

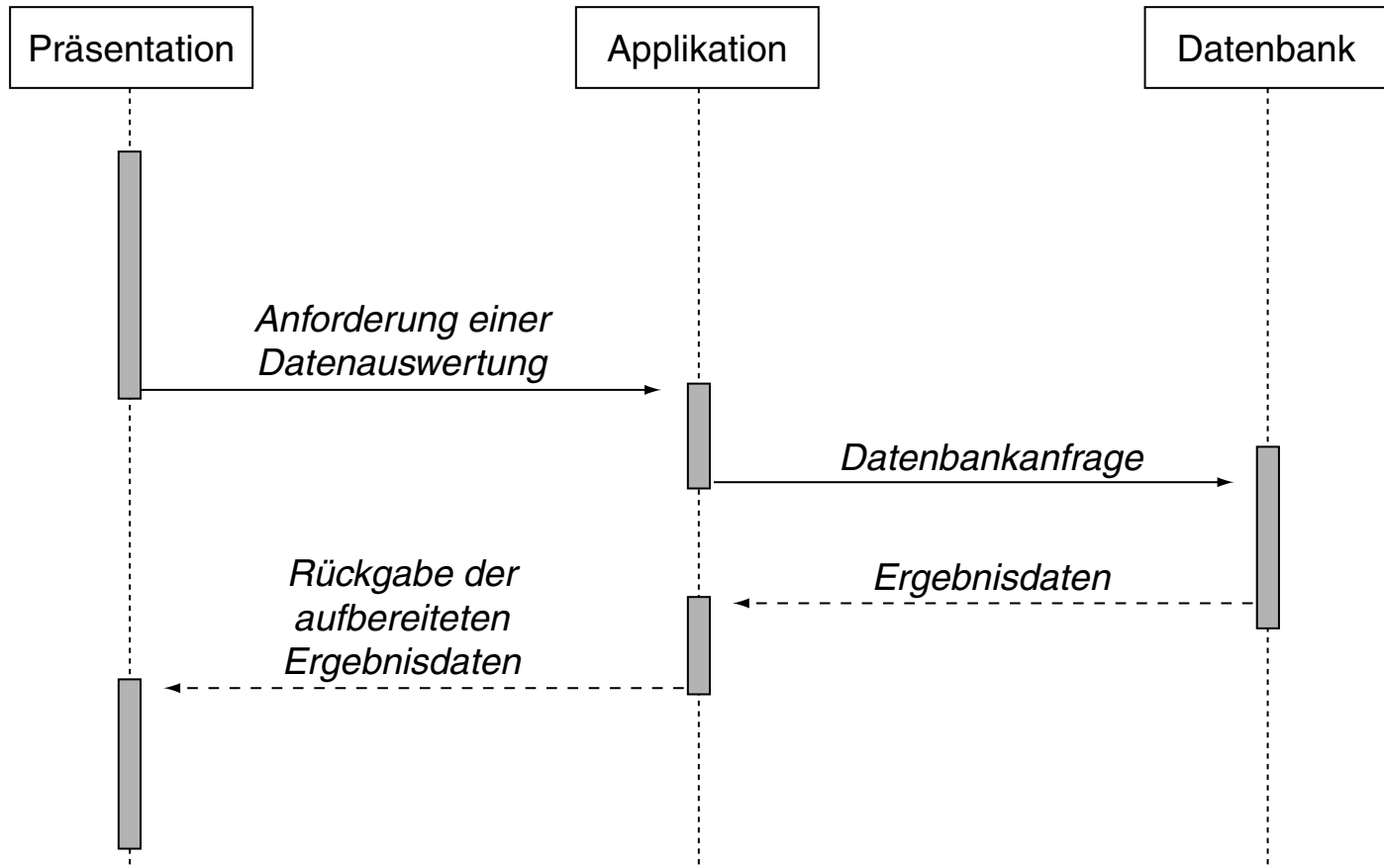
Kapitel WT:VI

VI. Architekturen und Middleware-Technologien

- ❑ Client-Server-Architekturen
- ❑ Ajax
- ❑ REST
- ❑ Remote Procedure Call Systems
- ❑ Distributed Object Systems
- ❑ Web-Services mit SOAP
- ❑ Message-Oriented Middleware

