REST in der Praxis

Entwerfen von RESTful Applikationen

Agenda

Einordnung

Anatomie einer HTTP Interaktion

HTTP Caching

Adressierung von Ressourcen

Die Operationen auf eine Ressource (Uniform Interface)

Modellierung von Ressourcen

JAX-RS

Implementierung von Non-CRUD Operation

Stateful vs. Stateless

Zusammenfassung

Über mich …

- **Gregor Roth, Dipl.-Ing. Nachrichtentechnik (FH), Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH)**
- **Software-Architekt bei der 1&1, dort im Bereich der Portal-Mailsysteme**
- **Langjährige Erfahrung im Bau großer, verteilter (Java) basierter Anwendungssysteme in den Bereichen Finanzdienstleistungen und WebPortale/InternetProvider**
- **Maintainer der OpenSource Java Netzwerkbibliotheken**
  - *xSocket* (NIO-basierte socket client/server lib) und
  - *xLightweb* (HTTP client/server lib)

REST

- **REST (Representational State Transfer) ist kein neues Netzwerkprotokoll oder ähnliches, sondern ein Architekturstil**
  - Definiert in der Dissertation von Roy Fielding, einer der Hauptautoren der HTTP und URI Spezifikation (RFC 2616, RFC 2369)
  - REST erfindet nichts neues. Es beschreibt lediglich wie HTTP „richtig“ anzuwenden ist
- **REST auf Basis HTTP wird oft als RESTful HTTP bezeichnet**
- **REST legt eine Reihe von Prinzipien fest:**
  - Resources and Resource Identifier
  - Respresentation
  - Hypermedia
  - Unified Interface
  - Statelessness

Einordnung

Anatomie einer HTTP Interaktion

HTTP Caching

Adressierung von Ressourcen

Die Operationen auf eine Ressource (Uniform Interface)

Modellierung von Ressourcen

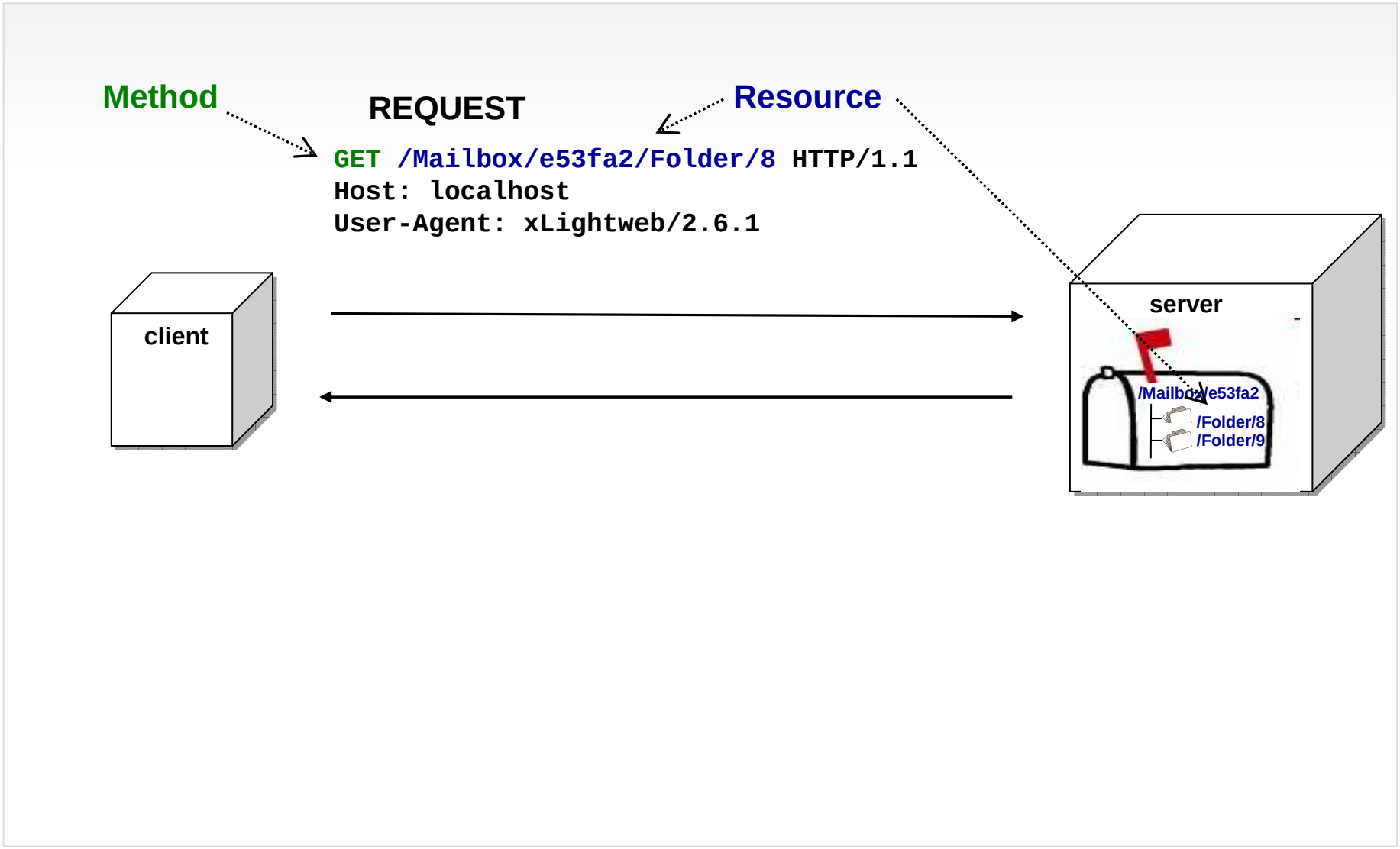
JAX-RS

Implementierung von Non-CRUD Operation

Stateful vs. Stateless

Zusammenfassung

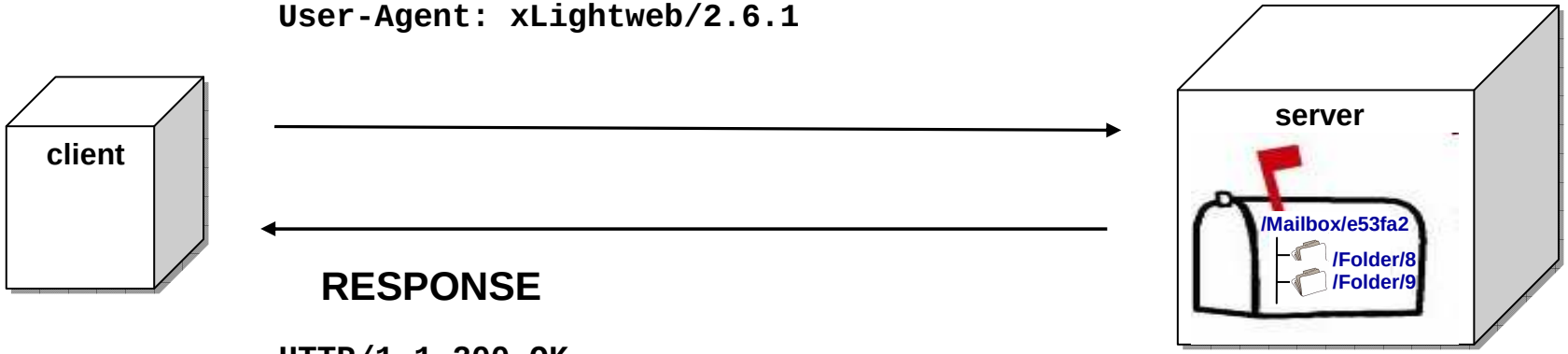
Anatomie einer HTTP Interaktion



Anatomie einer HTTP Interaktion

REQUEST

```
GET /Mailbox/e53fa2/Folder/8 HTTP/1.1
Host: localhost
User-Agent: xLightweb/2.6.1
```



RESPONSE

```
HTTP/1.1 200 OK
Date: Tue, 08 May 2007 16:41:58 GMT
Server: Apache/1.3.6
Content-Length: 339
Content-Type: application/x-www-form-urlencoded
```

Representation

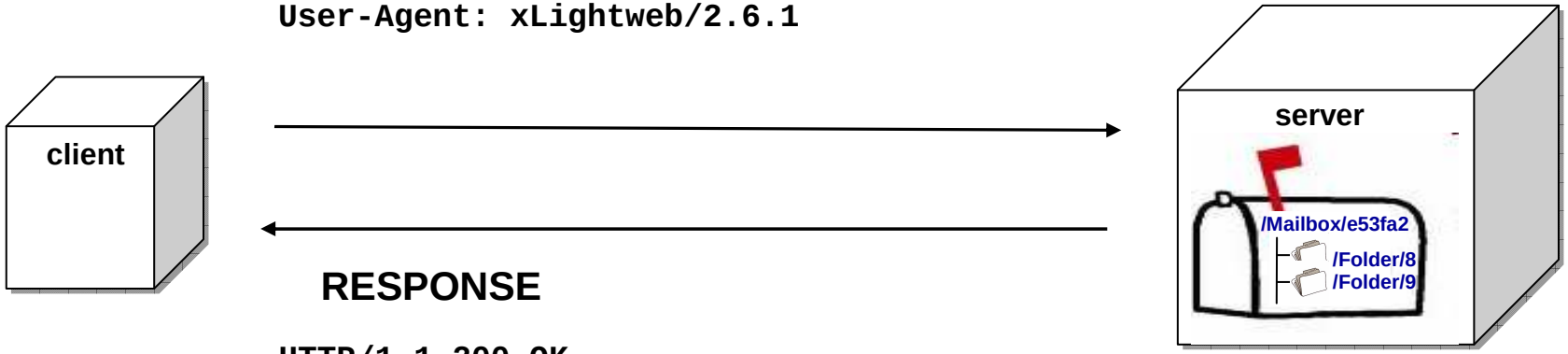
```
folderURI=http%3A%2F%2Flocalhost%2FMailbox%2Fe53fa2%2FFolder%2F8&
folderName=Freunde&
folderType=User&
mailURI=http%3A%2F%2Flocalhost%2FMailbox%2Fe53fa2%2FMail%2F5&
mailURI=http%3A%2F%2Flocalhost%2FMailbox%2Fe53fa2%2FMail%2F6
```

Representation - Beispiel für das Filtern eines Einzel-attributes

REQUEST

angefordertes Attribut

```
GET /Mailbox/e53fa2/Folder/8/folderName HTTP/1.1
Host: localhost
User-Agent: xLightweb/2.6.1
```



RESPONSE

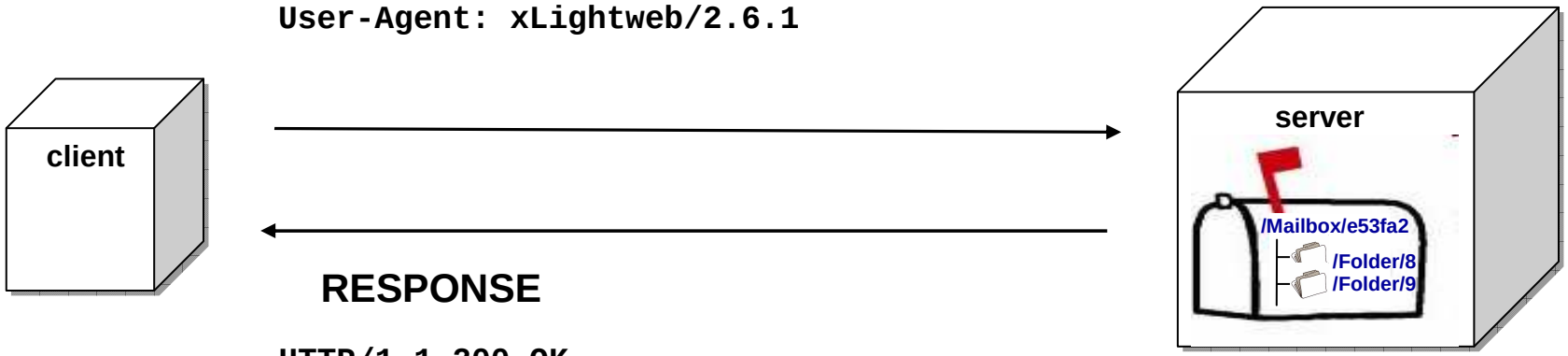
```
HTTP/1.1 200 OK
Date: Tue, 08 May 2007 16:41:58 GMT
Server: Apache/1.3.6
Content-Length: 39
Content-Type: application/x-www-form-urlencoded

folderName=Freunde
```

Representation - Beispiel für das Filtern mehrerer Attributen

REQUEST

angeforderte Attribute

```
GET /Mailbox/e53fa2/Folder/8/folderName,folderType HTTP/1.1
Host: localhost
User-Agent: xLightweb/2.6.1
```



RESPONSE

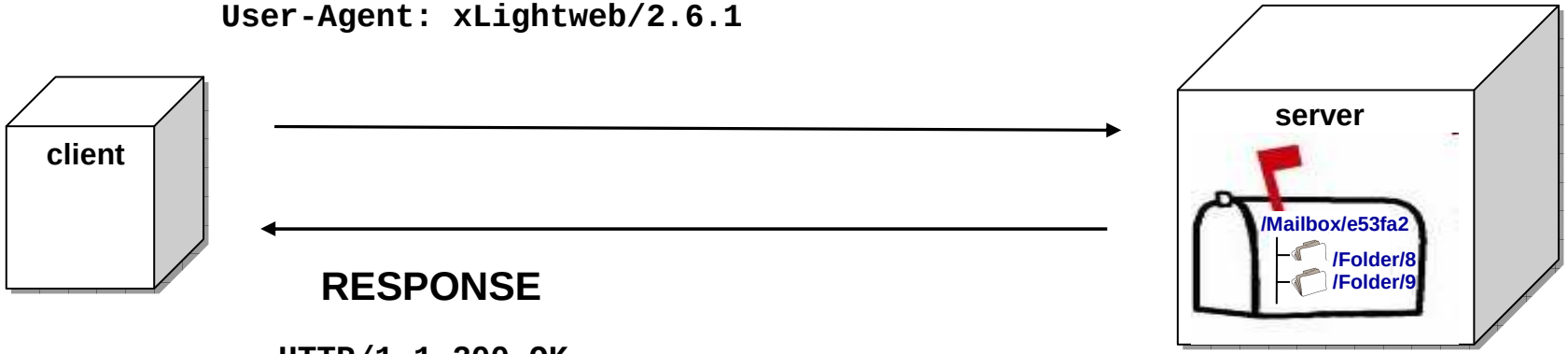
```
HTTP/1.1 200 OK
Date: Tue, 08 May 2007 16:41:58 GMT
Server: Apache/1.3.6
Content-Length: 39
Content-Type: application/x-www-form-urlencoded

folderName=Freunde&folderType=User
```

Representation - Beispiel für das Filtern mehrerer Attributen auf Basis eines Query

REQUEST

angeforderte Attribute

```
GET /Mailbox/e53fa2/Folder/8?attr=folderName&attr=folderType HTTP/1.1
Host: localhost
User-Agent: xLightweb/2.6.1
```



