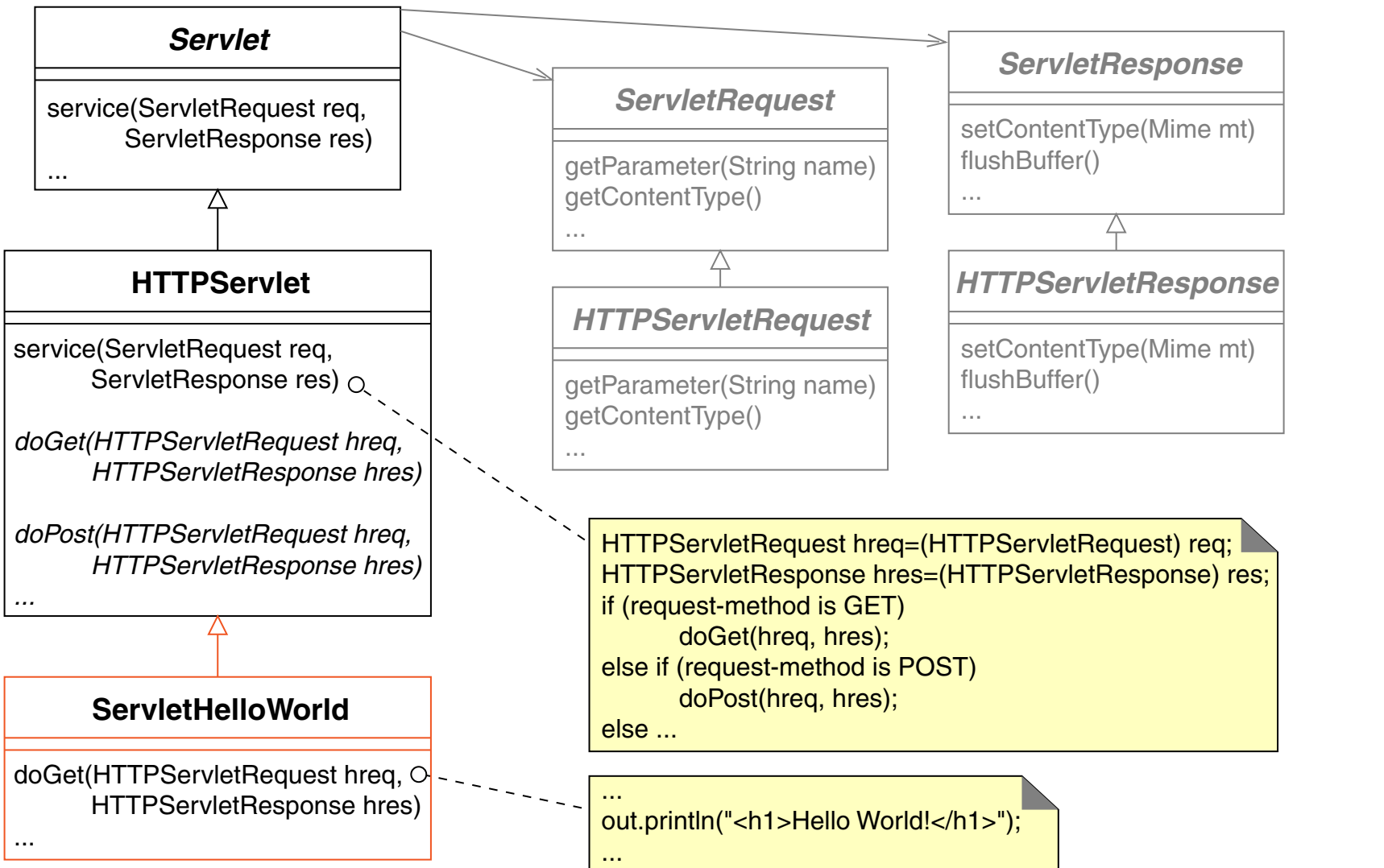
Java Servlet

Implementierung folgt dem „Template Method“-Pattern



Java Servlet

Implementierung folgt dem „Template Method“-Pattern



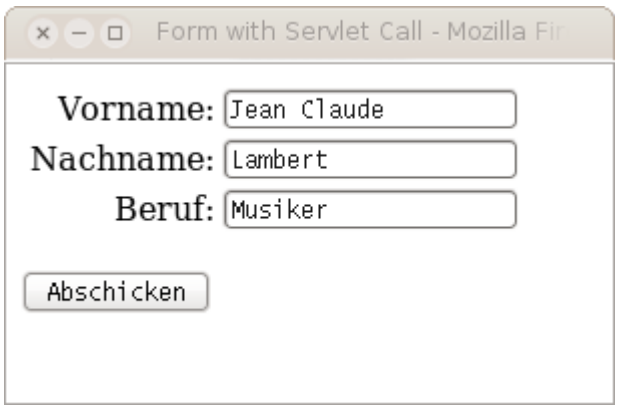
Java Servlet

Beispiel: URL-Parameter einlesen

```
<!DOCTYPE html>
<html>
  <head>
    <meta http-equiv="content-type" content="text/html; ...">
    <title>Form with Servlet Call</title>
  </head>
  <body>
    <form action="https://.../ServletReadURLParam" method="GET">
      <table border="0" cellpadding="0" cellspacing="4">
        <tr>
          <td align="right">Vorname:</td>
          <td><input name="vorname" type="text" size="20" ...></td>
        </tr>
        ...
      </table>
      <p>
        <input type="submit" name="z" value="Abschicken"> <br>
      </p>
    </form>
  </body>
</html>
```

Java Servlet

Beispiel: URL-Parameter einlesen (Fortsetzung)



[Servlet-Ausführung]

Java Servlet

Beispiel: URL-Parameter einlesen (Fortsetzung)

```
package servlet;

import java.io.*; ...

public class ServletReadURLParam extends HttpServlet {

    public void doGet(HttpServletRequest request,HttpServletResponse response)
            throws ServletException, IOException {
        response.setContentType("text/html");
        PrintWriter out = response.getWriter();
        // Use "request" to read incoming HTTP headers (e.g. cookies)
        // and HTML form data (e.g. data the user entered and submitted)
        out.println("<!DOCTYPE html> <html>"
             + "<head><title>URL Parameter</title></head>"
             + "<body><h3>Einlesen von URL Parametern</h3>"
             + "<ul> <li>Vorname: " + request.getParameter("vorname")