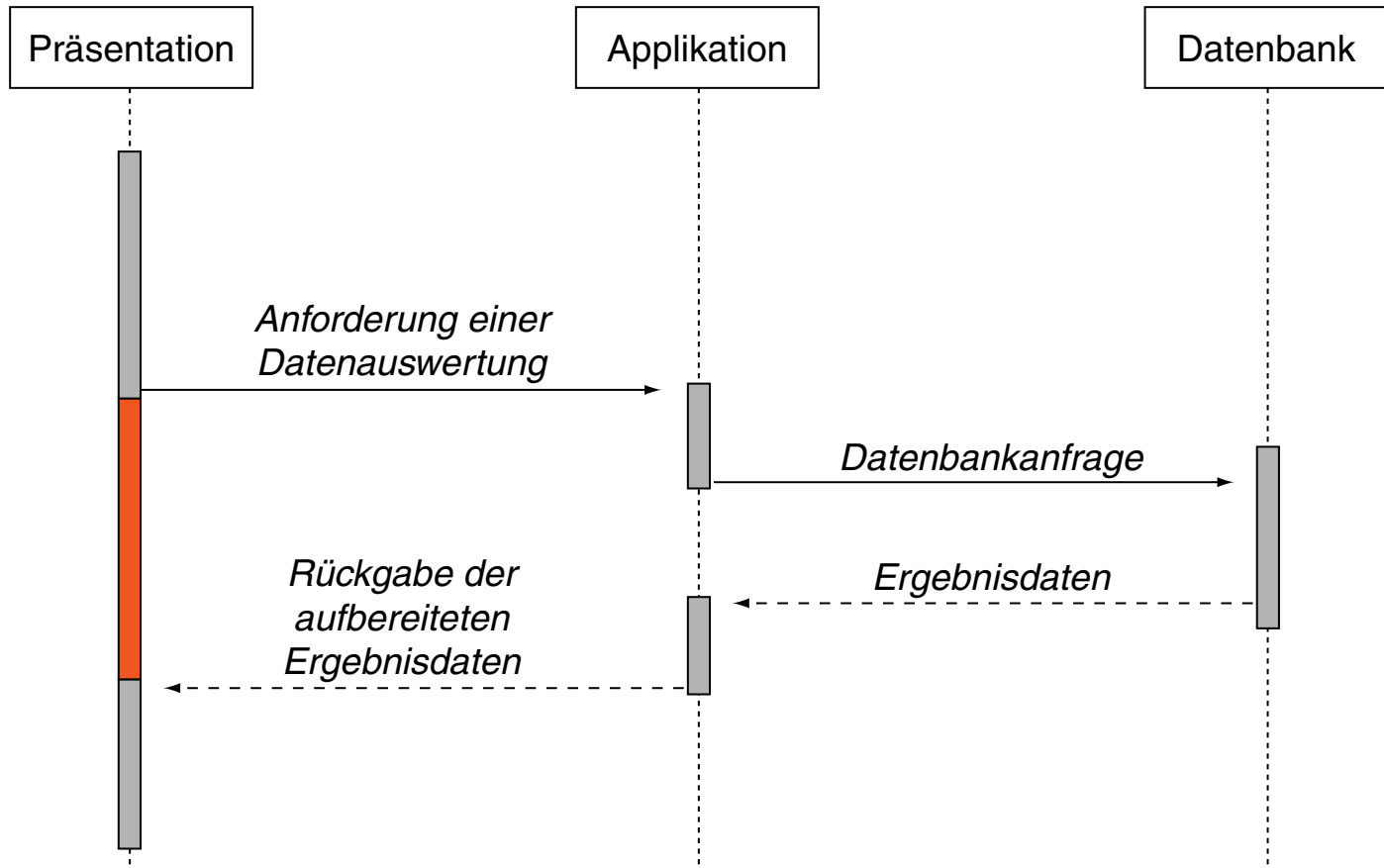
Client-Server-Architekturen

3-Tier Architektur: Sequenzdiagramm



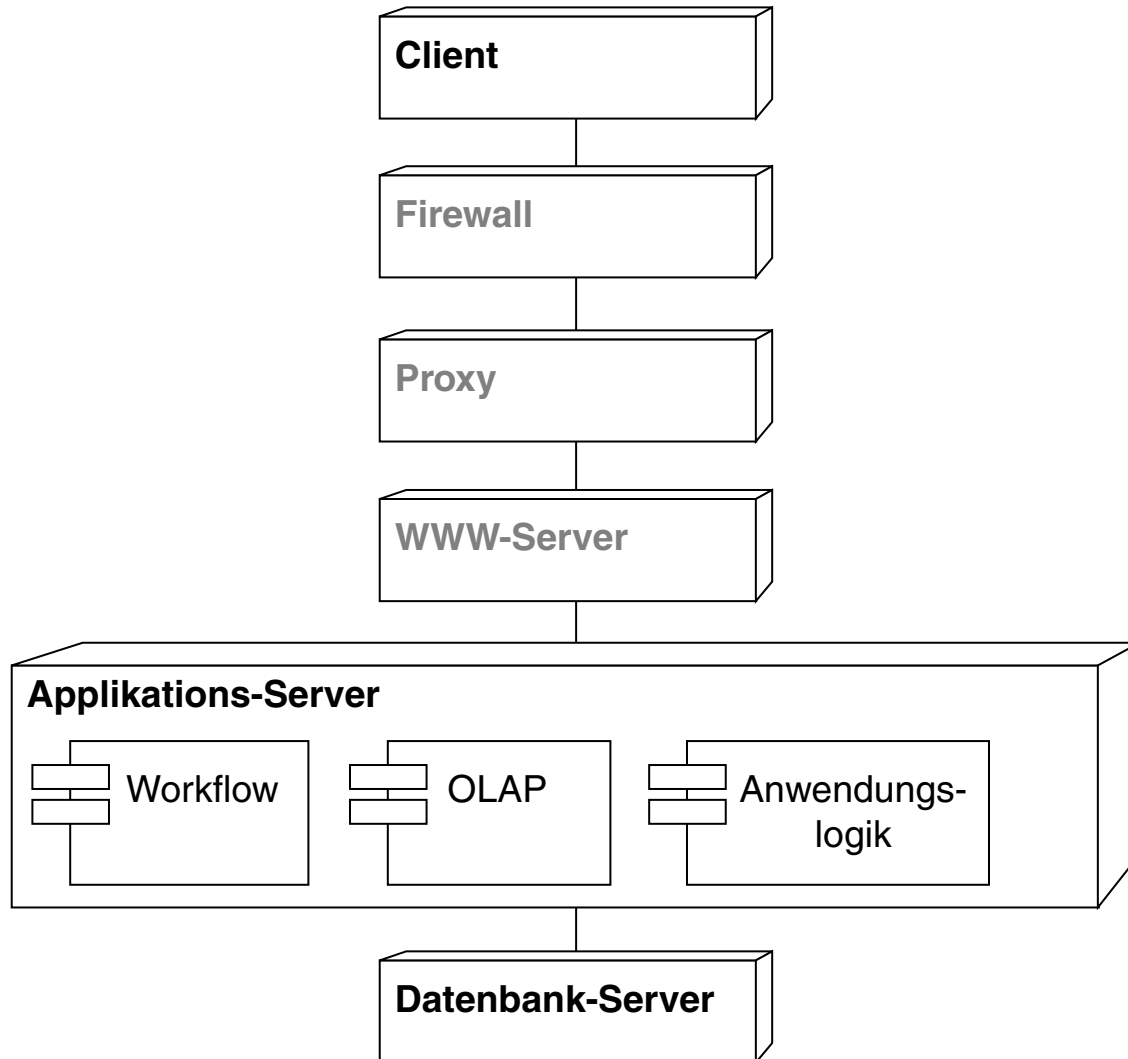
Client-Server-Architekturen

3-Tier Architektur: Sequenzdiagramm



Client-Server-Architekturen

3-Tier Architektur: Deployment-Diagramm



Client-Server-Architekturen [\[torsten-horn.de\]](http://torsten-horn.de)

Architekturmuster

Applikationslogik

Präsentationsschicht

Thin Client

im Applikationsserver, z.B. JSP
+ JavaBeans mit Tomcat,
J2EE-EnterpriseJavaBeans

HTML + JavaScript im
Webbrowser

Client-Server-Architekturen [\[torsten-horn.de\]](http://torsten-horn.de)

Architekturmuster

Thin Client

[Portal](#)

Applikationslogik

im Applikationsserver, z.B. JSP
+ JavaBeans mit Tomcat,
J2EE-EnterpriseJavaBeans

im Portal-Applikationsserver

Präsentationsschicht

HTML + JavaScript im
Webbrowser

[Portlets](#) im Browser

Client-Server-Architekturen [\[torsten-horn.de\]](http://torsten-horn.de)

Architekturmuster

Thin Client

[Portal](#)

Rich Thin Client

Applikationslogik

im Applikationsserver, z.B. JSP
+ JavaBeans mit Tomcat,
J2EE-EnterpriseJavaBeans

im Portal-Applikationsserver

sowohl im Client als auch im
Applikationsserver

Präsentationsschicht

HTML + JavaScript im
Webbrowser

[Portlets](#) im Browser

Java-AWT-GUI in speziellem
Java Applet im Webbrowser

Client-Server-Architekturen [\[torsten-horn.de\]](http://torsten-horn.de)

Architekturmuster

Thin Client

[Portal](#)

Rich Thin Client

Rich Fat Client

Applikationslogik

im Applikationsserver, z.B. JSP
+ JavaBeans mit Tomcat,
J2EE-EnterpriseJavaBeans

im Portal-Applikationsserver

sowohl im Client als auch im
Applikationsserver

clientseitiges Framework
(plattformabhängig)

Präsentationsschicht

HTML + JavaScript im
Webbrowser

[Portlets](#) im Browser

Java-AWT-GUI in speziellem
Java Applet im Webbrowser

z.B. Java-SWT, JFace-GUI

Client-Server-Architekturen [\[torsten-horn.de\]](http://torsten-horn.de)

Architekturmuster

Thin Client

Portal

Rich Thin Client

Rich Fat Client

Managed Client

Applikationslogik

im Applikationsserver, z.B. JSP
+ JavaBeans mit Tomcat,
J2EE-EnterpriseJavaBeans

im Portal-Applikationsserver

sowohl im Client als auch im
Applikationsserver

clientseitiges Framework
(plattformabhängig)

Client-Java-Middleware mit
Client-Applikationsserver für
Softwareverteilung, etc.