RESPONSE

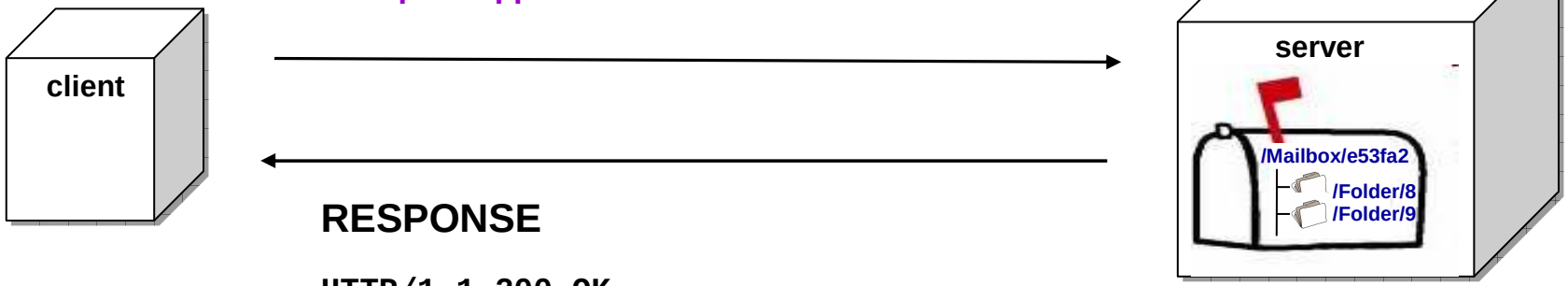
```
HTTP/1.1 200 OK
Date: Tue, 08 May 2007 16:41:58 GMT
Server: Apache/1.3.6
Content-Length: 39
Content-Type: application/x-www-form-urlencoded

folderName=Freunde&folderType=User
```

Representation – Encoding (form-urlencoded)

Required Encoding

REQUEST

```
GET /Mailbox/e53fa2/Folder/8 HTTP/1.1
Host: localhost
User-Agent: xLightweb/2.6.1
Accept: application/x-www-form-urlencoded
```

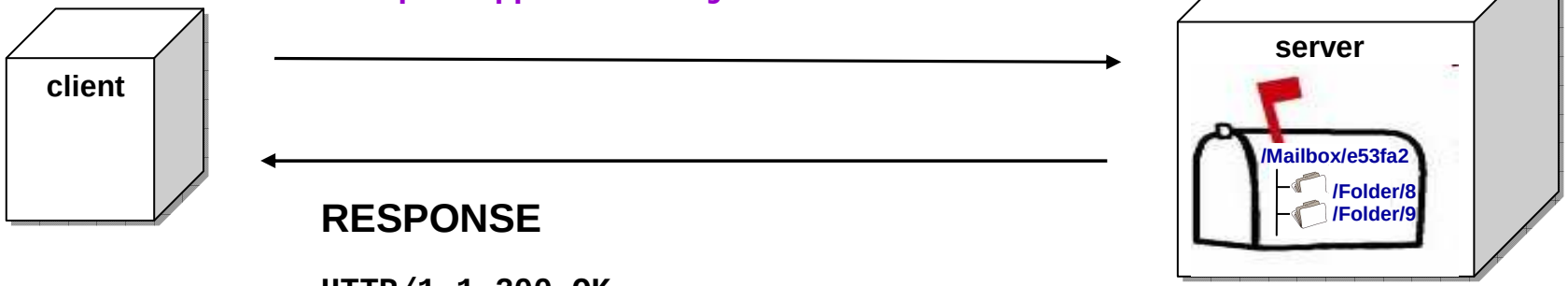


RESPONSE

Representation Metadata

```
HTTP/1.1 200 OK
Date: Tue, 08 May 2007 16:41:58 GMT
Server: Apache/1.3.6
Content-Length: 39
Content-Type: application/x-www-form-urlencoded

mailURI=http%3A%2F%2Flocalhost%2FMailbox%2Fe53fa2%2FMail%2F5&
mailURI=http%3A%2F%2Flocalhost%2FMailbox%2Fe53fa2%2FMail%2F6&
folderName=Freunde&folderType=User
```

Representation – Encoding (JSON)



REQUEST

```
GET /Mailbox/e53fa2/Folder/8 HTTP/1.1
Host: localhost
User-Agent: xLightweb/2.6.1
Accept: application/json
```

RESPONSE

```
HTTP/1.1 200 OK
Date: Tue, 08 May 2007 16:41:58 GMT
Server: Apache/1.3.6
Content-Length: 39
Content-Type: application/json; charset=utf-8

{"folderURI":"http://localhost/Mailbox/e53fa2/Folder/8",
 "folderName":"Freunde",
 "folderType":"User“,
 "mailURI":["http://localhost/Mailbox/e53fa2/Mail/5",
            "http://localhost/Mailbox/e53fa2/Mail/6"]}
```

Einordnung

Anatomie einer HTTP Interaktion

HTTP Caching

Adressierung von Ressourcen

Die Operationen auf eine Ressource (Uniform Interface)

Modellierung von Ressourcen

JAX-RS

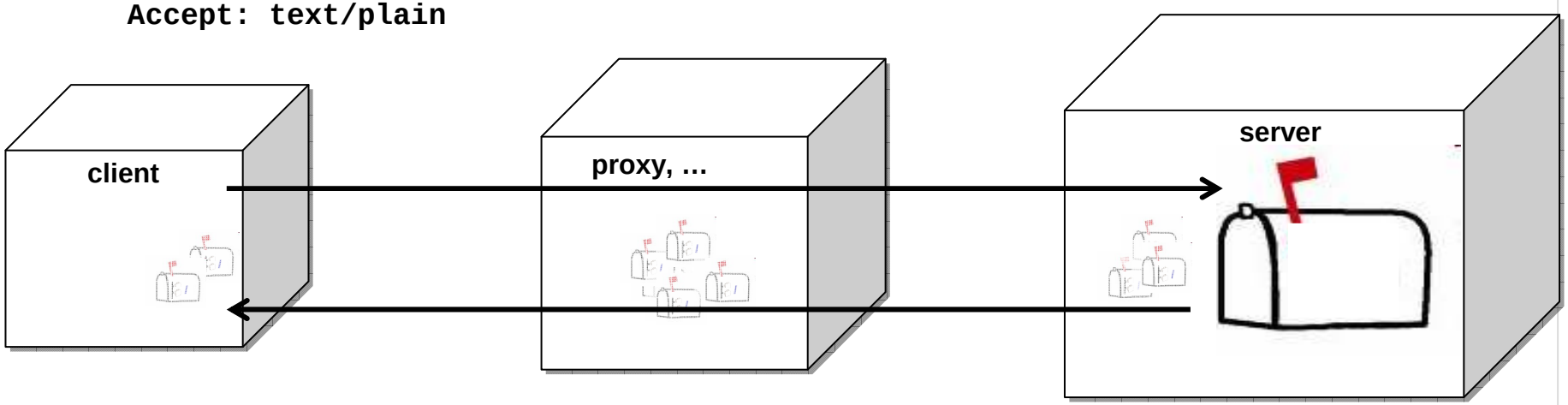
Implementierung von Non-CRUD Operation

Stateful vs. Stateless

Zusammenfassung

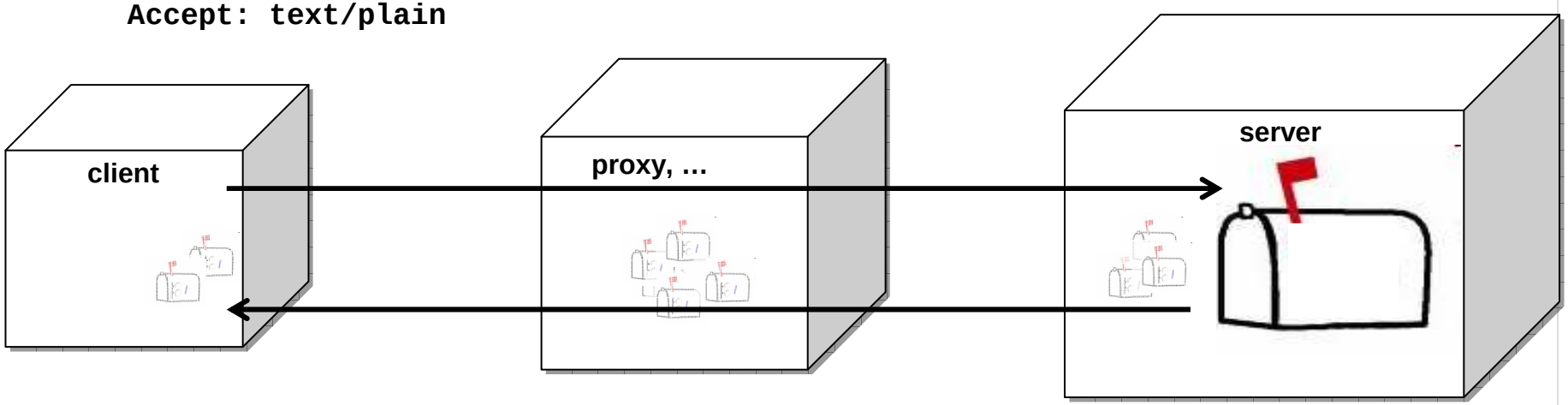
Expired-based Caching

```
GET /Mailbox/e443/creationDate HTTP/1.1
Host: localhost
User-Agent: xLightweb/2.6.1
Accept: text/plain
```



Expired-based Caching

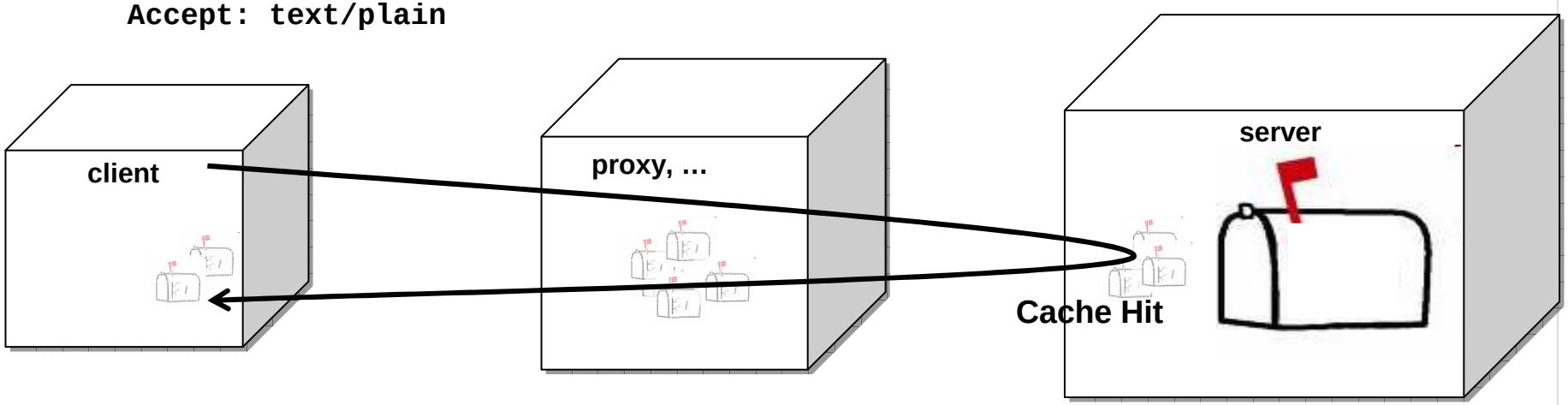
```
GET /Mailbox/e443/creationDate HTTP/1.1
Host: localhost
User-Agent: xLightweb/2.6.1
Accept: text/plain
```




```
HTTP/1.1 200 OK
Server: Apache/1.3.6
Content-Length: 76
Cache-Control: public, max-age=84400
Content-Type: text/plain

2009-05-15T06:11:10.658
```

Server-side Caching

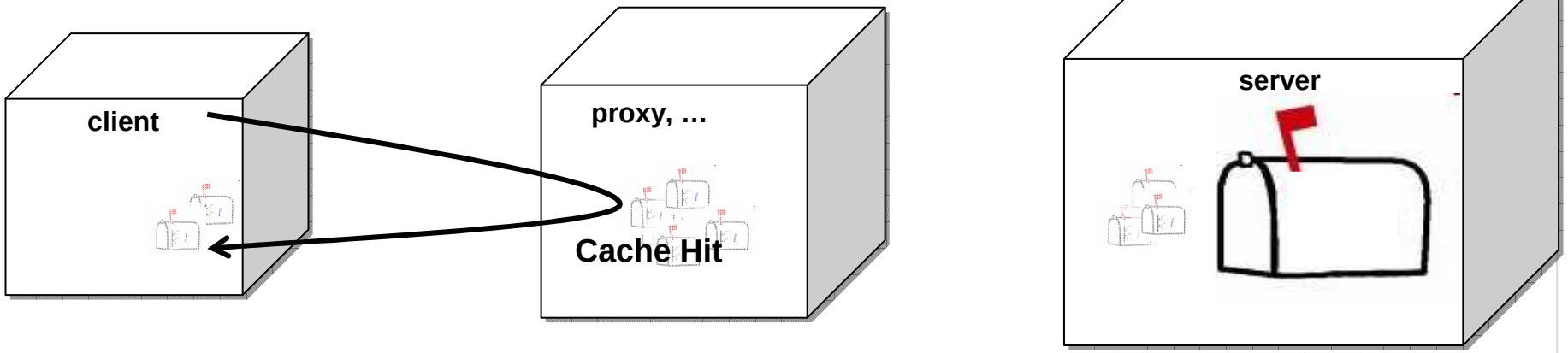
```
GET /Mailbox/e443/creationDate HTTP/1.1
Host: localhost
User-Agent: xLightweb/2.6.1
Accept: text/plain
```




```
HTTP/1.1 200 OK
Server: Apache/1.3.6
Content-Length: 76
Cache-Control: public, max-age=84277
Content-Type: text/plain
X-Cache: HIT from myserver

2009-05-15T06:11:10.658
```