             + "</li><li>Nachname: " + request.getParameter("nachname")
             + "</li><li>Beruf: " + request.getParameter("beruf")
             + "</li></ul> </body></html>");
    }

    public void doPost(HttpServletRequest request,HttpServletResponse response)
            throws ServletException, IOException {
        doGet(request, response);
    }
}
```

Java Servlet

Deployment

Die Bereitstellung (*Deployment*) Servlet-basierter Web-Anwendungen ist standardisiert; der Java Community Process hat hierfür das `war`-Archivformat spezifiziert. Verzeichnisstruktur:

DocumentRoot/Context-Path.`war`

~

DocumentRoot/Context-Path/ `WEB-INF/classes/servlet`

- `web.xml`
- *Servlet1*`.class`
- *Servlet2*`.class`
- ...

Java Servlet

Deployment

Die Bereitstellung (*Deployment*) Servlet-basierter Web-Anwendungen ist standardisiert; der Java Community Process hat hierfür das `war`-Archivformat spezifiziert. Verzeichnisstruktur:

DocumentRoot/Context-Path.`war`

~

DocumentRoot/Context-Path/ `WEB-INF/classes/servlet`

Mit obiger Verzeichnisstruktur geschieht der *Servlet*-Aufruf über einen HTTP-Server mit integrierten (1) bzw. externen (2) Servlet-Container wie folgt:

1. `http://`*Web-Server*`:8080/`*Context-Path*`/`*Servlet* [ServletHelloWorld]
2. `https://`*Web-Server*`/`*Context-Path*`/servlets/`*Servlet* [ServletHelloWorld]

[mod_proxy Servlet-Interaktion, apache.org] [Deployment]

Bemerkungen:

- Aus Sicherheitsgründen sind fast alle Ports außer Port 80 bei Zugriffen von außerhalb (der Universität) gesperrt. Aufruf (1) ohne mod_proxy ist dann nicht möglich.

- Das Deployment kann im laufenden Betrieb eines Web-Servers erfolgen.