Präsentationsschicht

HTML + JavaScript im
Webbrowser

Portlets im Browser

Java-AWT-GUI in speziellem
Java Applet im Webbrowser

z.B. Java-SWT, JFace-GUI

clientseitiges Framework

Architekturmuster

Applikationslogik

Präsentationsschicht

Thin Client

im Applikationsserver, z.B. JSP
+ JavaBeans mit Tomcat,
J2EE-EnterpriseJavaBeans

HTML + JavaScript im
Webbrowser

Portal

im Portal-Applikationsserver

Portlets im Browser

Rich Thin Client

sowohl im Client als auch im
Applikationsserver

Java-AWT-GUI in speziellem
Java Applet im Webbrowser

Rich Fat Client

clientseitiges Framework
(plattformabhängig)

z.B. Java-SWT, JFace-GUI

Managed Client

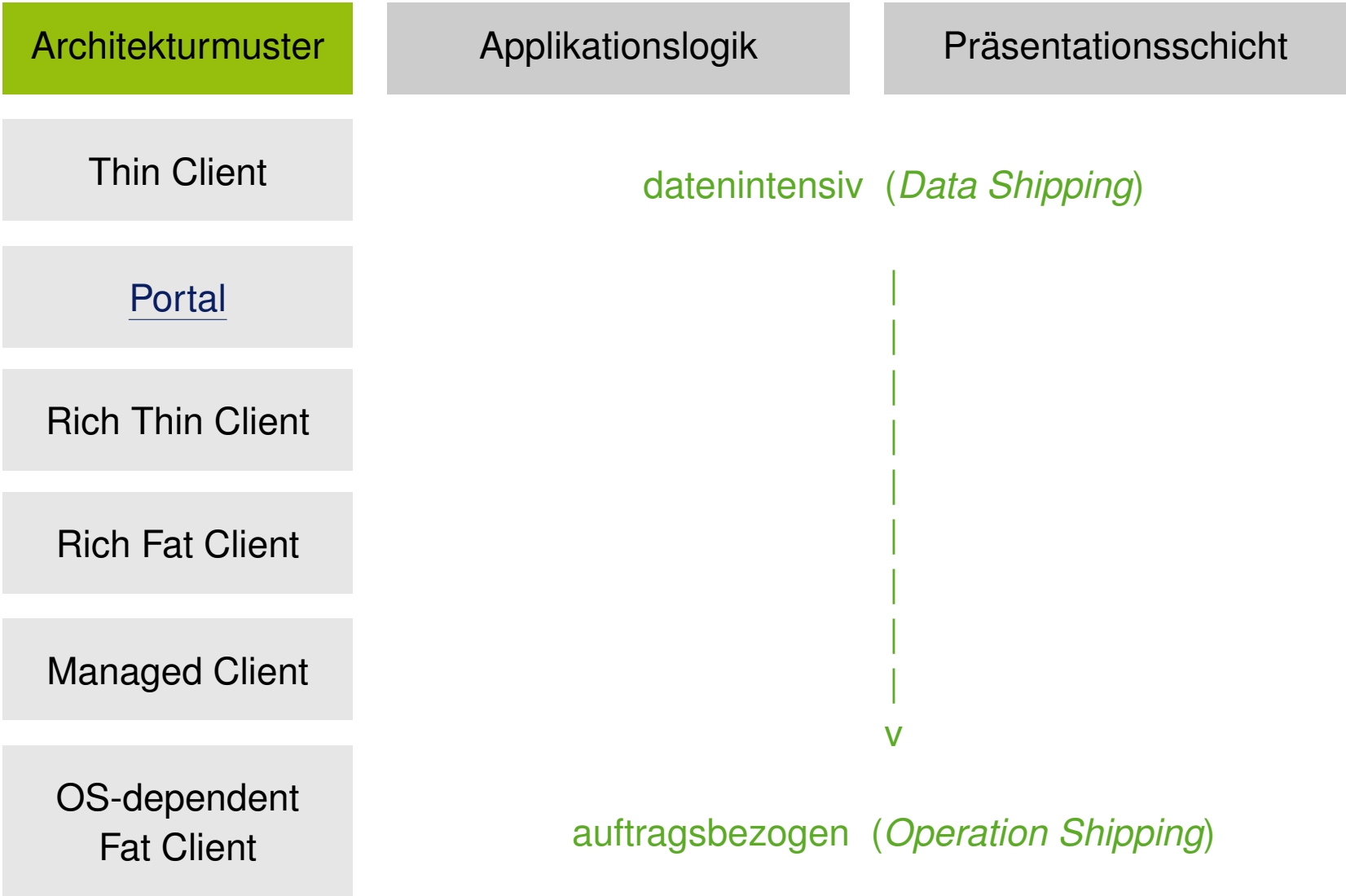
Client-Java-Middleware mit
Client-Applikationsserver für
Softwareverteilung, etc.

clientseitiges Framework

OS-dependent
Fat Client

überwiegend im Client:
Desktop-Applikation

Windows- oder Linux-GUI



Client-Server-Architekturen

Implementierung von Architekturmustern

- ❑ Ajax.
 - dynamisches (genauer: asynchrones) Web für Thin Clients
- ❑ REST.
 - Repräsentation und Manipulation von Ressourcen im Internet
- ❑ Remote Procedure Call Systems.
 - RPC, XML-RPC, Java RMI
- ❑ Distributed Object Systems.
 - SOAP, DCOM, CORBA
- ❑ Message-Oriented Middleware.
 - Broker-basierte Technologie zur asynchronen Kopplung von Server-Anwendungen

Bemerkungen:

- ❑ Verschiedene der Technologien, mit denen sich ein bestimmtes Architekturmuster implementieren lässt, werden mit dem Begriff “Middleware” in Verbindung gebracht. Middleware – auch als “Architectural Glue” bezeichnet – realisiert die Infrastruktur für und zwischen Komponenten. Es gibt verschiedene Kategorien von Middleware, je nach Granularität und Art der Komponenten.
- ❑ Middleware ist Software, welche die Erstellung verteilter Anwendungen dadurch vereinfacht, dass sie standardisierte Mechanismen zur Kommunikation von verteilten Komponenten zur Verfügung stellt.

Ajax

Einführung [[Sequenzdiagramm](#)]

Ajax = **Asynchronous** JavaScript and XML

Ajax

Einführung [\[Sequenzdiagramm\]](#)

Ajax = **Asynchronous** JavaScript and XML

Charakteristika:

- ❑ das synchrone Request-Response-Paradigma wird aufgebrochen
- ❑ Web-Seiten müssen nicht als Ganzes ersetzt, sondern können teilweise überladen werden. Schnittstelle: DOM-API
- ❑ auf klar definierten, offenen Standards basierend
- ❑ Browser- und plattformunabhängig
- ❑ es wird keine Art von „Ajax-Server“ benötigt, sondern auf bekannten Web-Server-Technologien aufgesetzt

Anwendung:

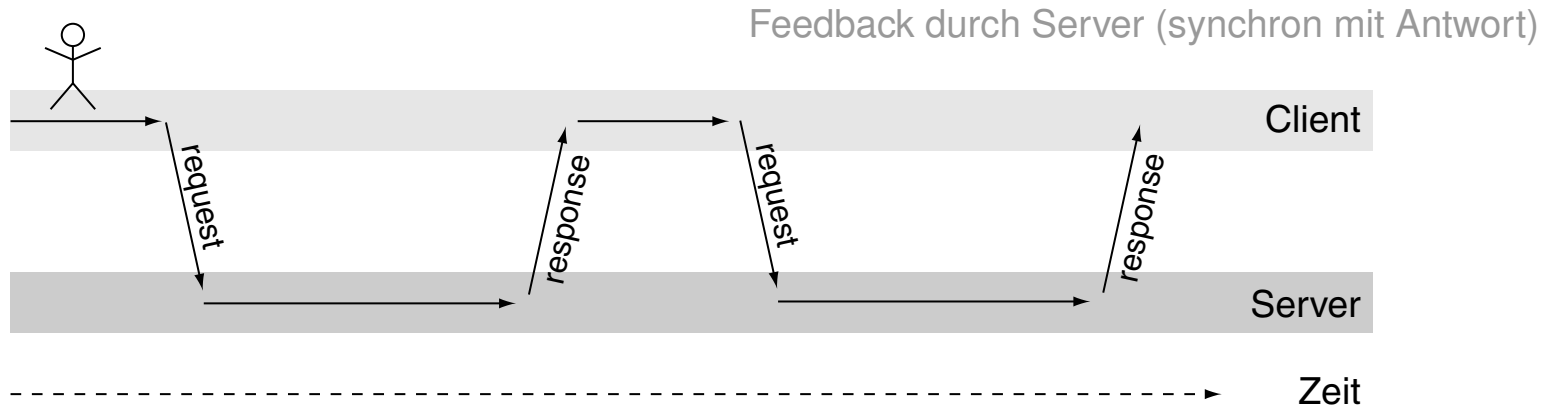
- ❑ Realisierung interaktiver [Thin Clients](#)
- ❑ (graphische) Bedienelemente mit Feedback