Intermediary-based caching

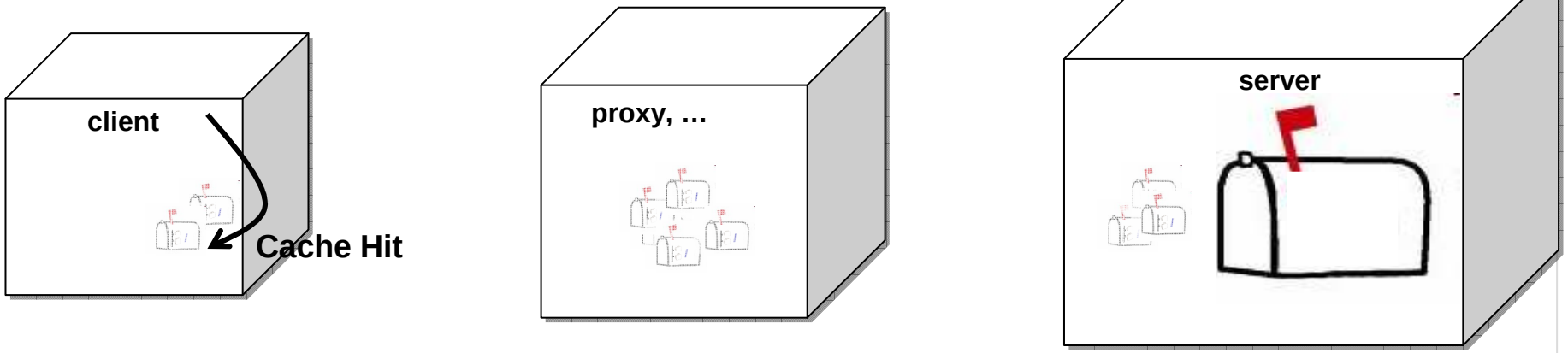
```
GET /Mailbox/e443/creationDate HTTP/1.1
Host: localhost
User-Agent: xLightweb/2.6.1
Accept: text/plain
```




```
HTTP/1.1 200 OK
Server: Apache/1.3.6
Content-Length: 76
Cache-Control: public, max-age=84273
Content-Type: text/plain
X-Cache: HIT from myproxy

2009-05-15T06:11:10.658
```

Client-side caching

```
GET /Mailbox/e443/creationDate HTTP/1.1
Host: localhost
User-Agent: xLightweb/2.6.1
Accept: text/plain
```




```
HTTP/1.1 200 OK
Server: Apache/1.3.6
Content-Length: 76
Cache-Control: public, max-age=84101
Content-Type: text/plain
X-Cache: HIT from myclient

2009-05-15T06:11:10.658
```

Einordnung

Anatomie einer HTTP Interaktion

HTTP Caching

Adressierung von Ressourcen

Die Operationen auf eine Ressource (Uniform Interface)

Modellierung von Ressourcen

JAX-RS

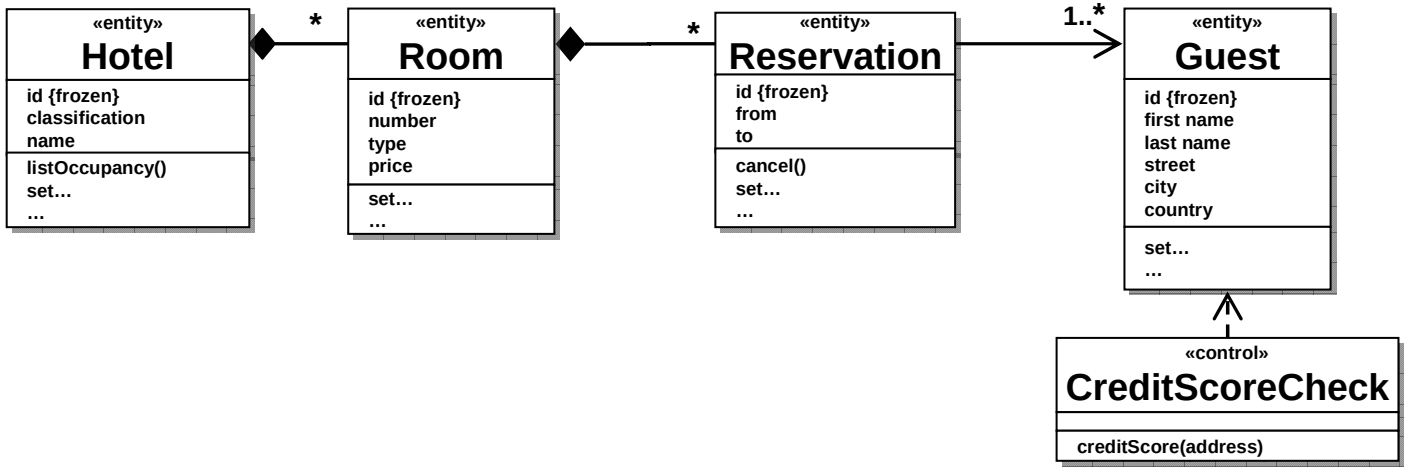
Implementierung von Non-CRUD Operation

Stateful vs. Stateless

Zusammenfassung

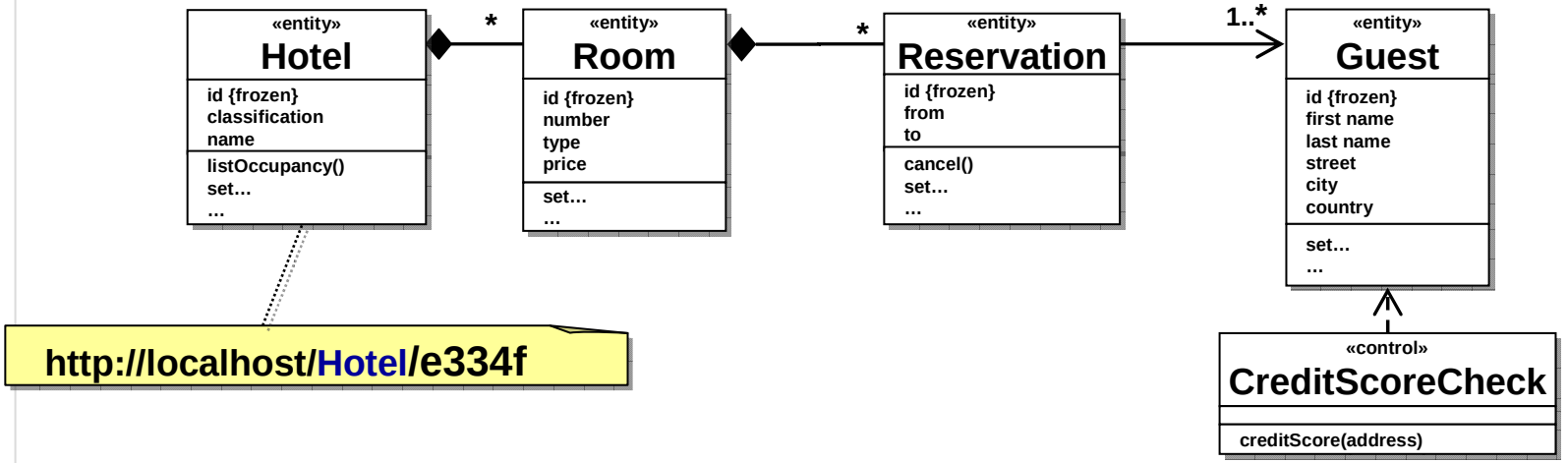
Addressierung Resourcen

- Ressourcen werden über deren URI(s) identifiziert.
- REST macht keinerlei Vorgaben bzgl. dem Aufbau von URIs. Der Server hat die Freiheit die URI-Strukturen zu ändern, ohne dass Klienten angepasst werden muss. In der Praxis werden jedoch oft – für debugging - bestimmte Patterns verwendet.



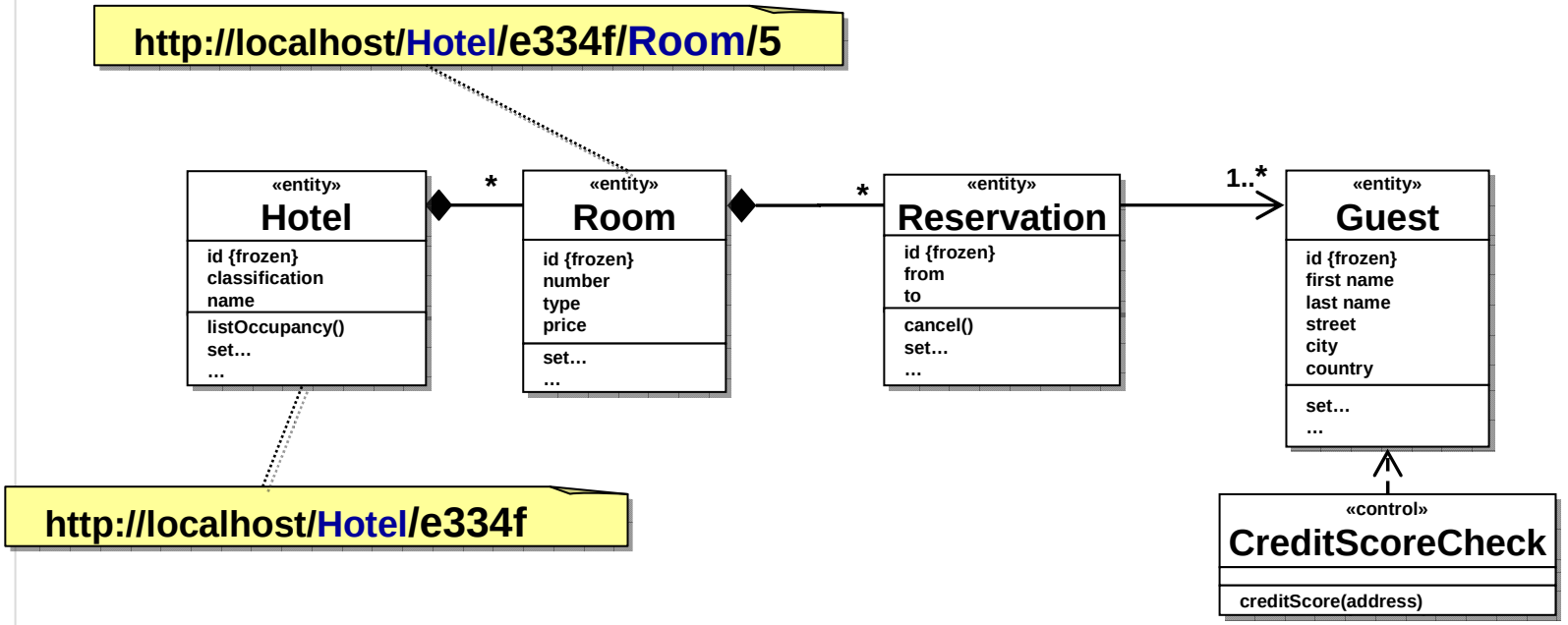
„normale“ Ressource

- Ressourcen werden über deren URI(s) identifiziert.
- REST macht keinerlei Vorgaben bzgl. dem Aufbau von URIs. Der Server hat die Freiheit die URI-Strukturen zu ändern, ohne dass Klienten angepasst werden muss. In der Praxis werden jedoch oft – für debugging - bestimmte Patterns verwendet.



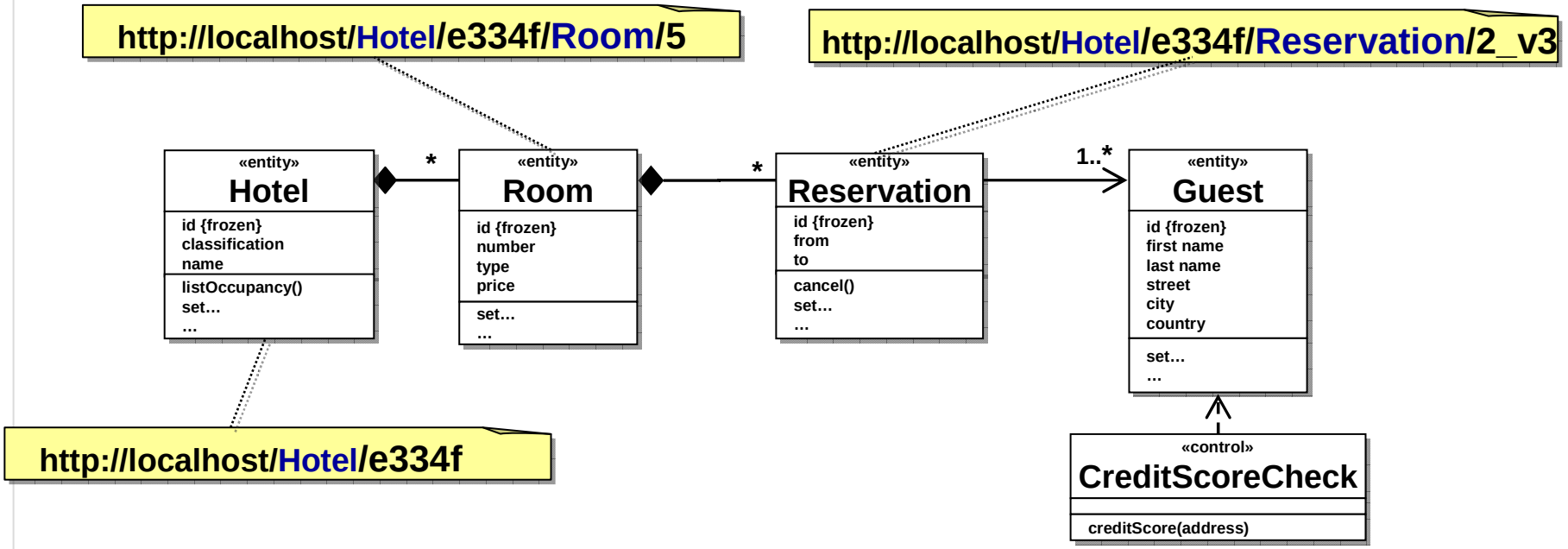
Subressourcen

- Ressourcen werden über deren URI(s) identifiziert.
- REST macht keinerlei Vorgaben bzgl. dem Aufbau von URIs. Der Server hat die Freiheit die URI-Strukturen zu ändern, ohne dass Klienten angepasst werden muss. In der Praxis werden jedoch oft – für debugging - bestimmte Patterns verwendet.