- Die Datei `web.xml` ist der Deployment-Descriptor und enthält die URL-Mappings zu den Servlets. Folgende web.xml-Datei beschreibt das `ServletHelloWorld`-Servlet:

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<web-app xmlns="http://xmlns.jcp.org/xml/ns/javaee/"
    xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    xsi:schemaLocation="http://xmlns.jcp.org/xml/ns/javaee/ .../web-app.xsd"
    version="3.1">
  <servlet>
    <servlet-name>HelloWorld</servlet-name>
    <servlet-class>servlet.ServletHelloWorld</servlet-class>
  </servlet>
  <servlet-mapping>
    <servlet-name>HelloWorld</servlet-name>
    <url-pattern>/ServletHelloWorld</url-pattern>
  </servlet-mapping>
</web-app>
```

  Schema-Datei für `<web-app>`-Elemente.

Java Server Pages JSP

Java Server Pages JSP

Einführung [Einordnung]

Ziel: Pflege von statischen und dynamischen Inhalten in *einer* Datei.

Charakteristika, Technologie:

- dokumentenzentrierte Programmierung – direkt über den Web-Client
- Einbettung von Java-Code in HTML
- Java für dynamische, HTML für statische Dokumentbestandteile
- automatische Code-Generierung und Code-Verwaltung mit Servlets
- Zugriff auf und Verwendung des JavaBeans-Komponentenmodells

Anwendung:

- mittelgroße bis sehr große Projekte, einfache bis komplexe Probleme
- bei Forderung nach Portabilität, skalierbarer Architekur, hoher Performanz

Java Server Pages JSP

Einführung (Fortsetzung)

Java-Code wird in den HTML-Code einer `jsp`-Datei eingebettet:

```
<!DOCTYPE html>
<html>
  <head> <title>JSP Sample</title> </head>
  <body>
    <h1> <% out.print("Hello World!"); %> </h1>
  </body>
</html>
```

Java Server Pages JSP

Einführung (Fortsetzung)

Java-Code wird in den HTML-Code einer `jsp`-Datei eingebettet:

```
<!DOCTYPE html>
<html>
  <head> <title>JSP Sample</title> </head>
  <body>
    <h1> <% out.print("Hello World!"); %> </h1>
  </body>
</html>
```

[JSP-Ausführung] [JSP-Source] [Servlet: generiert, manuell]

Java Server Pages JSP

Einführung (Fortsetzung) [generierte Web-Seite] [generiertes Servlet]

```
<!DOCTYPE html>
<html>
  <head> <title>Registration</title> </head>
  <body>

    <h3>Anmeldung</h3>
    <form action="registration.jsp" method="get">
      <table>
        <tr><td>Benutzername:</td>
            <td><input type="text" name="user"></td></tr>
        <tr><td><input type="submit" value="Anmelden"></td></tr>
      </table>
    </form>

  </body>
</html>
```

Java Server Pages JSP

Einführung (Fortsetzung) [generierte Web-Seite] [generiertes Servlet]

```
<!DOCTYPE html>
<html>
  <head> <title>Registration</title> </head>
  <body>

    <h3>Ihre Anmeldedaten:</h3>
    Benutzername:

  </body>
</html>
```

Java Server Pages JSP

Einführung (Fortsetzung) [generierte Web-Seite] [generiertes Servlet]