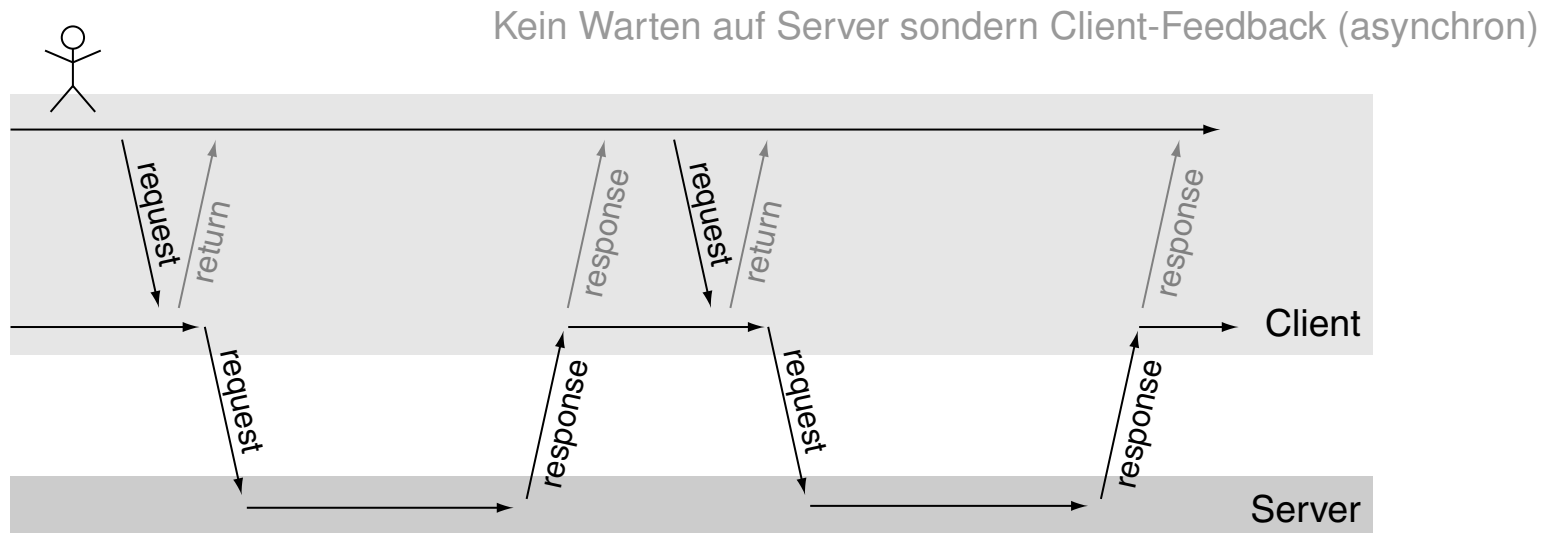
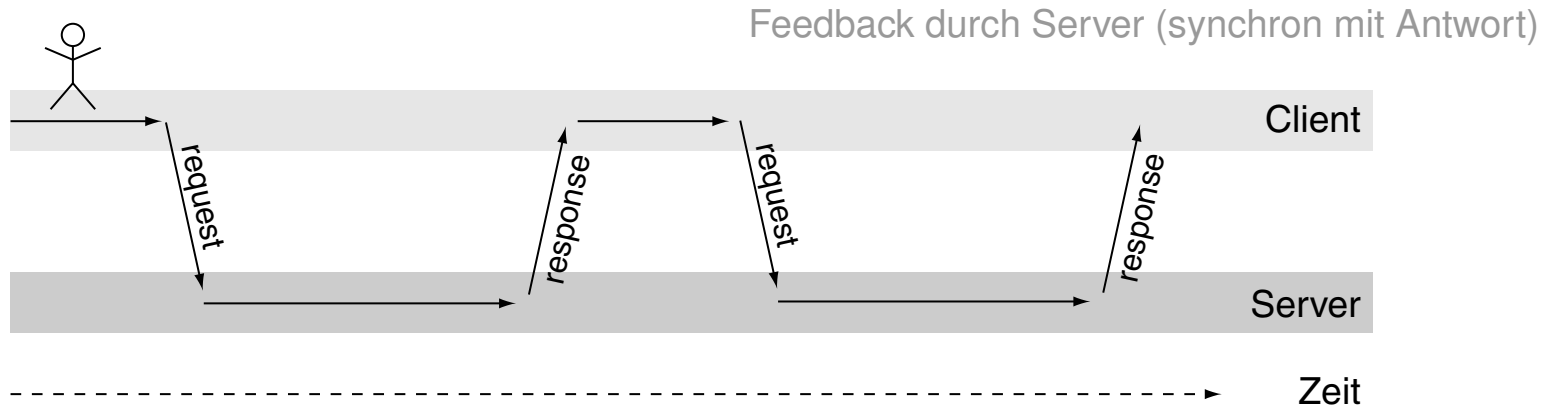
Bemerkungen:

- ❑ Die Kernidee von Ajax besteht darin, einen HTTP-Request *nebenläufig* (= non-blocking) auszuführen und das Ergebnis des Requests in den DOM-Seitenbaum des Browsers einzufügen.
- ❑ Teilweise wird Ajax als reine Client-Technologie bezeichnet. [[apache.org](https://httpd.apache.org/)]
- ❑ Tatsächlich steht bei Ajax die Art und die Abwicklung der Kommunikation zwischen Client und Server im Vordergrund. Somit kann man Ajax als eine Technologie zur Umsetzung eines Architekturmusters verstehen: “Ajax isn’t a technology, it’s more of a pattern – a way to identify and describe a useful design technique.” [McCarthy 2005, [IBM](https://www.ibm.com/developerworks/library/j-ajax/)]

Ajax [Garret 2005]

Einführung [Sequenzdiagramm]





Ajax

Bestandteile einer Ajax-Anwendung

1. Event-Handler.
2. Callback-Funktion.
3. Server-Funktion.

Ajax

Bestandteile einer Ajax-Anwendung

1. Event-Handler.

- ❑ realisiert als JavaScript-Funktion im Client, typischerweise im HTML-Dokument
- ❑ wird bei entsprechender Anwenderaktion aufgerufen
- ❑ instanziiert – bei jedem Aufruf – ein `XMLHttpRequest`-Objekt
- ❑ meldet eine Callback-Funktion im `XMLHttpRequest`-Objekt an
- ❑ ruft die zur Anwenderaktion gehörende Server-Funktion auf

2. Callback-Funktion.

3. Server-Funktion.

Ajax

Bestandteile einer Ajax-Anwendung

1. Event-Handler.

- ❑ realisiert als JavaScript-Funktion im Client, typischerweise im HTML-Dokument
- ❑ wird bei entsprechender Anwenderaktion aufgerufen
- ❑ instanziiert – bei jedem Aufruf – ein `XMLHttpRequest`-Objekt
- ❑ meldet eine **Callback-Funktion** im `XMLHttpRequest`-Objekt an
- ❑ ruft die zur Anwenderaktion gehörende Server-Funktion auf

2. **Callback-Funktion.**

- ❑ realisiert als JavaScript-Funktion im Client, typischerweise im HTML-Dokument
- ❑ wird mittels `readyState`-Events vom `XMLHttpRequest`-Objekt aufgerufen (“call back”)
- ❑ filtert bezüglich `readyState` 4 und HTTP-O.K.-Status-Code 200
- ❑ verarbeitet die zurückgegebene XML-Datei der Server-Funktion oder ruft für die Verarbeitung eine weitere JavaScript-Funktion auf und manipuliert den DOM