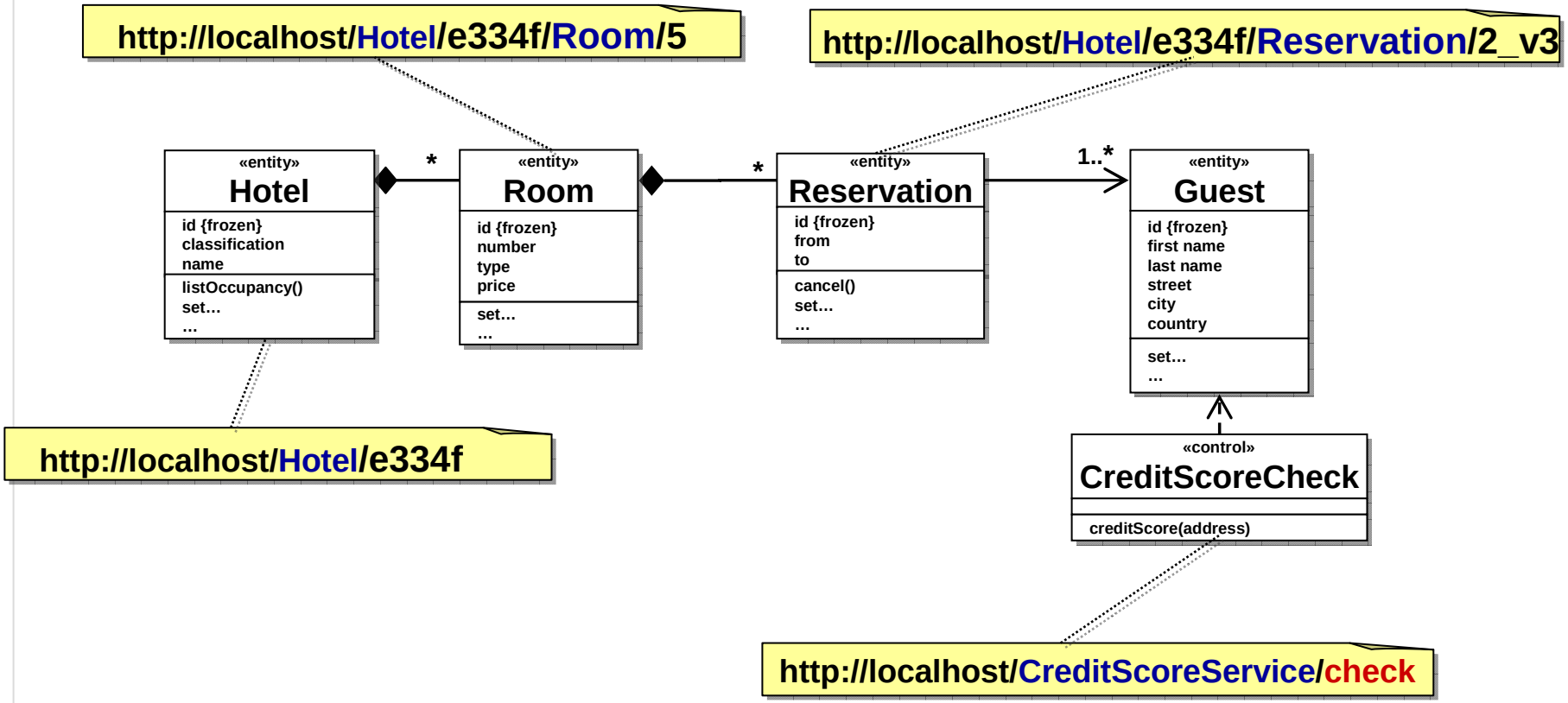
Adressierung von Objekt-Snapshots

- Ressourcen werden über deren URI(s) identifiziert.
- REST macht keinerlei Vorgaben bzgl. dem Aufbau von URIs. Der Server hat die Freiheit die URI-Strukturen zu ändern, ohne dass Klienten angepasst werden muss. In der Praxis werden jedoch oft – für debugging - bestimmte Patterns verwendet.



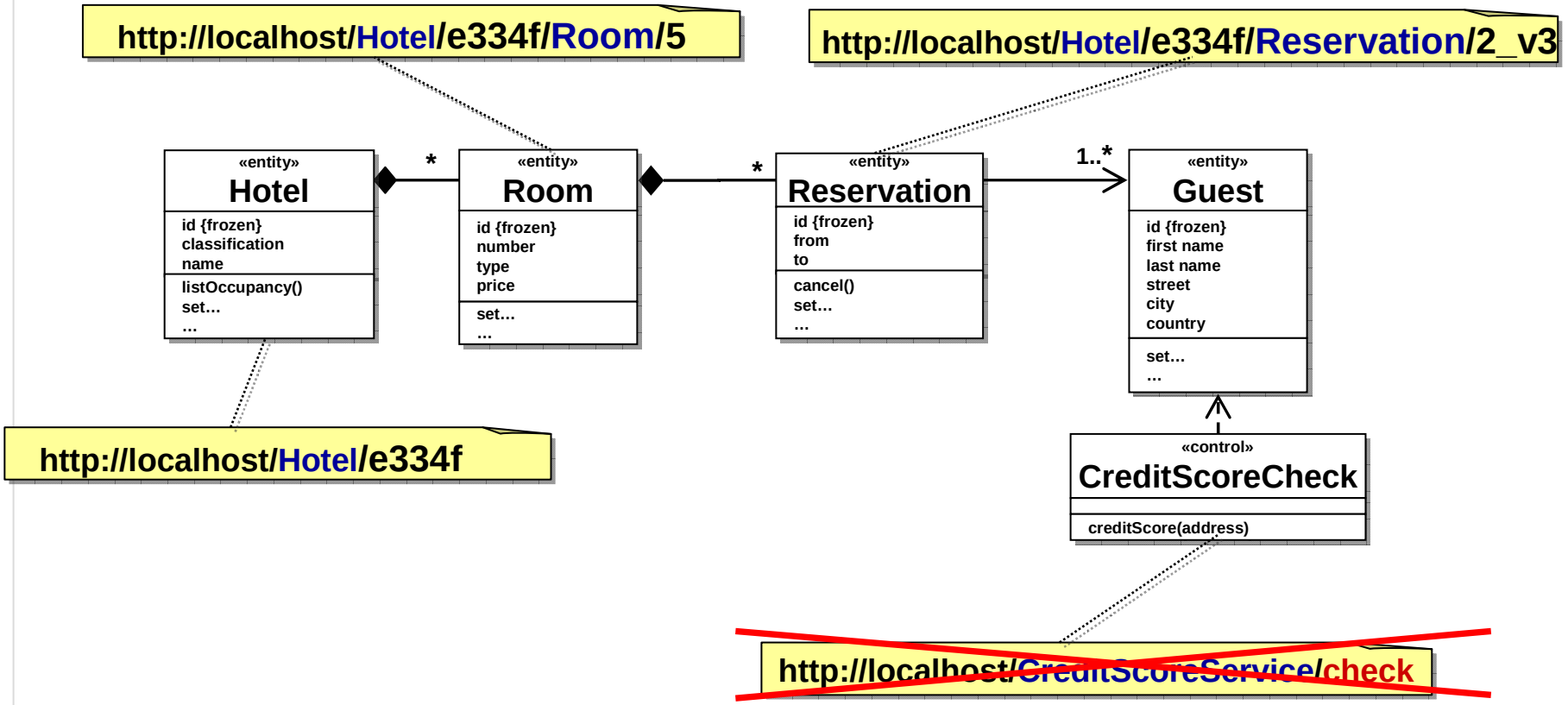
„Schlechte“ URIs

- Ressourcen werden über deren URI(s) identifiziert.
- REST macht keinerlei Vorgaben bzgl. dem Aufbau von URIs. Der Server hat die Freiheit die URI-Strukturen zu ändern, ohne dass Klienten angepasst werden muss. In der Praxis werden jedoch oft – für debugging - bestimmte Patterns verwendet.



„Schlechte“ URIs (II)

- Ressourcen werden über deren URI(s) identifiziert.
- REST macht keinerlei Vorgaben bzgl. dem Aufbau von URIs. Der Server hat die Freiheit die URI-Strukturen zu ändern, ohne dass Klienten angepasst werden muss. In der Praxis werden jedoch oft – für debugging - bestimmte Patterns verwendet.



Einordnung

Anatomie einer HTTP Interaktion

HTTP Caching

Adressierung von Ressourcen

Die Operationen auf eine Ressource (Uniform Interface)

Modellierung von Ressourcen

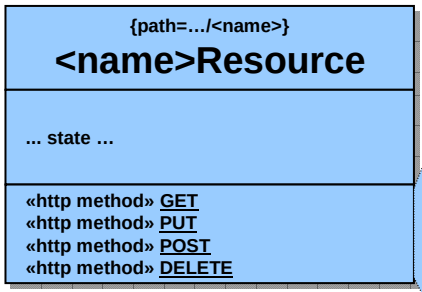
JAX-RS

Implementierung von Non-CRUD Operation

Stateful vs. Stateless

Zusammenfassung

RESTful HTTP - Uniform Interface



Method	Usage	Safe	Idem-potent
GET	- retrieve a representation - retrieve a representation if modified (cache validation request)	Yes	Yes
DELETE	- delete the resource	No	Yes
PUT	- create a resource with client-side managed identifier - update a resource by replacing - update a resource by replacing if not modified (optimistic locking)	No	Yes
POST	- create a resource with server-side managed (auto generated) identifier - create a sub-resource - partial update of a resource - partial update a resource if not modified (optimistic locking)	No	No

Safety

- **Safety**
  - Ist definiert im HTTP RFC
  - Eine **Safe** Methode führt **nie zu einer Zustandsänderung einer Ressource**
  - Aus Sicht des Zustandes einer Ressource hat die Ausführung einer Safe Methode den gleichen Effekt, als ob diese nie ausgeführt worden wäre
  - GET ist Safe
  - User-agents (Browser, HttpClient) und Intermediaries (Proxies, …) kennen das Vokabular von HTTP und deren Bedeutung!
  - Tritt beispielsweise ein Fehler beim GET-Aufruf auf, so kann ein HttpClient oder ein Proxy automatisch den Aufruf wiederholen ohne das irgendwelche Seiteneffekte auftreten. Dies setzt jedoch voraus, dass die Methode gemäß HTTP implementiert ist

```
GET /Hotel/e53fa2 HTTP/1.1
Host: localhost
User-Agent: xLightweb/2.6.1
```

Safety

- **Safety**
  - Ist definiert im HTTP RFC
  - Eine **Safe** Methode führt **nie zu einer Zustandsänderung einer Ressource**
  - Aus Sicht des Zustandes einer Ressource hat die Ausführung einer Safe Methode den gleichen Effekt, als ob diese nie ausgeführt worden wäre
  - GET ist Safe
  - User-agents (Browser, HttpClient) und Intermediaries (Proxies, …) kennen das Vokabular von HTTP und deren Bedeutung!
  - Tritt beispielsweise ein Fehler beim GET-Aufruf auf, so kann ein HttpClient oder ein Proxy automatisch den Aufruf wiederholen ohne das irgendwelche Seiteneffekte auftreten. Dies setzt jedoch voraus, dass die Methode gemäß HTTP implementiert ist

```
GET /Hotel/e53fa2 HTTP/1.1
Host: localhost
User-Agent: xLightweb/2.6.1

GET /Hotel/e53fa2/Reservation/?operation=cancel HTTP/1.1
Host: localhost
User-Agent: IgnorantHttpClient
```

Safety

- **Safety**
  - Ist definiert im HTTP RFC
  - Eine **Safe** Methode führt **nie zu einer Zustandsänderung einer Ressource**
  - Aus Sicht des Zustandes einer Ressource hat die Ausführung einer Safe Methode den gleichen Effekt, als ob diese nie ausgeführt worden wäre
  - GET ist Safe
  - User-agents (Browser, HttpClient) und Intermediaries (Proxies, …) kennen das Vokabular von HTTP und deren Bedeutung!
  - Tritt beispielsweise ein Fehler beim GET-Aufruf auf, so kann ein HttpClient oder ein Proxy automatisch den Aufruf wiederholen ohne das irgendwelche Seiteneffekte auftreten. Dies setzt jedoch voraus, dass die Methode gemäß HTTP implementiert ist

```
GET /Hotel/e53fa2 HTTP/1.1
Host: localhost
User-Agent: xLightweb/2.6.1

GET /Hotel/e53fa2/Reservation/?operation=cancel HTTP/1.1
Host: localhost
User-Agent: IgnorantHttpClient
```

Idempotency

- **Idempotency**
  - Der erfolgreiche Aufruf einer **idempotenten** Methode **führt immer zum selben Zustand der Ressource**. Das Ergebnis einer erfolgreich aufgerufenen idempotenten Methode ist unabhängig der Anzahl wie oft der Aufruf wiederholt wurde
  - DELETE und PUT sind Idempotent
  - Ein PUT speichert eine *vollständige* Ressource unter der angebenen URI. Ist bereits eine Resource vorhanden, so wird diese ersetzt
  - Schlägt der PUT oder DELETE Aufruf aus unbekannten Gründen fehl → Einfach nochmals ausführen! keine Seiteneffekte bzw. der Letzte gewinnt!
  - Clients, wie *Apache* HttpClient oder *xLightweb* HttpClient machen das automatisch

```
PUT /Hotel/e53fa2/Guest/455 HTTP/1.1
Host: localhost
User-Agent: xLightweb/2.6.1
Content-Length: 134
Content-Type: application/x-www-form-urlencoded

zip=30314&lastName=Gump&street=42+Plantation+Street&firstName=For
est&country=US&city=Baytown&state=LA
```

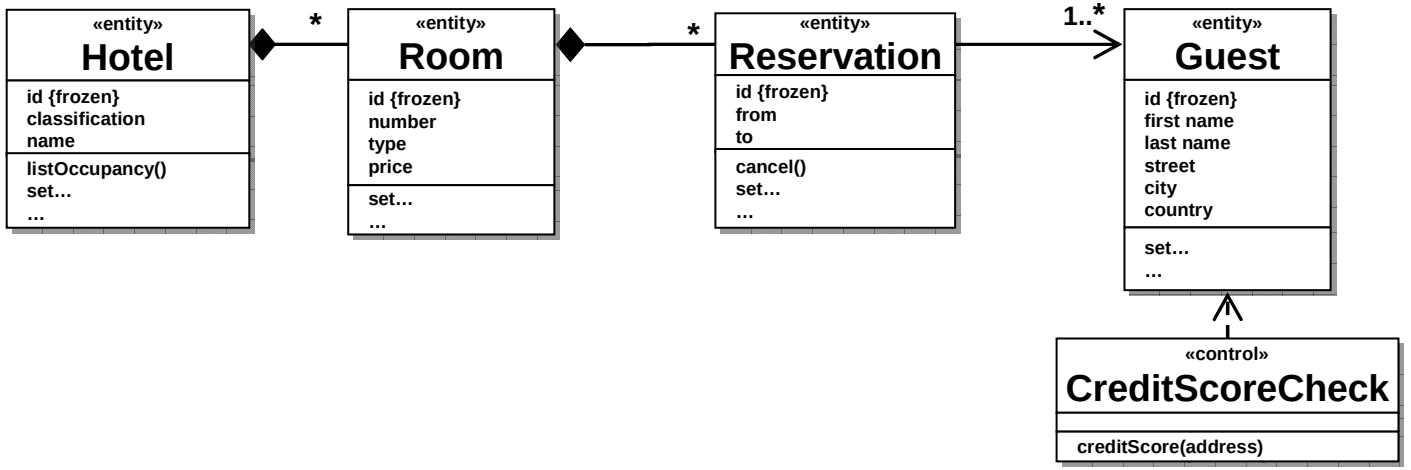
POST vs. PUT

- **POST vs. PUT**
  - POST ist nicht Idempotent (und erst recht nicht Safe).
  - Schlägt der POST Aufruf aus unbekannten Gründen fehl – im Sinne hat es funktioniert oder nicht? - so darf der Request nicht einfach nochmals ausgeführt werden
  - POST wird auch von Techologien wie SOAP verwendet, um die SOAP messages über HTTP zu tunneln. Im Endeffekt reduzieren Techologien wie SOAP das *Application-Level* Protokoll HTTP auf ein *Transport-Level* Protokoll.
  - PUT dient als Factory Methode („client-side managed“ URI) und Replace
  - POST dient als Factory Methode („server-side managed“ URI) und Partial Updates

```
POST /Hotel/e53fa2 HTTP/1.1
Host: localhost
User-Agent: xLightweb/2.6.1
Content-Length: 28
Content-Type: application/x-www-form-urlencoded

classification=Comfort&name=Astoria
```

Welcher Ansatz verfolgen SOAP, CORBA & Co.?