```
<!DOCTYPE html>
<html>
  <head> <title>Registration</title> </head>
  <body>
    <%
      String user = request.getParameter("user");
      if ( user == null || "".equals(user) ) {
    %>
    <h3>Anmeldung</h3>
    <form action="registration.jsp" method="get">
      <table>
        <tr><td>Benutzername:</td>
            <td><input type="text" name="user"></td></tr>
        <tr><td><input type="submit" value="Anmelden"></td></tr>
      </table>
    </form>
    <% } else { %>
    <h3>Ihre Anmeldedaten:</h3>
    Benutzername: <%= user %>
    <% } %>
  </body>
</html>
```

Vergleiche hierzu die PHP-Realisierung.

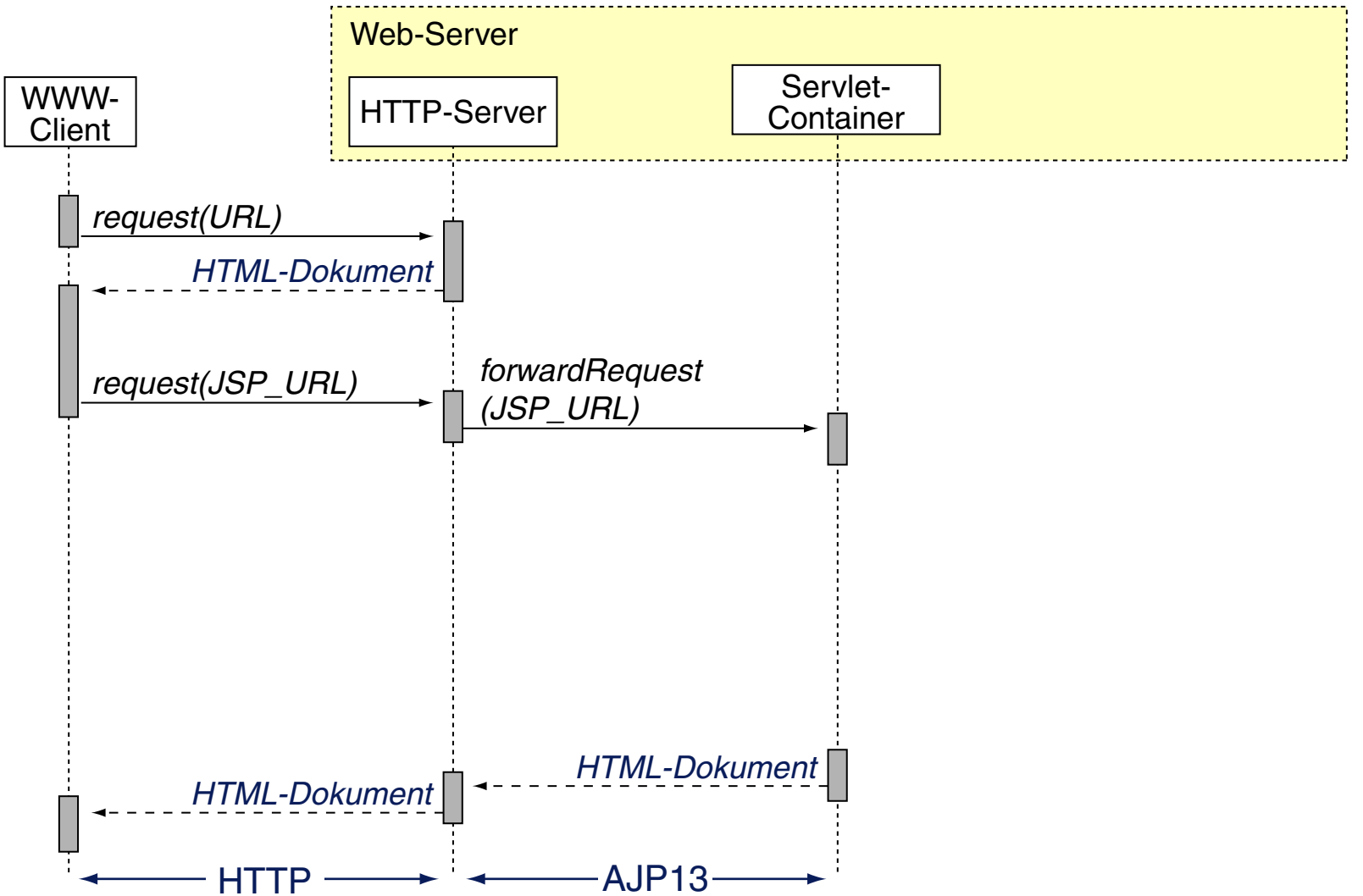
Java Server Pages JSP

Einführung (Fortsetzung)

[JSP-Ausführung]

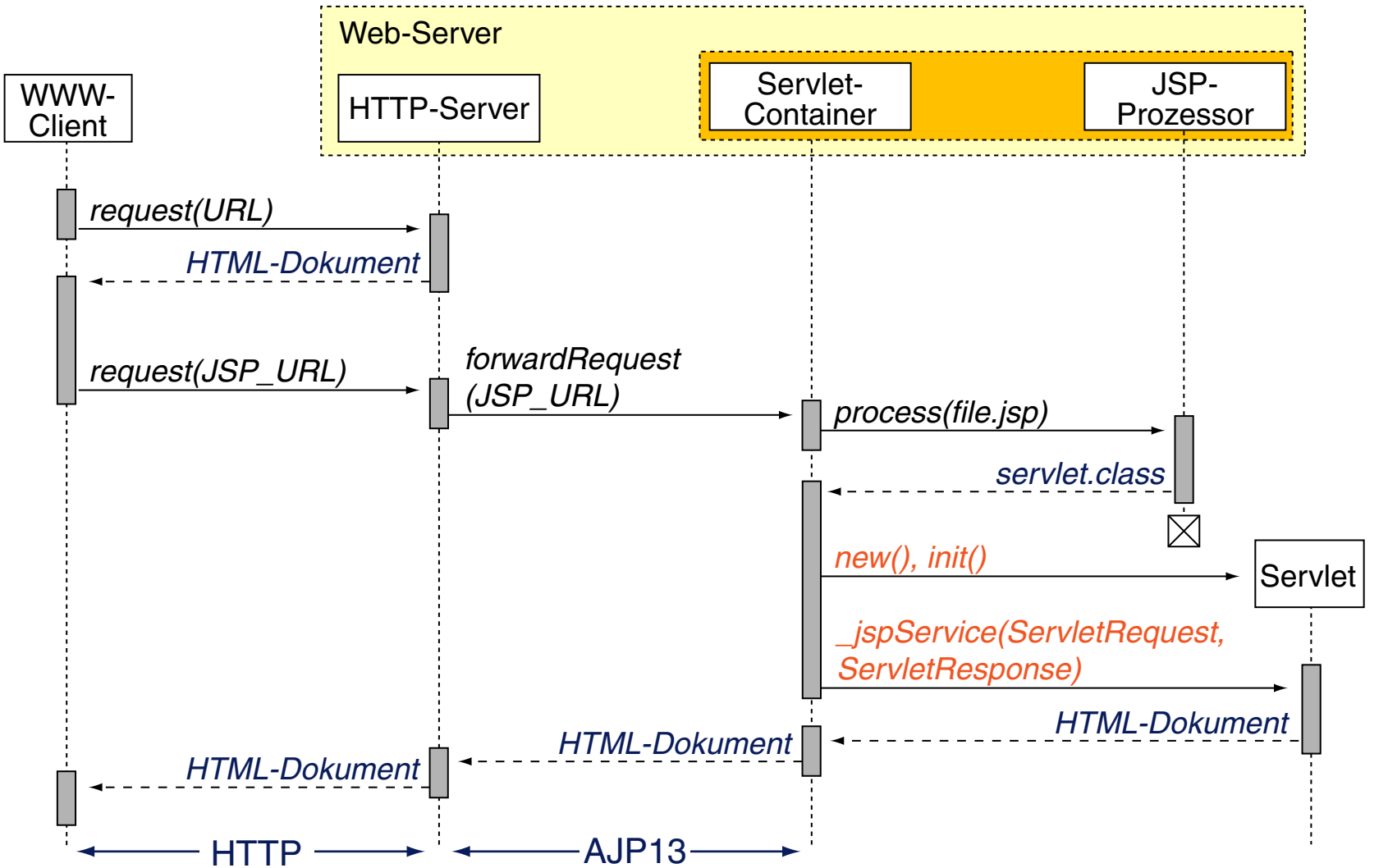
Java Server Pages JSP

Ablauf einer JSP-Interaktion



Java Server Pages JSP

Ablauf einer JSP-Interaktion



Bemerkungen:

- Die `jsp`-Datei kombiniert HTML-Code und Java-Code zur Erzeugung einer HTML-Seite.
- Die Generierung des Servlets aus der `jsp`-Datei geschieht „on the fly“. Dabei wird berücksichtigt, ob die `jsp`-Datei zwischenzeitlich verändert wurde.
- Das Action-Attribut `<... action="registration.jsp">` ist laut Referenz optional. Falls es fehlt, wird als Default-Wert die Datei selbst (hier: `registration.jsp`) genommen.