3. Server-Funktion.

Ajax

Bestandteile einer Ajax-Anwendung

1. Event-Handler.

- ❑ realisiert als JavaScript-Funktion im Client, typischerweise im HTML-Dokument
- ❑ wird bei entsprechender Anwenderaktion aufgerufen
- ❑ instanziiert – bei jedem Aufruf – ein XMLHttpRequest-Objekt
- ❑ meldet eine Callback-Funktion im XMLHttpRequest-Objekt an
- ❑ ruft die zur Anwenderaktion gehörende Server-Funktion auf

2. Callback-Funktion.

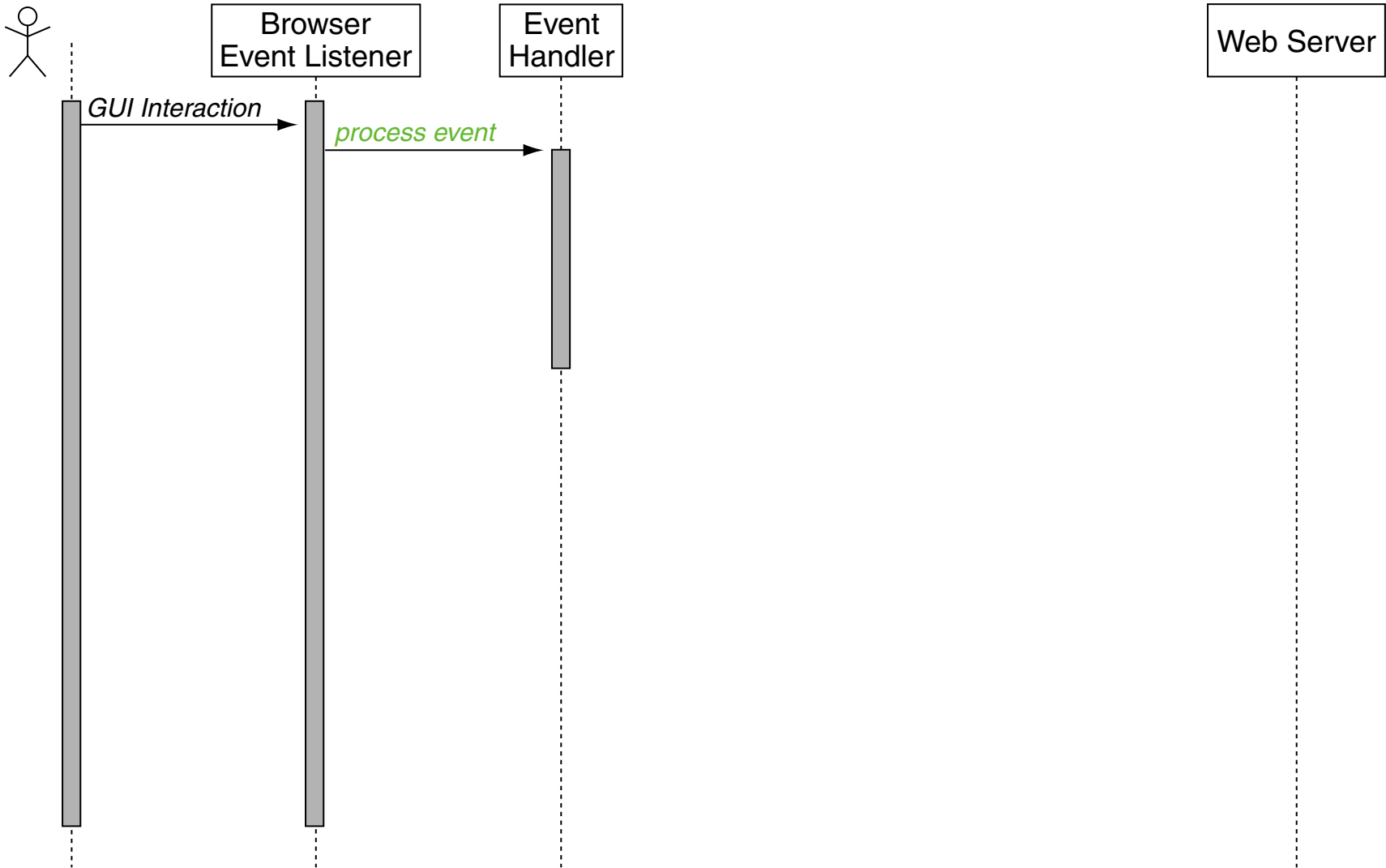
- ❑ realisiert als JavaScript-Funktion im Client, typischerweise im HTML-Dokument
- ❑ wird mittels readyState-Events vom XMLHttpRequest-Objekt aufgerufen (“call back”)
- ❑ filtert bezüglich readyState 4 und HTTP-O.K.-Status-Code 200
- ❑ verarbeitet die zurückgegebene XML-Datei der Server-Funktion oder ruft für die Verarbeitung eine weitere JavaScript-Funktion auf und manipuliert den DOM

3. Server-Funktion.

- ❑ wird mittels Standardtechnologie (CGI, PHP-Script, Servlet, etc.) auf einem Web-Server zur Verfügung gestellt
- ❑ generiert eine XML-Datei mit Wurzel <response> als Rückgabewert