- Bei RPC-Technologien wie CORBA oder SOAP steht ein transparentes *Programming Language-Binding* im Mittelpunkt.
- Netzwerkaspekte wie beispielsweise Skalierbarkeit oder Robustheit spielen zwar eine sehr wichtige, aber eben nur noch zweite Rolle. Der Fokus liegt auf ein transparentes Objekt-Mapping



Die 8 Irrtümer des verteilten Computing

- Bei RPC-Technologien wie CORBA oder SOAP steht ein transparentes *Programming La*
- N e sehr wi ekt- M

The Eight Fallacies of Distributed Computing

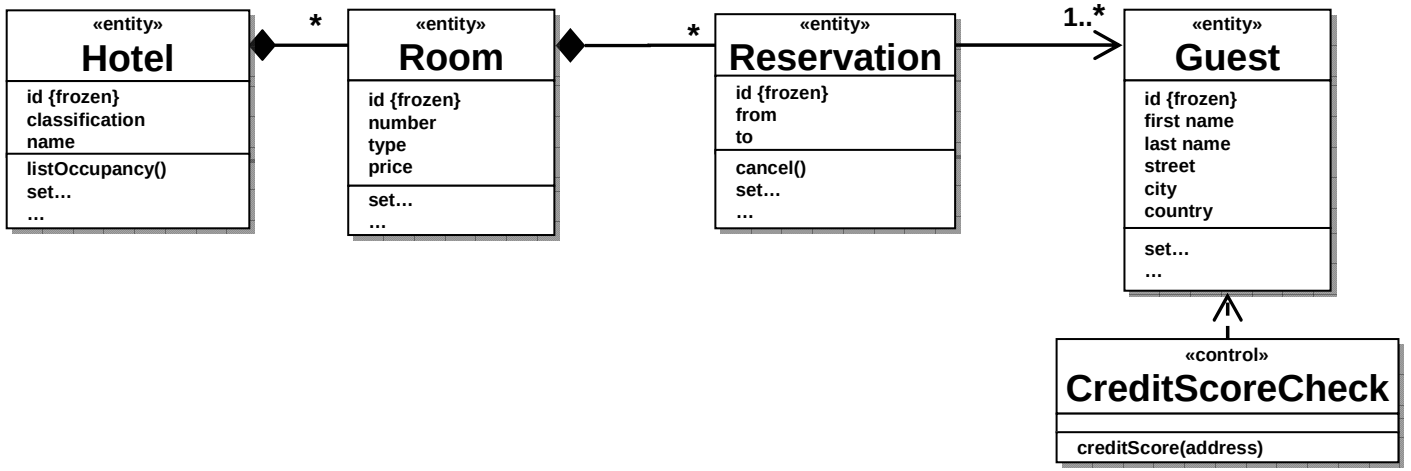
Peter Deutsch

Essentially everyone, when they first build a distributed application, makes the following eight assumptions. All prove to be false in the long run and all cause *big* trouble and *painful* learning experiences.

1. The network is reliable
2. Latency is zero
3. Bandwidth is infinite
4. The network is secure
5. Topology doesn't change
6. There is one administrator
7. Transport cost is zero
8. The network is homogeneous

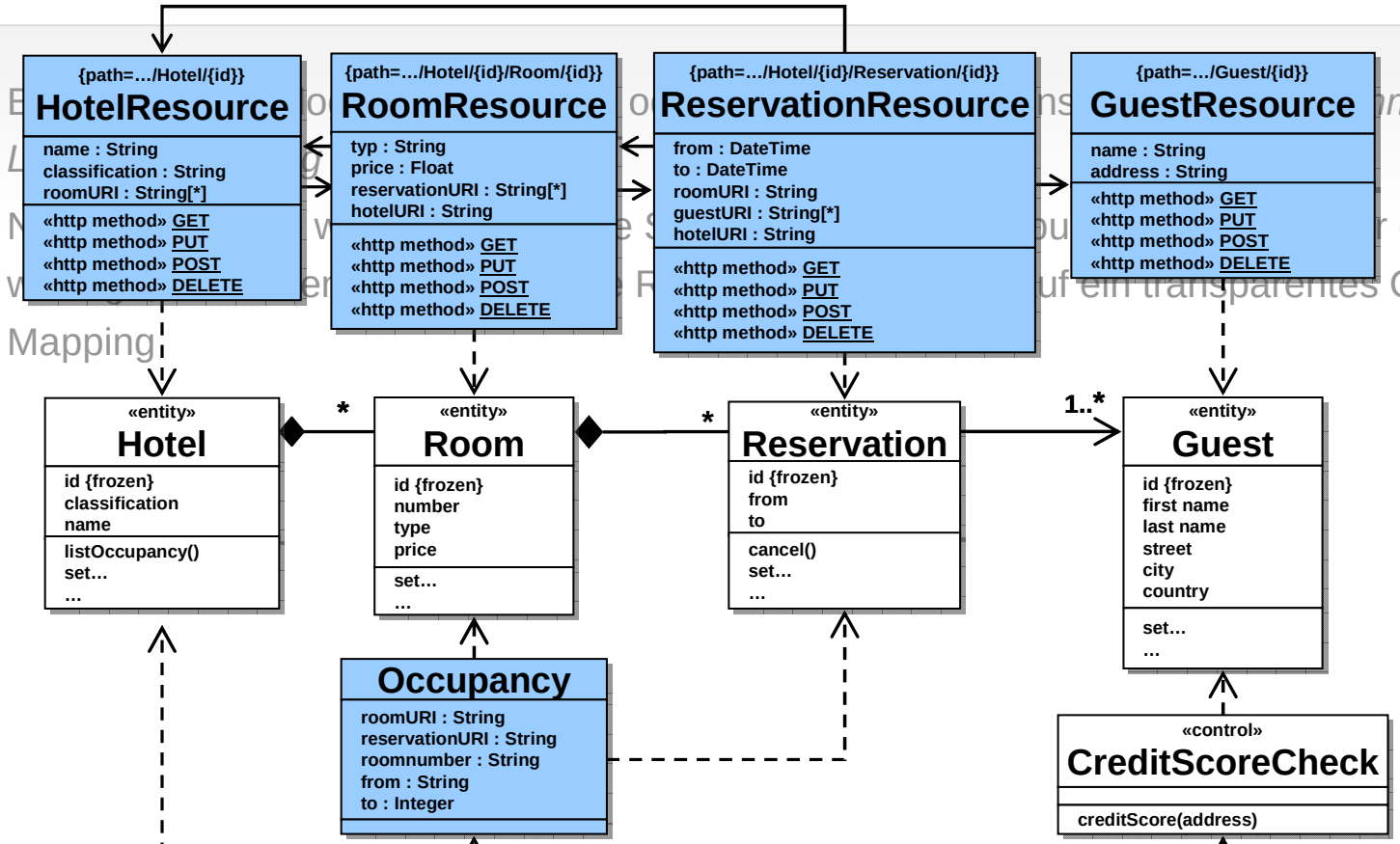
… und was macht REST?

- Bei RPC-Technologien wie CORBA oder SOAP steht ein transparentes *Programming Language-Binding* im Mittelpunkt.
- Netzwerkaspekte wie beispielsweise Skalierbarkeit oder Robustheit spielen zwar eine sehr wichtige, aber eben nur noch zweite Rolle. Der Fokus liegt auf ein transparentes Objekt-Mapping



- Bei REST werden die Ressourcen aus Sicht der Netzwerkkommunikation entworfen. REST definiert kein *Programming Language-Binding.* D.h. in der Regel ist ein zusätzlicher Modellierungs- und Implementierungsschritt notwendig
- Die Ressourcen gruppieren sich als Remote-Facade um die eigentlichen Businessklassen

Die Ressourcen-Sicht



- Bei REST werden die Ressourcen aus Sicht der Netzwerkkommunikation entworfen. REST definiert kein *Language-Binding.* D.h. in der Regel ist ein Mapping-Konvertierungsschritt notwendig
- Die Ressourcen gruppieren sich als Remote-Facade um die eigentlichen Businessklassen

Einordnung

Anatomie einer HTTP Interaktion

HTTP Caching

Adressierung von Ressourcen

Die Operationen auf eine Ressource (Uniform Interface)

Modellierung von Ressourcen

JAX-RS

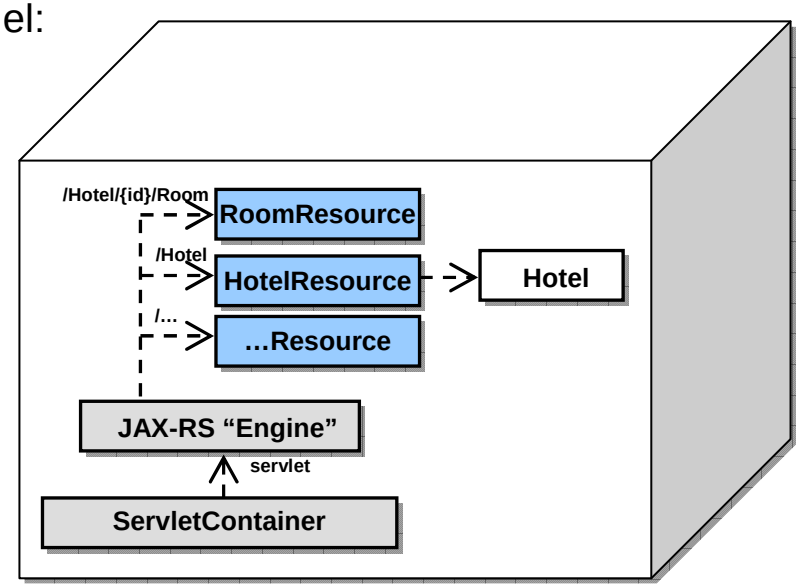
Implementierung von Non-CRUD Operation

Stateful vs. Stateless

Zusammenfassung

JAX-RS

- JSR 311: JAX-RS: The Java API for RESTful Web Services
- „The existing standard APIs Servlet and JAX-WS Provider *are too low-level*“ (Paul Sandoz, JSR 311 Spec lead)
- Die aktuelle Version 1.0 (Okt/2008) betrachtet nur die Serverseite
- Neben der Referenzimplementierung Jersey existieren eine Reihe von weiteren Implementierungen wie z.B. JBoss RESTEasy oder Apache Wink
- Beispiel:



Implementierung einer Ressource mit Hilfe JAX-RS

```
@Path("/Hotel")
public class HotelResource {

   private final HotelDao hotelDao;

   public HotelResource(HotelDao hotelDao) {
      this.hotelDao = hotelDao;
   }

   @POST
   @Consumes("application/x-www-form-urlencoded")
   public Response createHotel(@FormParam("name") String name,
                               @FormParam("classification") String clf) throws IOException {
        Hotel hotel = hotelDao.createHotel(name, clf);
        return Response.created(URI.create("/Hotel/" + hotel.getId())).build();
   }

   @GET
   @Path("/{id}")
   @Produces("application/json")
   public Hotel getHotel(@PathParam("id") String id) throws IOException, NotFoundException {
      Hotel hotel = hotelDao.retrieveHotel(id);
      return hotel;
   }
}
```

Manuelle Erzeugung eines Response

```
@Path("/Hotel")
public class HotelResource {

   private final HotelDao hotelDao;

   public HotelResource(HotelDao hotelDao) {
      this.hotelDao = hotelDao;
   }

   @POST
   @Consumes("application/x-www-form-urlencoded")
   public Response createHotel(@FormParam("name") String name,
                               @FormParam("classification") String clf) throws IOException {
        Hotel hotel = hotelDao.createHotel(name, clf);
        return Response.created(URI.create("/Hotel/" + hotel.getId())).build();
   }

   @GET
   @Path("/{id}")
   @Produces("application/json")
   public Hotel getHotel(@PathParam("id") String id) throws IOException, NotFoundException {
      Hotel hotel = hotelDao.retrieveHotel(id);
      return hotel;
   }
}
```

```
HTTP/1.1 201 Created
Server: xLightweb/2.6
Content-Length: 0
Location: http://localhost/hotel/e53fa2
```

Nutzung des Automappings

```
@Path("/Hotel")
public class HotelResource {

   private final HotelDao hotelDao;

   public HotelResource(HotelDao hotelDao) {
      this.hotelDao = hotelDao;
   }

   @POST
   @Consumes("application/x-www-form-urlencoded")
   public Response createHotel(@FormParam("name") String name,
                               @FormParam("classification") String clf) throws IOException {
        Hotel hotel = hotelDao.createHotel(name, clf);
        return Response.created(URI.create("/Hotel/" + hotel.getId())).build();
   }

   @GET
   @Path("/{id}")
   @Produces("application/json")
   public Hotel getHotel(@PathParam("id") Strin                                    ption {
      Hotel hotel = hotelDao.retrieveHotel(id);
      return hotel;
   }
}
```

Anhand der Kombination MimeType der Rückgabe, und des zurückgegebenen Objektes wird automatisch ein bestimmter JAX-RS MessageBodyWriter verwendet

Beispiel einer einfachen Provider-Implementierung

```
@Provider
@Produces("application/json")
@Comsumes("application/json")
public class JSONLibBasedProvider implements MessageBodyWriter<Object>,
                                             MessageBodyReader<Object> {

  // writer methods
  public boolean isWriteable(Class<?> type, Type genericType, Annotation[] annotations,
                             MediaType mediaType) {
       return (mediaType.getType().equalsIgnoreCase("application") &&
               mediaType.getSubtype().equalsIgnoreCase("json"));
  }

  public void writeTo(Object bean, Class<?> type, Type genericType, Annotation[] annotations,
                      MediaType mediaType, MultivaluedMap<String, Object> httpHeaders,
                      OutputStream entityStream) throws IOException, WebApplicationException {

       String serialized = JSONObject.fromObject(bean).toString();
       Writer writer = new OutputStreamWriter(entityStream, "ISO-8859-1");
       writer.write(serialized);
       writer.close();
  }

  // reader methods
  // …

}
```

Einordnung

Anatomie einer HTTP Interaktion

HTTP Caching

Adressierung von Ressourcen

Die Operationen auf eine Ressource (Uniform Interface)