- Es gibt keine einzelnen (CGI-)Programme zur Generierung der Web-Seiten: HTML-Form, HTML-Antwort, Programm zur Verarbeitung – alles befindet sich in derselben Datei.

Java Server Pages JSP

Konzepte der JSP-Technologie

Der HTML-Code einer `jsp`-Datei wird um `out.println()`-Anweisungen ergänzt und in die `_jspService()`-Methode des Servlets integriert. [Javadoc]

Java Server Pages JSP

Konzepte der JSP-Technologie

Der HTML-Code einer `jsp`-Datei wird um `out.println()`-Anweisungen ergänzt und in die `_jspService()`-Methode des Servlets integriert. [Javadoc]

Zur Programmierung gibt es drei Konzepte:

1. Java.
   (a) Java-*Scriptlet*: beliebige Java-Anweisungen.
   HTML-Syntax: `<%` *Code* `%>` Code wird Teil der `_jspService()`-Methode.
   (b) Java-*Expression*: Wert, der zur Laufzeit ermittelt und als String ausgegeben wird.
   HTML-Syntax: `<%=` *Code* `%>` Code wird Teil der `_jspService()`-Methode.
   (c) Java-*Declaration*: beliebige Java-Anweisungen.
   HTML-Syntax: `<%!` *Code* `%>` Code ist außerhalb der `_jspService()`-Methode.

2. JSP-Aktionen.
   Anbindung von JavaBeans-Komponenten; verwendet XML-Syntax.

3. JSP-Direktiven.
   Anweisungen, die direkt vom JSP-Prozessor verarbeitet werden.

Java Server Pages JSP

JSP-Prozessor