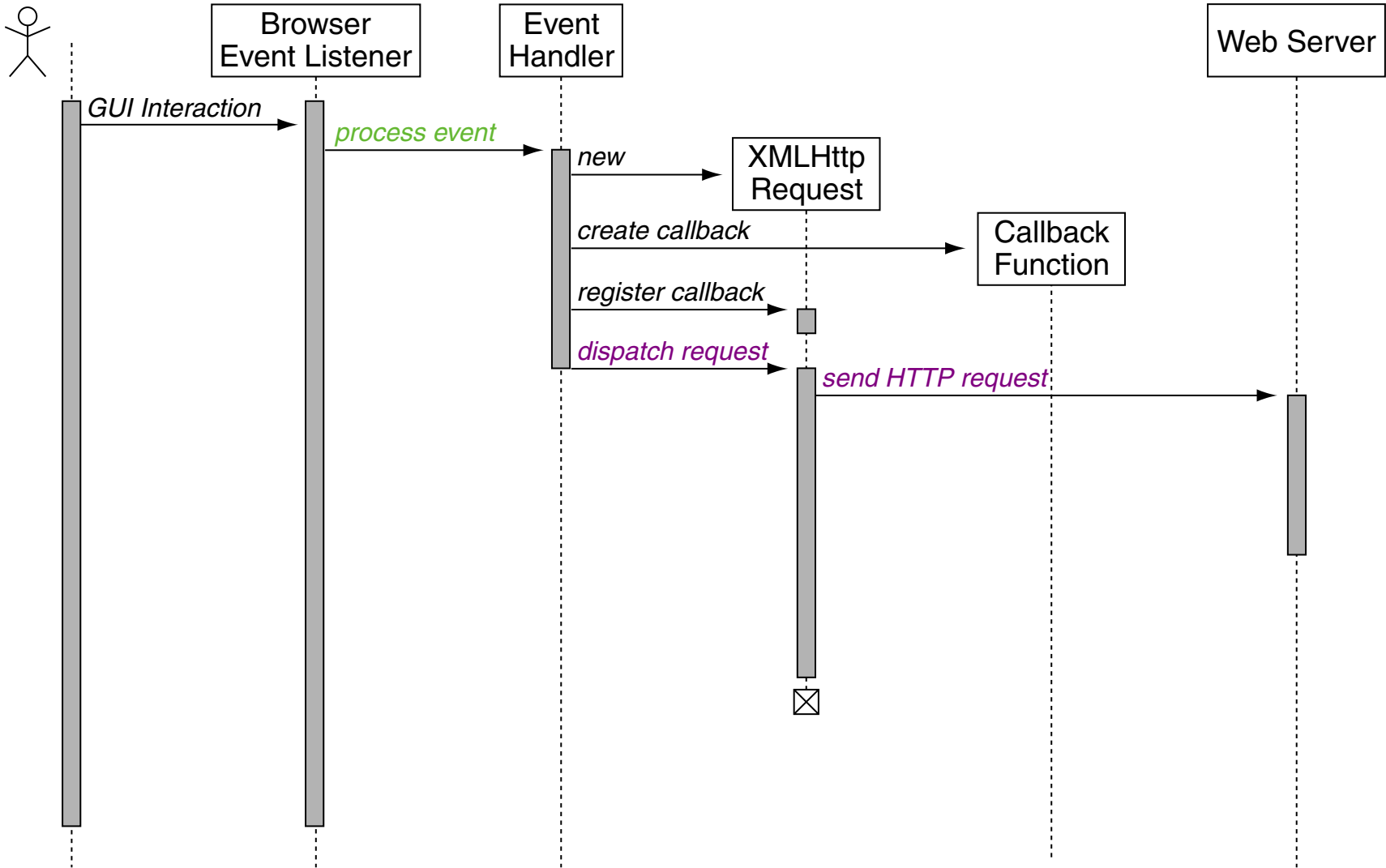
Ajax

Ablauf einer Ajax-Interaktion



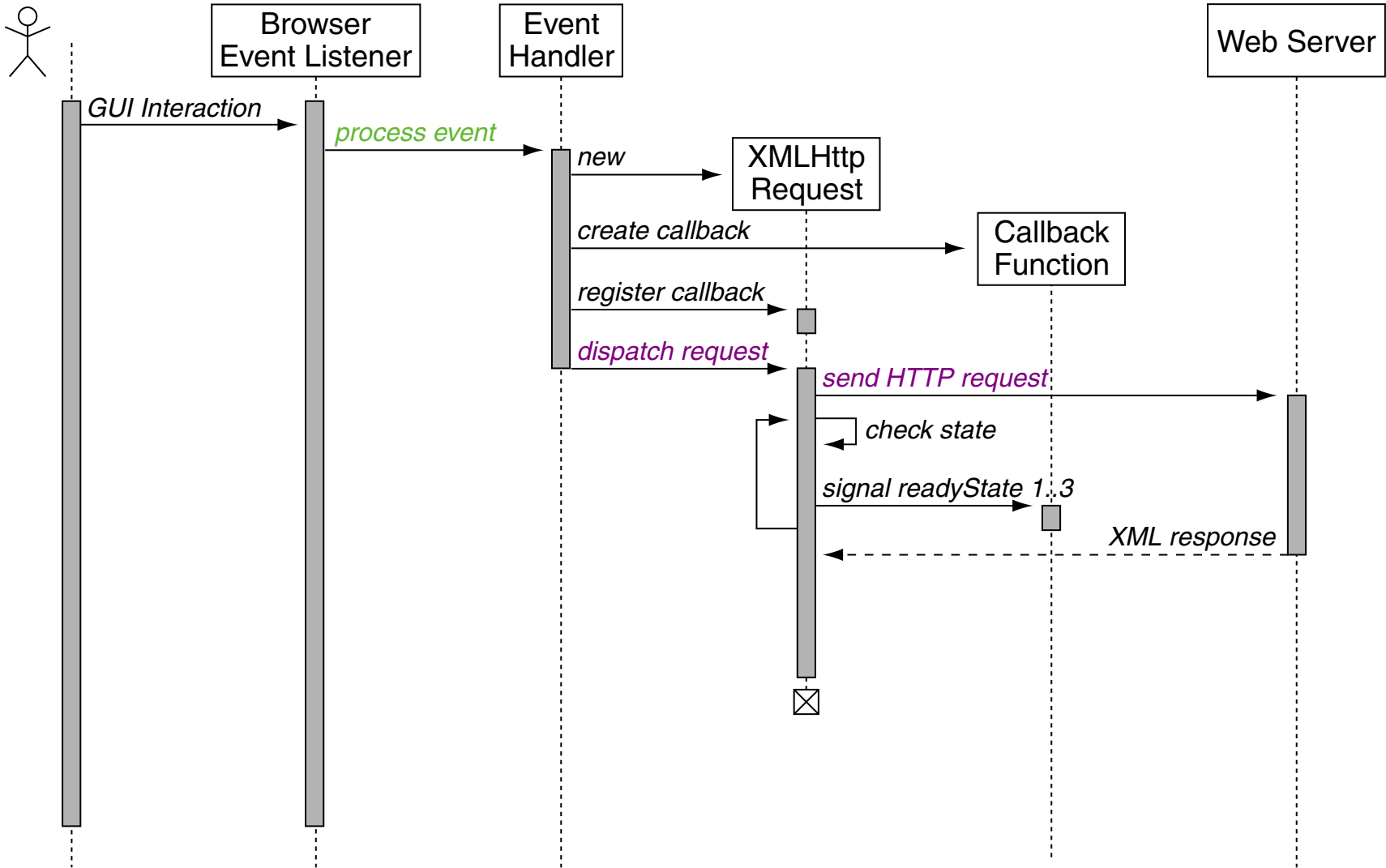
Ajax

Ablauf einer Ajax-Interaktion (Fortsetzung)