Modellierung von Ressourcen

JAX-RS

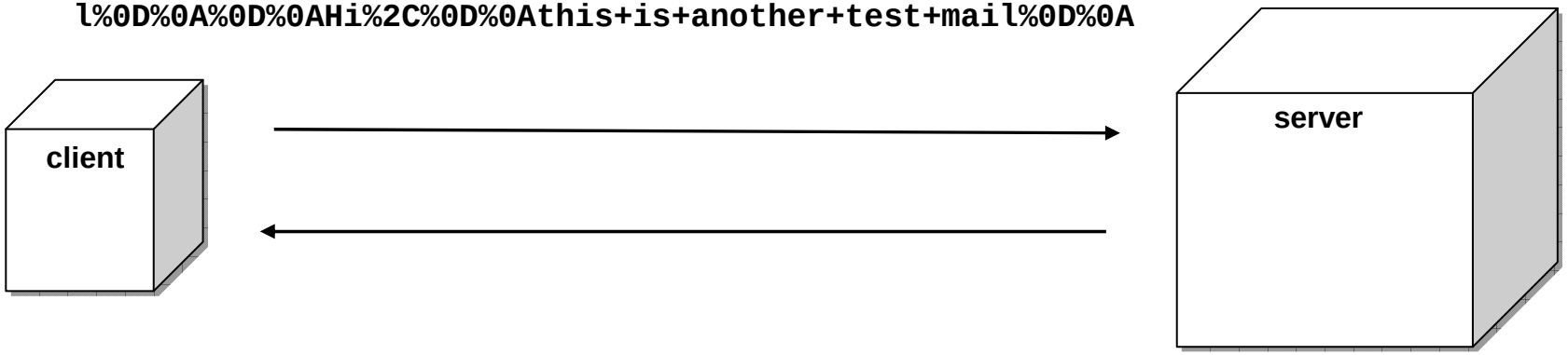
Implementierung von Non-CRUD Operation

Stateful vs. Stateless

Zusammenfassung

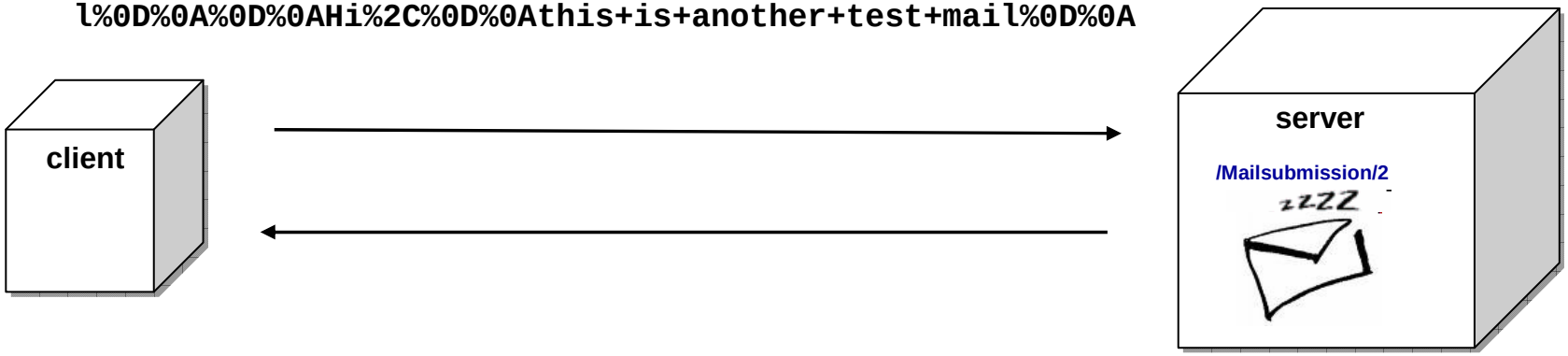
Non-CRUD - asynchrone Operation

```
POST /Mailsubmission/ HTTP/1.1
Host: localhost
User-Agent: xLightweb/2.6.1
Content-Type: application/x-www-form-urlencoded

delaySec=600&mail=Message-ID%3A+%3C49A658D7.506454%40united.domain%3E%0D%
0ADate%3A+Thu %2C+26+Feb+2009+09%3A55%3A60+%2B0100%0D%0AFrom%3A+rest-rock
s%40gmx.com%0D%0AX-Mozilla-Draft-Info%3A+internal%2Fdraft%3B+vcard%3D0%3B
+receipt%3D0%3B+uuencode%3D0%0D%0AUser-Agent%3A+Thunderbird+2.0.0.19+%28W
indows%2F20081209%29%0D%0ATo%3A+all%40xlightweb.org%0D%0ASubject%3A+hi+al
l%0D%0A%0D%0AHi%2C%0D%0Athis+is+another+test+mail%0D%0A
```



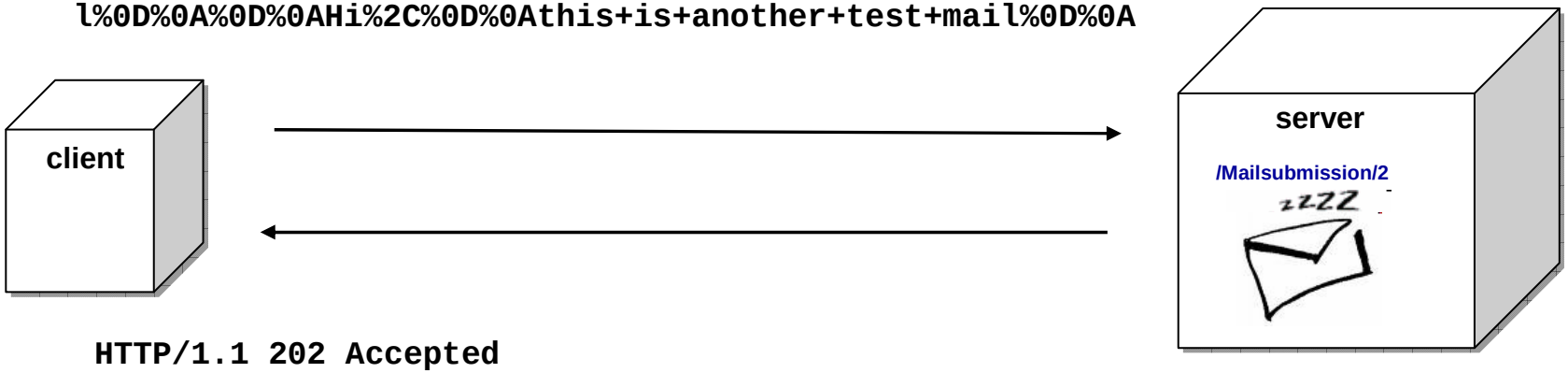
Non-CRUD - asynchrone Operation (II)

```
POST /Mailsubmission/ HTTP/1.1
Host: localhost
User-Agent: xLightweb/2.6.1
Content-Type: application/x-www-form-urlencoded

delaySec=600&mail=Message-ID%3A+%3C49A658D7.506454%40united.domain%3E%0D%
0ADate%3A+Thu %2C+26+Feb+2009+09%3A55%3A60+%2B0100%0D%0AFrom%3A+rest-rock
s%40gmx.com%0D%0AX-Mozilla-Draft-Info%3A+internal%2Fdraft%3B+vcard%3D0%3B
+receipt%3D0%3B+uuencode%3D0%0D%0AUser-Agent%3A+Thunderbird+2.0.0.19+%28W
indows%2F20081209%29%0D%0ATo%3A+all%40xlightweb.org%0D%0ASubject%3A+hi+al
l%0D%0A%0D%0AHi%2C%0D%0Athis+is+another+test+mail%0D%0A
```



Non-CRUD - asynchrone Operation (III)

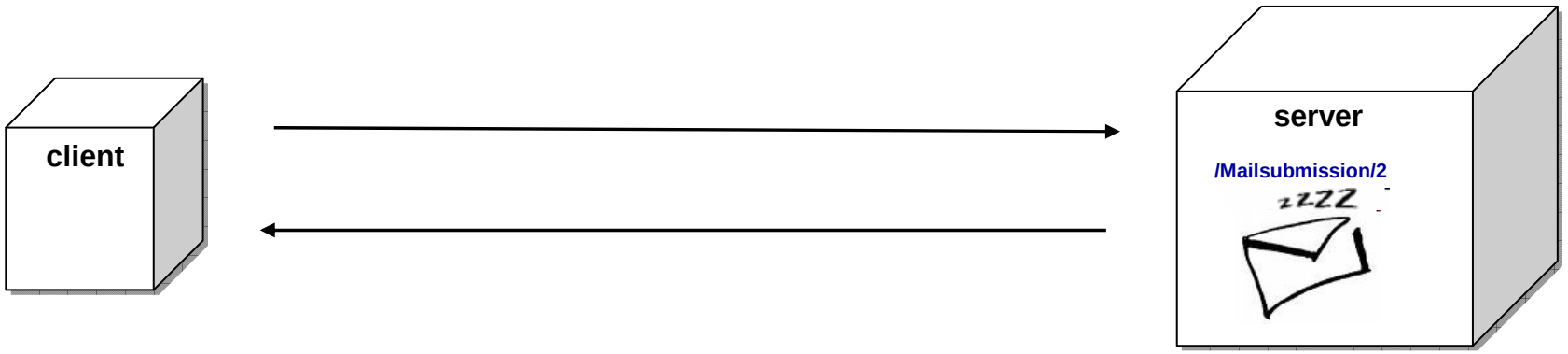
```
POST /Mailsubmission/ HTTP/1.1
Host: localhost
User-Agent: xLightweb/2.6.1
Content-Type: application/x-www-form-urlencoded

delaySec=600&mail=Message-ID%3A+%3C49A658D7.506454%40united.domain%3E%0D%
0ADate%3A+Thu %2C+26+Feb+2009+09%3A55%3A60+%2B0100%0D%0AFrom%3A+rest-rock
s%40gmx.com%0D%0AX-Mozilla-Draft-Info%3A+internal%2Fdraft%3B+vcard%3D0%3B
+receipt%3D0%3B+uuencode%3D0%0D%0AUser-Agent%3A+Thunderbird+2.0.0.19+%28W
indows%2F20081209%29%0D%0ATo%3A+all%40xlightweb.org%0D%0ASubject%3A+hi+al
l%0D%0A%0D%0AHi%2C%0D%0Athis+is+another+test+mail%0D%0A
```




```
HTTP/1.1 202 Accepted
Server: Apache/1.3.6
Content-Length: 0
Location: http://localhost/Mailsubmission/2
```

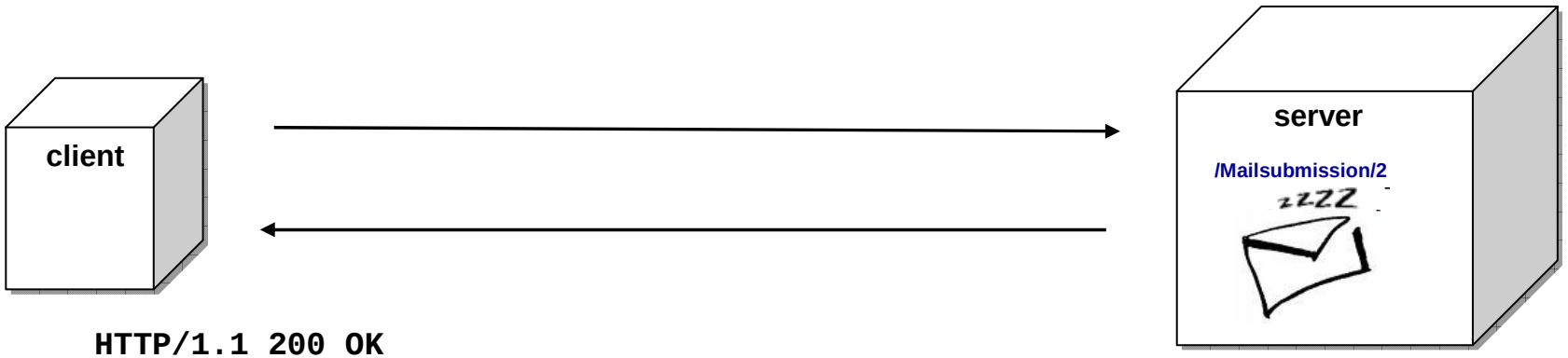
Abfragen des Versendestatus

```
GET /Mailsubmission/2 HTTP/1.1
Host: localhost
User-Agent: xLightweb/2.6.1
Accept: application/x-www-form-urlencoded
```



Abfragen des Versendestatus (II)

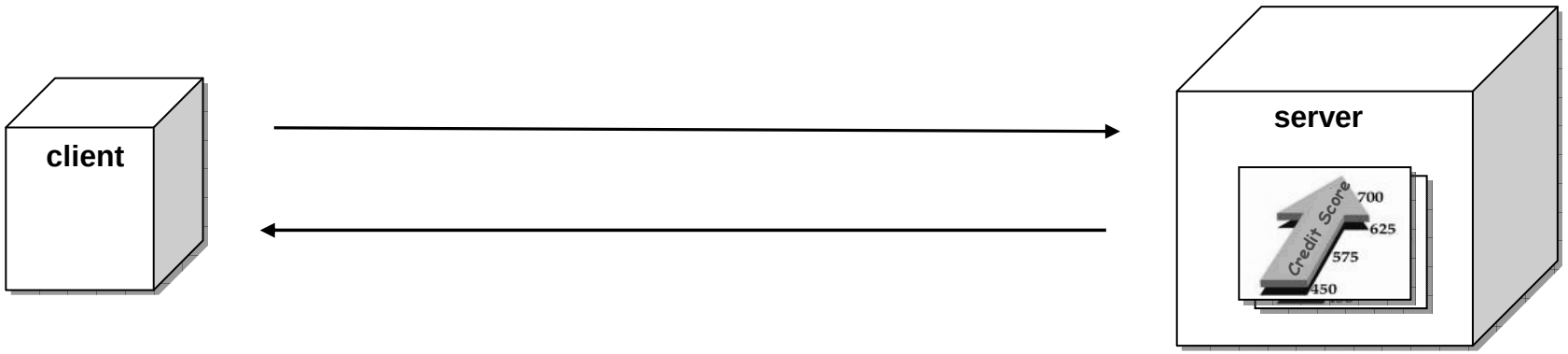
```
GET /Mailsubmission/2 HTTP/1.1
Host: localhost
User-Agent: xLightweb/2.6.1
Accept: application/x-www-form-urlencoded
```




```
HTTP/1.1 200 OK
Server: Apache/1.3.6
Content-Length: 14
Content-Type: application/x-www-form-urlencoded

state=pending&remainingTimeSec=412
```