```
...
<html>
 <body>
  <h1>Hello World</h1>
  <% String user=request.getParameter("user"); %>
  <%= clock.getDayofMonth() %>
  <%! private int accessCount = 0; %>
  ...
 </body>
</html>
```

JSP-Dokument

```
public class SampleServlet extends HttpServlet {
  ...

  public void _jspService(...) throws ServletException {



    ...
  }
}
```

Java Server Pages JSP

JSP-Prozessor

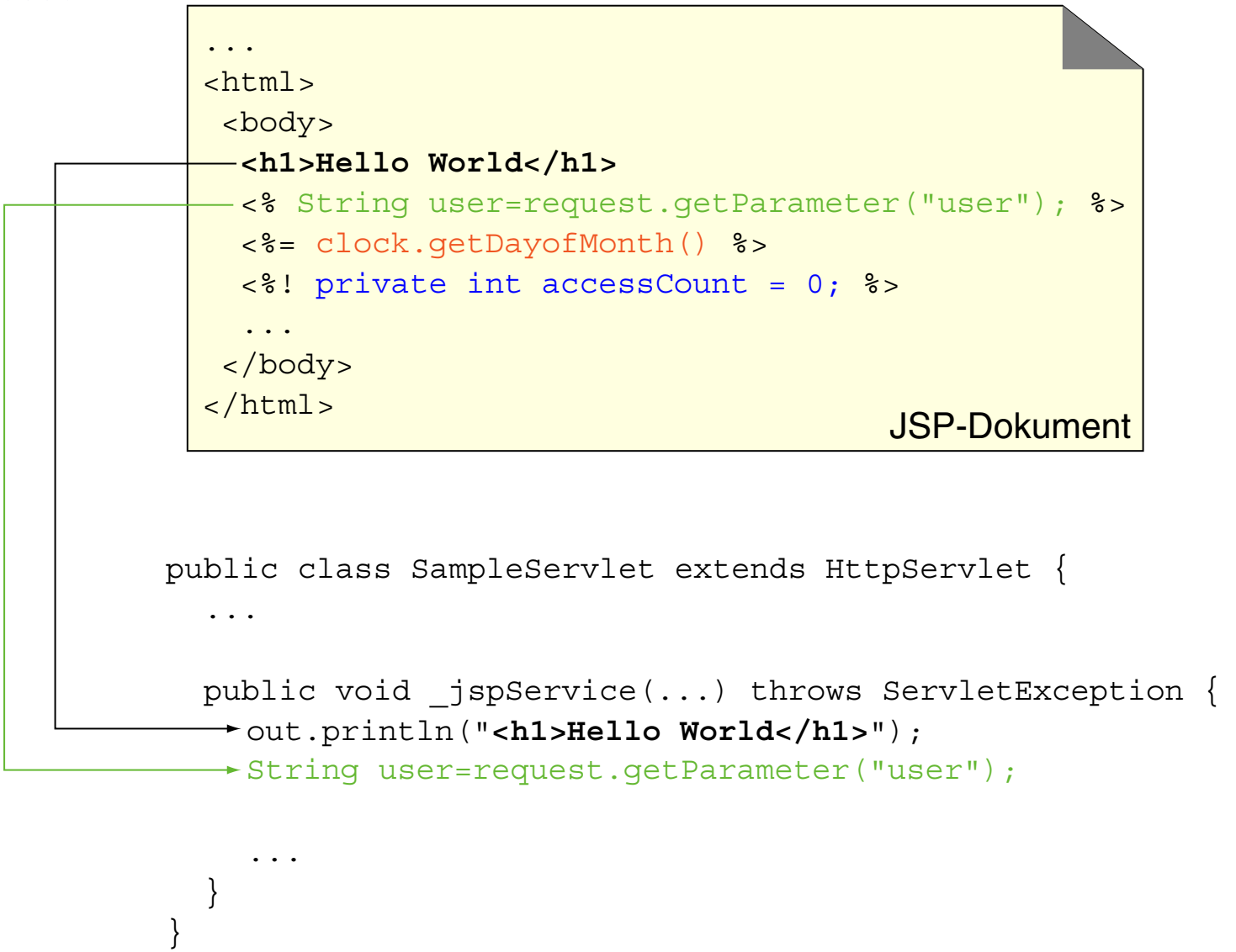
```
...
<html>
 <body>
  <h1>Hello World</h1>
   <% String user=request.getParameter("user"); %>
   <%= clock.getDayofMonth() %>
   <%! private int accessCount = 0; %>
   ...
 </body>
</html>
```

JSP-Dokument