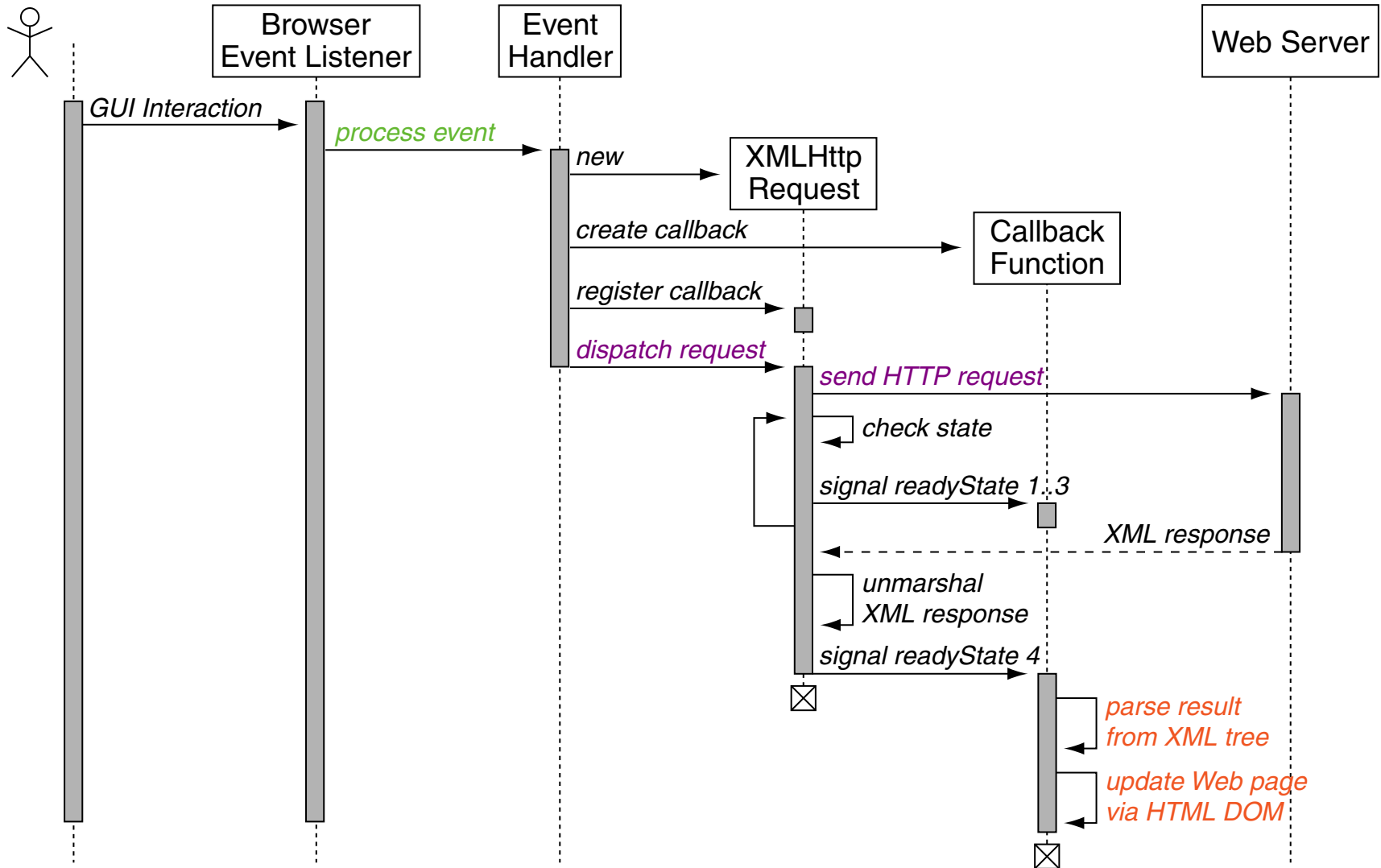
Ajax

Ablauf einer Ajax-Interaktion (Fortsetzung)



Ajax

Ablauf einer Ajax-Interaktion (Fortsetzung)



Ajax

Beispiel: Überwachung von Eingabefeld

Ajax Example - Mozilla Firefox

Preferred user name:

Ajax Example - Mozilla Firefox

Preferred user name:

[AJAX-Ausführung]

Beispiel: Überwachung von Eingabefeld



[AJAX-Ausführung]

HTML-Code:

```
<style type="text/css">
    span.available{background-color: green;}
    span.unavailable{background-color: red;}
</style>

...
<form action="">
    Preferred user name:
    <input name="username" type="text"
        onkeyup="genericEventHandler(
            './check-username.php?q=' + this.value, // URL of server function.
            processUsernameResponse // *Name* of function to process response.
        )" />
    <span class="available" id="nameCheck">   </span>
</form>
```


Ajax

Beispiel: Überwachung von Eingabefeld (Fortsetzung)

1. Generischer JavaScript-Code für Event-Handler:

```
function genericEventHandler(url, processResponseXML) {  
    let req = new XMLHttpRequest();  
    if(req) {  
        req.onreadystatechange =          // Register callback function.  
  
        function() {                    // Create anonymous callback function.  
            if(req.readyState == 4) { // Check whether readyState is complete.  
                if(req.status == 200) { // Check whether server response is O.K.  
                    processResponseXML(req.responseXML);  
                } else { alert("HTTP error: " + req.status); }  
            }  
        };  
  
        req.open("GET", url, true); // Dispatch request.  
        req.send(null);             // Send HTTP request.  
    }  
}
```

Ajax

Beispiel: Überwachung von Eingabefeld (Fortsetzung)

1. Generischer JavaScript-Code für Event-Handler:

```
function genericEventHandler(url, processResponseXML) {  
    let req = new XMLHttpRequest();  
    if(req) {  
        req.onreadystatechange =          // Register callback function.  
  
        function() {                    // Create anonymous callback function.  
            if(req.readyState == 4) { // Check whether readyState is complete.  
                if(req.status == 200) { // Check whether server response is O.K.  
                    processResponseXML(req.responseXML);  
                } else { alert("HTTP error: " + req.status); }  
            }  
        };  
  
        req.open("GET", url, true); // Dispatch request.  
        req.send(null);             // Send HTTP request.  
    }  
}
```

Ajax

Beispiel: Überwachung von Eingabefeld (Fortsetzung)

2. Spezifischer JavaScript-Code der Callback-Funktion zur Verarbeitung der XML-Antwortdatei:

```
function processUsernameResponse(xmltree) {  
    let result = xmltree.documentElement.getElementsByTagName(  
        'result')[0].firstChild.data;  
    let message = document.getElementById('nameCheck');  
  
    if(result == 1) { // Update the DOM regarding the database result.  
        message.className = 'unavailable';  
    } else {  
        message.className = 'available'; }  
}
```


Bemerkungen:

- ❑ Das Beispiel beschreibt ein wiederverwendbares Pattern für Ajax-Anwendungen: der generische JavaScript-Code (1.) kann unverändert in jedem HTML-Dokument zum Einsatz kommen. Zur Verarbeitung der XML-Antwort ist eine spezifische JavaScript-Funktion (2.) zu definieren. Diese Funktion zusammen mit der Server-Funktion (3.) bilden die Argumente von `genericEventHandler()`, der beliebige Events im HTML-Dokument zugeordnet werden kann.
- ❑ Der Aufruf von `function(){...}` in `genericEventHandler()` definiert eine anonyme Callback-Funktion in Form eines Funktionsliterals.
Programmiersprachentechnische Besonderheit: Bei der anonymen Callback-Funktion handelt es sich um eine Closure. [\[Wikipedia\]](#)

Ajax

Beispiel: Überwachung von Eingabefeld (Fortsetzung)

3. Server-Funktion `check-username.php` generiert XML-Antwortdatei [\[PHP-Ausführung\]](#) :

```
<?php
header('Content-Type: text/xml');
echo '<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>';

function nameInUse($q) {
    if (isset($q)){
        switch(strtolower($q)) {
            case 'alice' :
                return '1';
                break;
            case 'bob' :
                return '1';
                ...
            default:
                return '0';
        }
    }else{ return '0'; }
}

?>

<response>
    <result> <?php echo nameInUse($_GET['q']) ?> </result>
</response>
```

Ajax

Beispiel: Überwachung von Eingabefeld (Fortsetzung)

3. Server-Funktion `check-username.php` generiert XML-Antwortdatei [\[PHP-Ausführung\]](#) :

```
<?php
header('Content-Type: text/xml');
echo '<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>';

function nameInUse($q) {
    if (isset($q)){
        switch(strtolower($q)) {
            case 'alice' :
                return '1';
                break;
            case 'bob' :
                return '1';
                ...
            default:
                return '0';
        }
    }else{ return '0'; }
}

?>

<response>
    <result> <?php echo nameInUse($_GET['q']) ?> </result>
</response>
```

Ajax

Beispiel: Überwachung von Eingabefeld (Fortsetzung)

3. Server-Funktion `check-username.php` generiert XML-Antwortdatei [\[PHP-Ausführung\]](#) :

```
<?php
header('Content-Type: text/xml');
echo '<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>';

function nameInUse($q) {
    if (isset($q)){
        switch(strtolower($q)) {
            case 'alice' :
                return '1';
                break;
            case 'bob' :
                return '1';
            ...
            default:
                return '0';
        }
    }else{ return '0'; }
}

?>

<response>
    <result> <?php echo nameInUse($_GET['q']) ?> </result>
</response>
```

REST

Einführung

REST = Representational State Transfer

REST

Einführung

REST = Representational State Transfer

Im Web-Kontext:

- ❑ vorhandene Web-Technologie für neue Web-Service-APIs nutzen
- URLs definieren Ort und Namen der Ressourcen eines Web-Service
- die (Namen der) Request-Methoden des HTTP-Protokolls bezeichnen (passend ihrer Semantik) die Funktionen eines Web-Service

Historie

1995 Ursprung ist das von [Roy Fielding](#) entworfene HTTP Object Model

2000 Dissertation Roy Fielding: REST-Architekturstil bzw. *RESTful Application*

2014 steigende Aufmerksamkeit und Akzeptanz in der Web-Community

REST

Einführung (Fortsetzung)