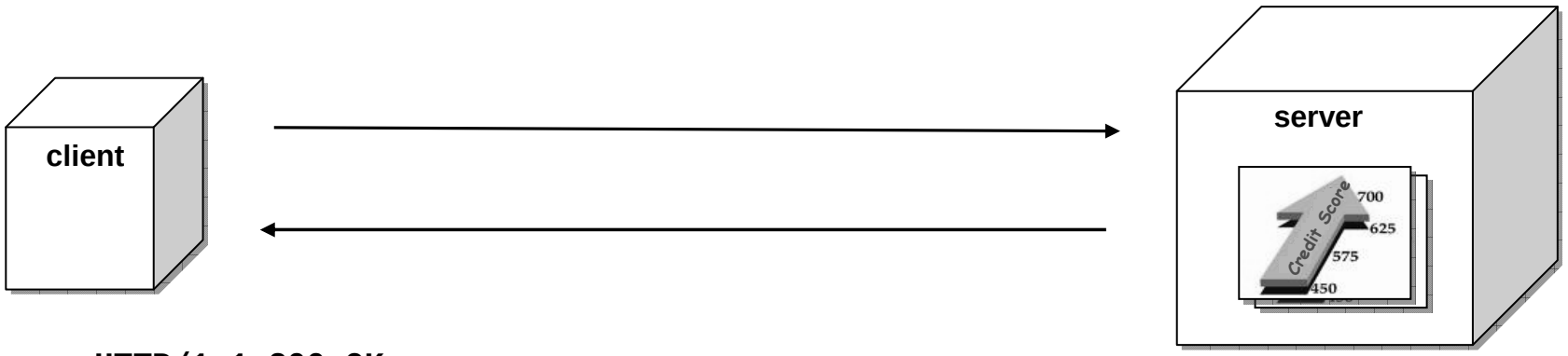
Non-CRUD - synchrone GET Operation

```
GET /CreditScore/?zip=30314&lastName=Gump&street=42+Plantation+Street&
                 firstName=Forest&country=US&city=Baytown&state=LA... HTTP/1.1
Host: localhost
User-Agent: xLightweb/2.6.1
Accept: application/x-www-form-urlencoded
```



Non-CRUD - synchrone GET Operation (II)

```
GET /CreditScore/?zip=30314&lastName=Gump&street=42+Plantation+Street&
                 firstName=Forest&country=US&city=Baytown&state=LA... HTTP/1.1
Host: localhost
User-Agent: xLightweb/2.6.1
Accept: application/x-www-form-urlencoded
```



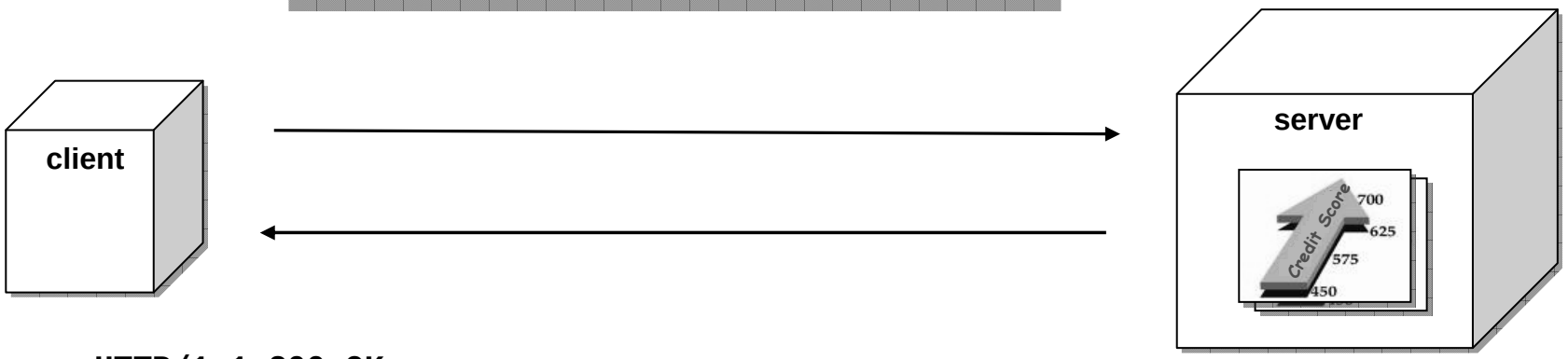

```
HTTP/1.1 200 OK
Server: Apache/1.3.6
Content-Length: 30
Cache-Control: public, max-age=60
Content-Type: application/x-www-form-urlencoded

scorecard=Excellent&points=92
```

Non-CRUD - synchrone GET Operation (II)

```
GET /CreditScore/?zip=30314&lastName=Gump&street=42+Plantation+Street&
                 firstName=Forest&country=US&city=Baytown&state=LA... HTTP/1.1
Host: loca
User-Agent
Accept: ap
```

Max Length URL!

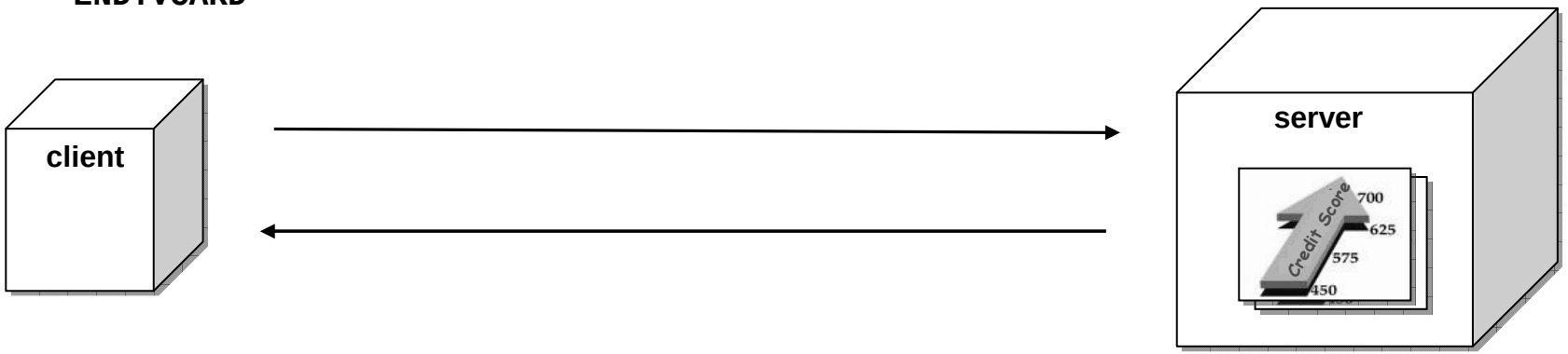
Internet Explorer	~2 kbyte
Apache 2.2	8190 bytes (default-Einstellung)




```
HTTP/1.1 200 OK
Server: Apache/1.3.6
Content-Length: 30
Cache-Control: public, max-age=60
Content-Type: application/x-www-form-urlencoded

scorecard=Excellent&points=92
```

Non-CRUD - synchrone POST Operation

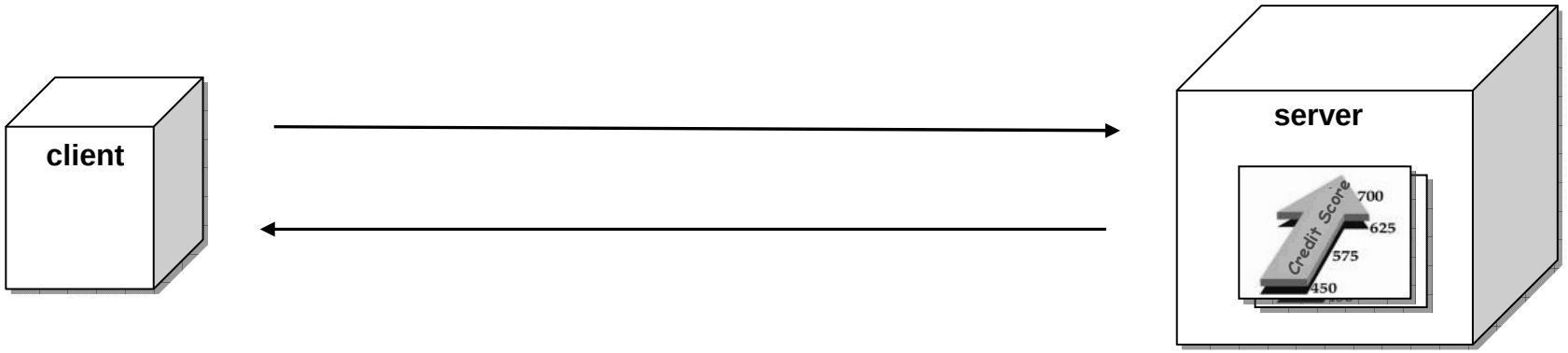
```
POST /CreditScore/ HTTP/1.1
Host: localhost
User-Agent: xLightweb/2.6.1
Content-Type: text/x-vcard

BEGIN:VCARD
VERSION:2.1
N:Gump;Forest;;;;
FN:Forest Gump
ADR;HOME:;;42 Plantation St.;Baytown;LA;30314;US
LABEL;HOME;ENCODING=QUOTED-PRINTABLE:42 Plantation St.=0D=0A30314
Baytown=0D=0ALA US
END:VCARD
```




```
HTTP/1.1 201 CREATED
Server: Apache/1.3.6
Content-Length: 0
Location: http://localhost/CreditScore/l00000001
```

Non-CRUD - synchrone POST Operation (II)

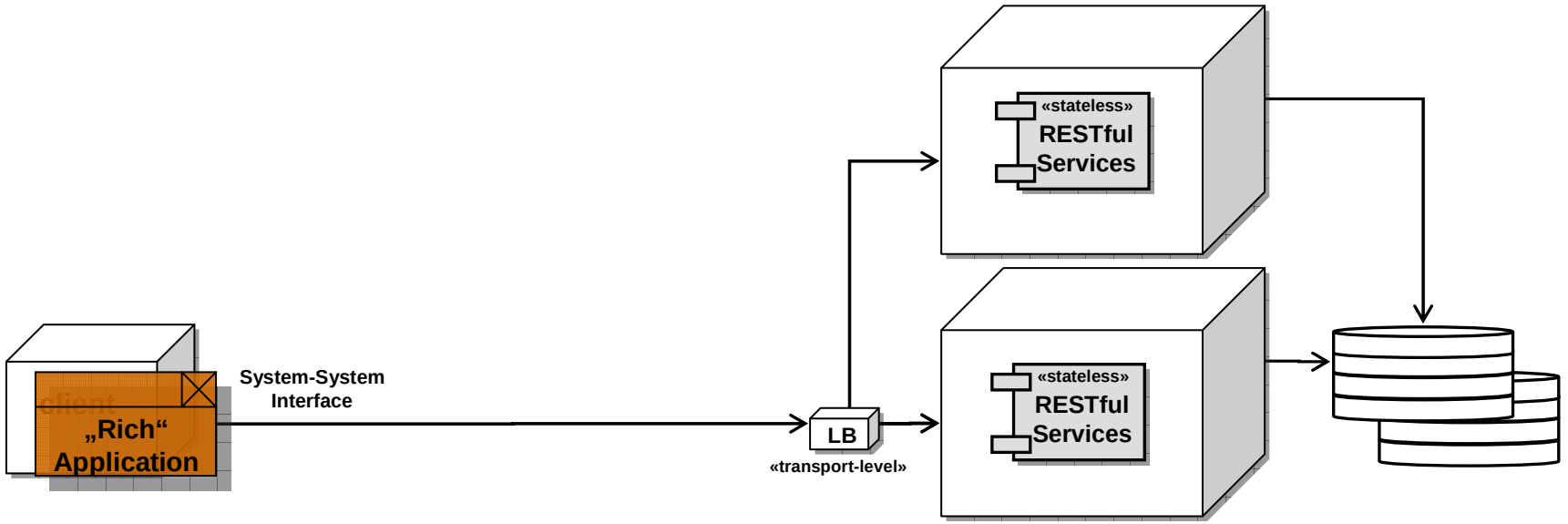
```
GET /CreditScore/l00000001 HTTP/1.1
Host: localhost
User-Agent: xLightweb/2.6.1
Accept: application/x-www-form-urlencoded
```




```
HTTP/1.1 200 OK
Server: Apache/1.3.6
Content-Length: 30
Cache-Control: public, max-age=60
Content-Type: application/x-www-form-urlencoded

scorecard=Excellent&points=92
```

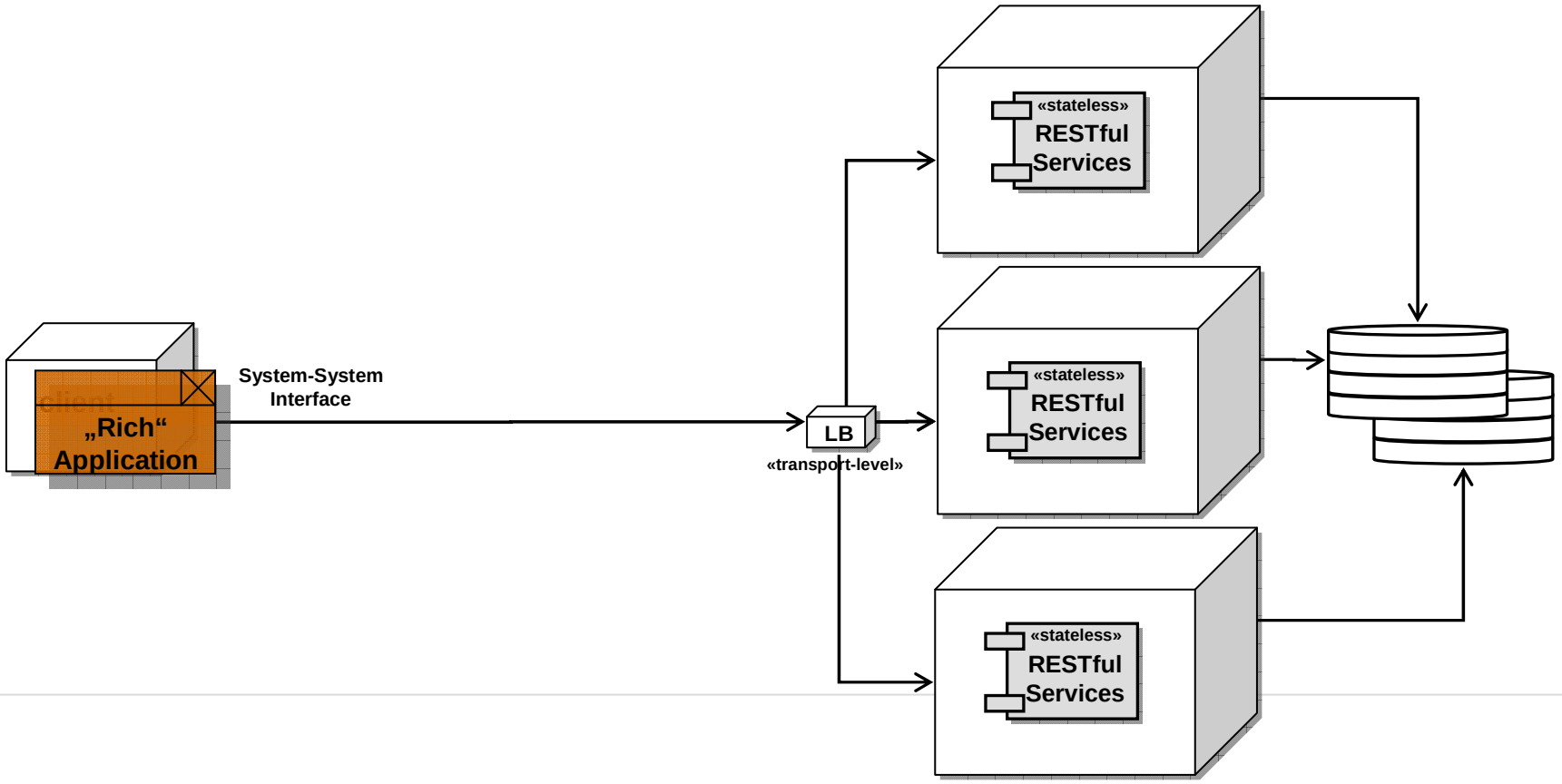
Statelessness

- **REST Interaktionen sind stateless**
  - Ein Request enthält alle für die Prozessierung notwendigen Informationen
  - Requests können damit isoliert, auch von intermediaries (proxies, …), behandelt werden