```
public class SampleServlet extends HttpServlet {
  ...

  public void _jspService(...) throws ServletException {
    out.println("<h1>Hello World</h1>");

    ...
  }
}
```

Java Server Pages JSP

JSP-Prozessor



Java Server Pages JSP

JSP-Prozessor

```
...
<html>
 <body>
  <h1>Hello World</h1>
  <% String user=request.getParameter("user"); %>
  <%= clock.getDayofMonth() %>
   <%! private int accessCount = 0; %>
   ...
 </body>
</html>
```

JSP-Dokument

```
public class SampleServlet extends HttpServlet {
  ...

  public void _jspService(...) throws ServletException {
    out.println("<h1>Hello World</h1>");
    String user=request.getParameter("user");
    out.println(clock.getDayofMonth().toString());
    ...
  }
}
```

Java Server Pages JSP

JSP-Prozessor

```
...
<html>
 <body>
  <h1>Hello World</h1>
  <% String user=request.getParameter("user"); %>
  <%= clock.getDayofMonth() %>
  <%! private int accessCount = 0; %>
   ...
 </body>
</html>
```

JSP-Dokument

JSP-Prozessor

```
public class SampleServlet extends HttpServlet {
  ...
  private int accessCount = 0;
  public void _jspService(...) throws ServletException {
    out.println("<h1>Hello World</h1>");
    String user=request.getParameter("user");
    out.println(clock.getDayofMonth().toString());
    ...
  }
}
```

Server-Technologien

Quellen zum Nachlernen und Nachschlagen im Web

- Apache. *Apache HTTP Server Documentation.*
  httpd.apache.org/docs
- Hall. *Servlets and JavaServer Pages Tutorial Series.*
  courses.coreservlets.com
- Hall. *More Servlets and JavaServer Pages.*
  http://www.moreservlets.com/
- Oracle. *Java Servlet Tutorials.*
  javaee.github.io/tutorial/servlets.html
- Oracle. *Java Servlet Technology.*
  www.oracle.com/technetwork/java/javaee/servlet
  www.oracle.com/technetwork/java/javaee/overview
- Vogel. *Apache Tomcat - Tutorial.*
  www.vogella.com/tutorials/ApacheTomcat/article.html