Geforderte Eigenschaften einer RESTful Application:

1. Client-Server-Architektur (Server stellt Dienst für Clients bereit)
2. **Zustandslosigkeit** (jede REST-Nachricht enthält alle notwendigen Informationen)
3. Ausnutzung von HTTP Caching
4. **einheitliche Schnittstelle** (siehe Web-Kontext: Namen der HTTP-Request-Methoden)
5. Systeme sind mehrschichtig (Vereinfachung der Architektur)
6. Code on Demand (Client kann Code zur lokalen Ausführung erhalten)

REST

Einführung (Fortsetzung)

Geforderte Eigenschaften einer RESTful Application:

1. Client-Server-Architektur (Server stellt Dienst für Clients bereit)
2. **Zustandslosigkeit** (jede REST-Nachricht enthält alle notwendigen Informationen)
3. Ausnutzung von HTTP Caching
4. **einheitliche Schnittstelle** (siehe Web-Kontext: Namen der HTTP-Request-Methoden)
5. Systeme sind mehrschichtig (Vereinfachung der Architektur)
6. Code on Demand (Client kann Code zur lokalen Ausführung erhalten)

Anwendung:

- ❑ Maschine-zu-Maschine-Kommunikation
- ❑ langlebige und selbstdokumentierende Web-Services

Bemerkungen: [\[Wikipedia\]](#)

- ❑ Für die Umsetzung des REST-Paradigmas wird ein zustandsloses Client-Server-Protokoll verwendet. Als Anwendungsschicht-Protokolle werden hauptsächlich HTTP und HTTPS eingesetzt.
- ❑ Wird über HTTP zugegriffen, so gibt die verwendete HTTP-Methode, darunter GET, POST, PUT und DELETE, an, welche Operation des Dienstes gewünscht ist.
- ❑ Die Methoden GET, HEAD, PUT und DELETE müssen laut HTTP-Spezifikation idempotent sein, was in diesem Zusammenhang bedeutet, dass das mehrfache Absenden der gleichen Anforderung sich nicht anders auswirkt als ein einzelner Aufruf.
- ❑ REST ist ein Programmierparadigma, das mit verschiedenen Mechanismen implementiert werden kann. Eine Besonderheit ist die Verwendung passender Namen von HTTP-Methoden in Zusammenhang mit der Semantik der auszuführenden Aktion.

Bemerkungen: (Fortsetzung)

- ❑ Für ein tieferes Verständnis der Verwendung von HTTP-Request-Methoden und deren intendierte Semantik sei auf die aktuelle RFC verwiesen [[RFC 7231](#)] :

[4.3.1](#) GET is the primary mechanism of information retrieval [...].

[4.3.3](#) The POST method requests that the target resource process [...] the request according to the resource's own specific semantics. For example, [...] providing a block of data, [...] creating a new resource.

[4.3.4](#) The PUT method requests that the state of the target resource be created or replaced with the state defined by the representation enclosed in the request message payload.

[4.3.5](#) For example, a resource that was previously created using a PUT request, [...] might allow a corresponding DELETE request to undo those actions.

REST

Einheitlichkeit der Schnittstelle

Abbildung der Funktionen (einer API) eines Web-Services auf „klassische“ Operationen bzw. Methodennamen:

Web-Service		CRUD	SQL	Java List	HTTP
Funktion 1	→	create	insert	add	POST
Funktion 2		read	select	get	GET
Funktion 3		update	update	set	PUT
Funktion 4		delete	delete	remove	DELETE
...	

Vergleiche die intendierte Semantik von HTTP-Request-Methoden. [\[RFC 7231\]](#)

REST

Einheitlichkeit der Schnittstelle

Abbildung der Funktionen (einer API) eines Web-Services auf „klassische“ Operationen bzw. Methodennamen:

Web-Service		CRUD	SQL	Java List	HTTP
Funktion 1	→	create	insert	add	POST
Funktion 2		read	select	get	GET
Funktion 3		update	update	set	PUT
Funktion 4		delete	delete	remove	DELETE
...	

Vergleiche die intendierte Semantik von HTTP-Request-Methoden. [\[RFC 7231\]](#)

Aufgabe:

1. Person in Datenbank finden.
2. Geburtstag auf einen bestimmten Wert setzen.

REST

Aufgabe: Datenbank mit Personen [\[personen.xml\]](#)

```
<?xml version="1.0" ?>
<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="personen.xsl" ?>

<personen>
  <person>
    <name>
      <vorname>Alan</vorname>
      <nachname>Turing</nachname>
    </name>
    <geburtstag>23. Juni 1912</geburtstag>
    <beruf>Mathematiker</beruf>
    <beruf>Informatiker</beruf>
  </person>

  <person>
    <name>
      <vorname>Judea</vorname>
      <nachname>Pearl</nachname>
    </name>
    <geburtstag>unknown</geburtstag>
    <beruf>Informatiker</beruf>
  </person>
</personen>
```

REST

Aufgabe: Lösung als *non*-RESTful Web-Service

Aufrufe mit HTTP-GET + Parameter für Funktionen und Daten:

- ❑ Zurücksetzen auf Ausgangssituation

<https://server/parameters/personen?action=reset>

- ❑ Anzeigen aller Personen

<https://server/parameters/personen?action=get>

- ❑ Anzeigen der Person an Index 1

<https://server/parameters/personen?person=1&action=get>

- ❑ Setzen des Geburtstages der Person an Index 1

<https://server/parameters/personen?person=1&action=set&geburtstag=10.10.1949>

REST

Aufgabe: Lösung als RESTful Web-Service

Aufrufe mit **HTTP-GET/PUT** + **Representational State** + **Ressourcen-URL**:

- ❑ Vorbereitung: Kopieren der Dateien um Zustände zu senden

```
curl -X GET "https://server/personen.xml" > personen.xml  
curl -X GET "https://server/pearl.xml" > pearl.xml
```

- ❑ Zurücksetzen auf Ausgangssituation

```
curl -X PUT --data @personen.xml "https://server/rest/personen"
```

- ❑ Anzeigen aller Personen

```
curl -X GET "https://server/rest/personen"
```

- ❑ Anzeigen der Person an Index 1

```
curl -X GET "https://server/rest/personen/1"
```

- ❑ Setzen des Geburtstages der Person an Index 1

```
curl -X PUT --data @pearl.xml "https://server/rest/personen/1"
```

REST

Aufgabe: Lösung als RESTful Web-Service (Fortsetzung)

Requester - Mozilla Firefox

Request

GET ▼ https://webtec.webis.de/servlets/rest/personen/

```
<person>
  <beruf>Informatikerin</beruf>
  <beruf>Admirälin</beruf>
  <geburtstag>9. Dezember 1906</geburtstag>
  <name>
    <nachname>Hopper</nachname>
    <vorname>Grace</vorname>
  </name>
</person>
```

Anfrage senden

Response

200 OK

Relevante Header

Body

```
<person>
  <beruf>Informatiker</beruf>
  <geburtstag>unknown</geburtstag>
  <name>
    <nachname>Pearl</nachname>
    <vorname>Judea</vorname>
  </name>
</person>
```

In den Request kopieren

[[Web-Service-Ausführung](#)]

Ajax

Quellen zum Nachlernen und Nachschlagen im Web

- ❑ Google. *Google Web Toolkit GWT*.
code.google.com/p/webtoolkit
- ❑ Horn. *Technische Kurzdokumentationen*.
www.torsten-horn.de/techdocs
- ❑ McCarthy. *Ajax for Java developers: Build dynamic Java applications*.
www.ibm.com/developerworks/java/library/j-ajax1
- ❑ McLellan. *Very Dynamic Web Interfaces*.
www.xml.com/pub/a/2005/02/09/xml-http-request.html
- ❑ W3 Schools. *Ajax Introduction*.
www.w3schools.com/ajax/xml/ajax_intro.asp