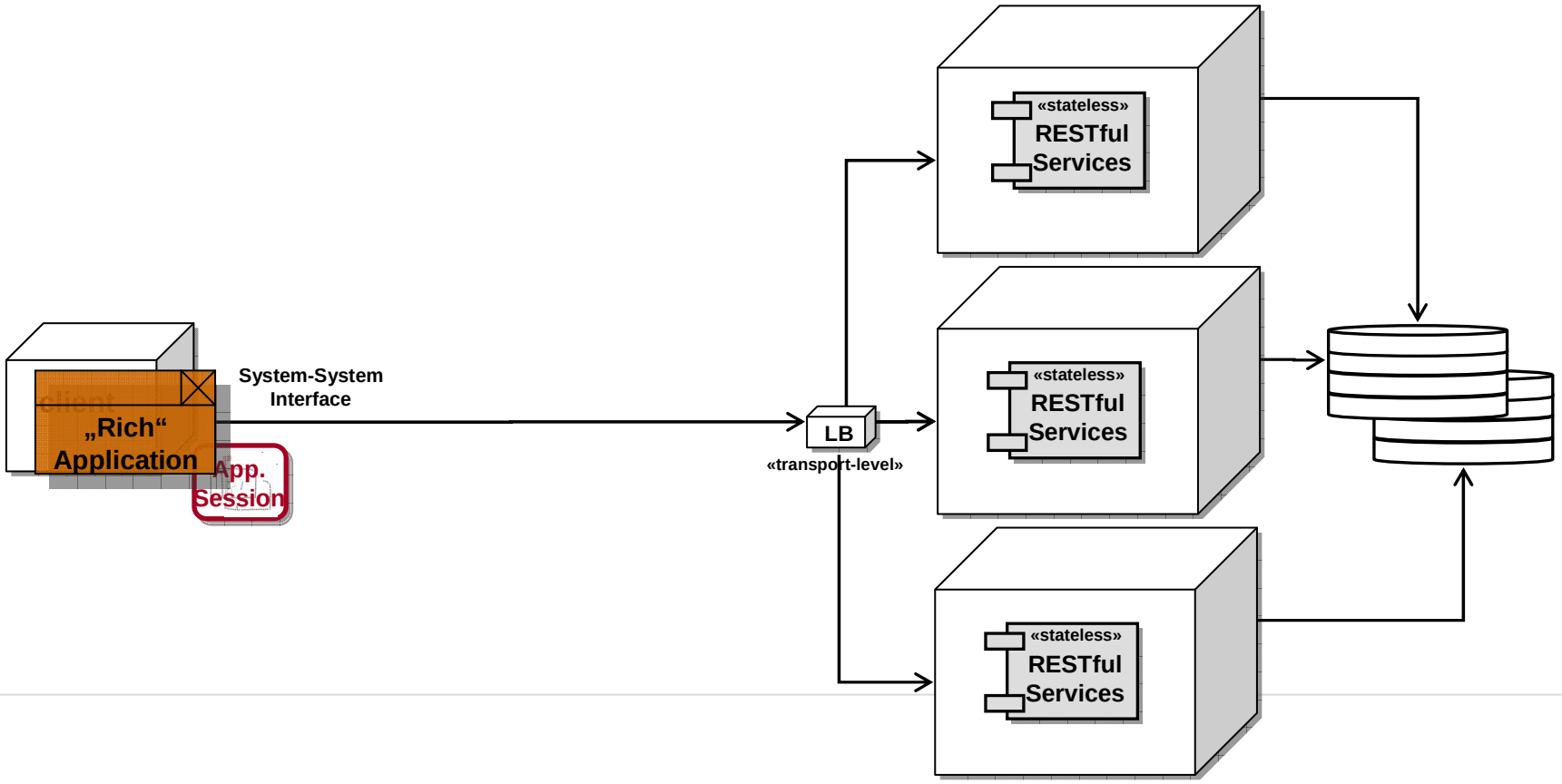
Scale-up

- **REST Interaktionen sind stateless**
  - Ein Request enthält alle für die Prozessierung notwendigen Informationen
  - Requests können damit isoliert, auch von intermediaries (proxies, …), behandelt werden



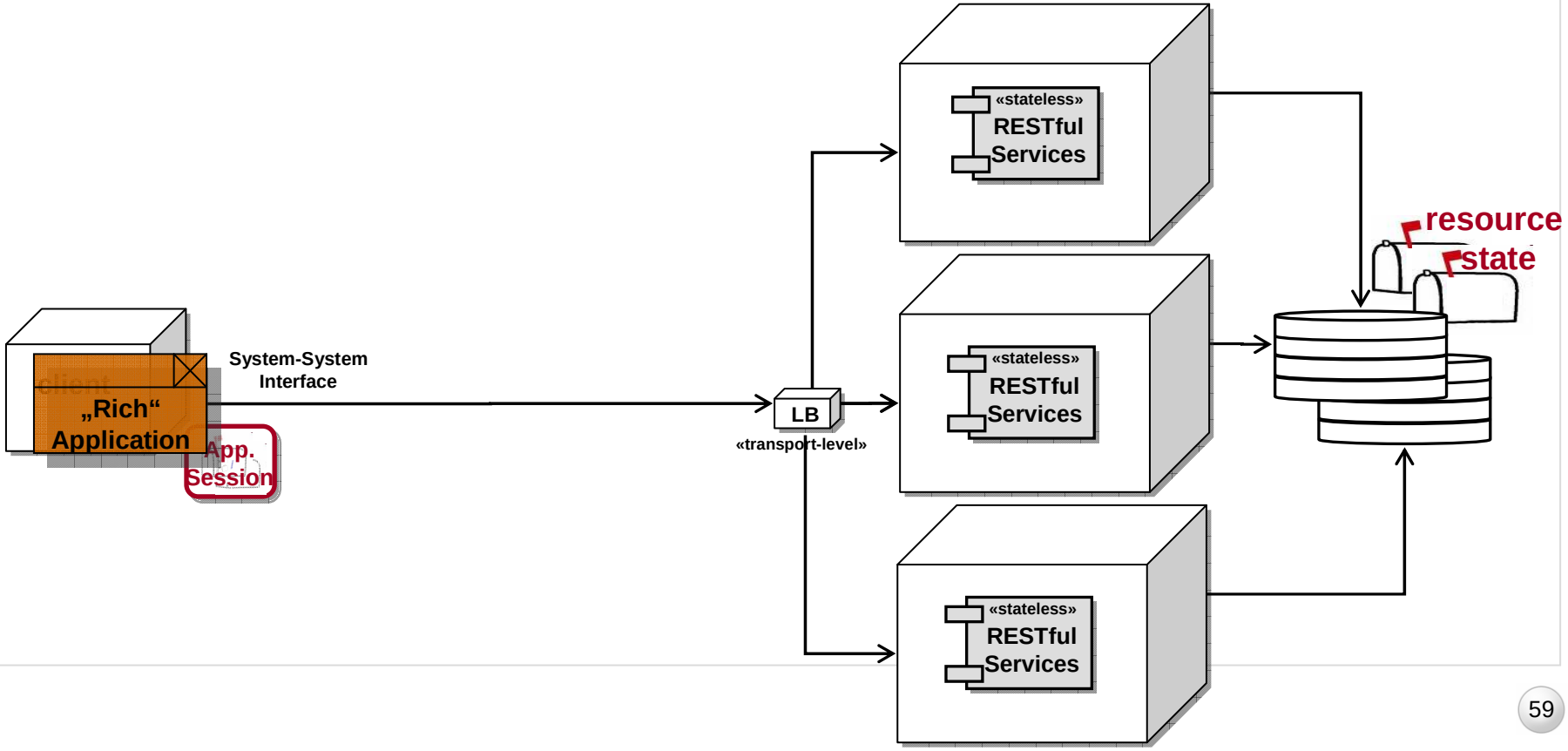
Application state

- **REST Interaktionen sind stateless**
  - Ein Request enthält alle für die Prozessierung notwendigen Informationen
  - Requests können damit isoliert, auch von intermediaries (proxies, …), behandelt werden
  - Der Client ist verantwortlich für den *application state*



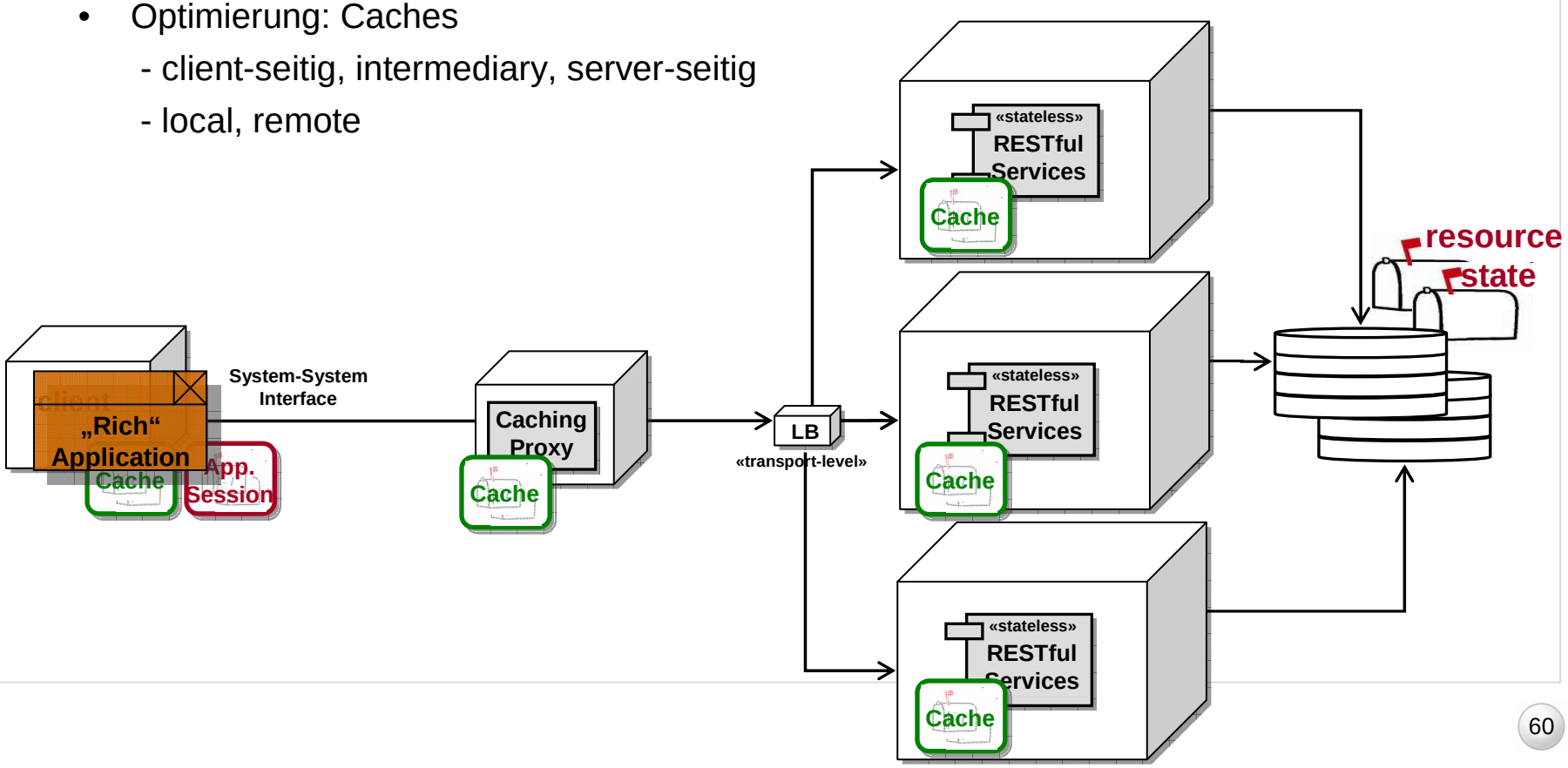
Application state

- **REST Interaktionen sind stateless**
  - Ein Request enthält alle für die Prozessierung notwendigen Informationen
  - Requests können damit isoliert, auch von intermediaries (proxies, …), behandelt werden
  - Der Client ist verantwortlich für den *application state*, der Service für den *resource state*



Caching

- **REST Interaktionen sind stateless**
  - Ein Request enthält alle für die Prozessierung notwendigen Informationen
  - Requests können damit isoliert, auch von intermediaries (proxies, …), behandelt werden
  - Der Client ist verantwortlich für den *application state*, der Service für den *resource state*
  - Optimierung: Caches
    - client-seitig, intermediary, server-seitig
    - local, remote



Zusammenfassung

- **RESTful HTTP ermöglicht sehr einfache Kommunikationsschnittstellen**
  - Minimale Infrastrukturvoraussetzungen
  - Alles Service werden nach der gleichen Art und Weise aufgerufen
  - Ermöglicht eine echte, sprach-/technologieübergreifende Interoperabilität

- **RESTful HTTP ermöglicht eine effiziente Implementierung hoch skalierbarer *WEB*-Anwendungen**
  - Die Remote-Schnittstelle, die Ressourcen, berücksichtigt vom Kern auf Netzwerkaspekte.
  - RESTful HTTP ermöglicht im Gegensatz zu WebService-Architekturen wie z.B. SOAP eine sehr effiziente Nutzung der WEB-Infrastruktur (Caching,…)
  - Die Berücksichtigung von Safety/Idempotency ermöglicht robuste Netzwerk-Schnittstellen
  - Setzt keine komplexe und aufwendige Middleware-Infrastrukturen voraus
  - Definiert einen Architekturstil für *WEB-Applikationen*. Beispielsweise spielen dort verteilte atomic (2-Phase Commit) Transaktionen echte keine Rolle

Literatur

- **Roy Fielding –** ***Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures***
  (http://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/top.htm)
- **Stefan Tilkov –** ***REST und HTTP***
  (http://www.dpunkt.de/buecher/3078.html)
- **Steve Vinoski –** ***REST Eye for the SOA Guy***
  (http://steve.vinoski.net/pdf/IEEE-REST_Eye_for_the_SOA_Guy.pdf)
- **Gregor Roth –** ***RESTful HTTP in practice***
  (http://www.infoq.com/articles/designing-restful-http-apps-roth)
- **Gregor Roth –** ***Server load balancing architectures***
  (http://www.javaworld.com/javaworld/jw-10-2008/jw-10-load-balancing-1.html)