Netzwerkprogrammierung

Netzwerkverbindungen

- Das Entwurfsziel von Java war: Einfache Verbindung zwischen Rechnern und SetBox-Systemen.
- Das Standardpaket java.net hilft bei allen Netzwerkverbindungen.
- Mit Datenströmen wird das Lesen/Schreiben so leicht wie der Zugriff auf das Dateisystem.
- Verbindung zu Servern und Abrufen von Daten mit gewöhnlichen Web-Protokollen und Sockets.

Internet-Adressen

IP-Adressen und Rechnernamen

- Jeder Rechner ist im Internet durch eine Adresse identifiziert.
  - Man nennt diese **IP-Adresse**.

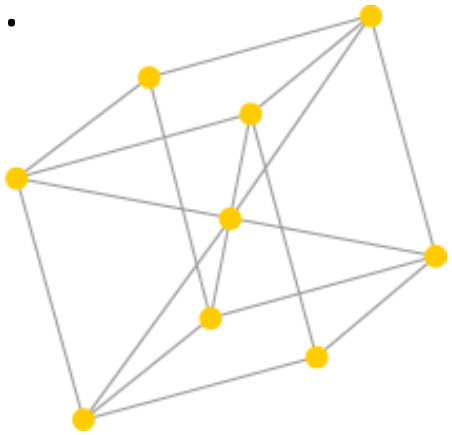
- IP Adressen sind nicht leicht zu merken. Daher stehen stellvertretend für Adressen einfache Namen.
- Ein spezieller Dienst wandelt den Namen in eine IP-Adresse um.
  - Dieser Dienst ist der Namensdienst und wird von einem DNS-Server übernommen.

InetAddress

- Der Umgang mit IP-Adressen übernimmt eine Java-Klasse java.net.InetAddress.
- Die Klasse InetAddress hat keine öffentlichen Konstrukturen, nur einige statische Methoden
- InetAddress getLocalHost() liefert die IP-Adresse des lokalen Rechners, oft (127.0.0.1)
- InetAddress getByName(String host) liefert die IP-Address eines gegebenen Hosts.
  - Der Parameter host ist entweder der Maschinenname (»tutego.com«) oder eine String-Repräsentation der IP-Adresse (»209.204.253.212«).
- Kann die IP-Adresse nicht gefunden werden, so lösen die Methoden eine UnknownHostException aus.

Abfragen über InetAddress

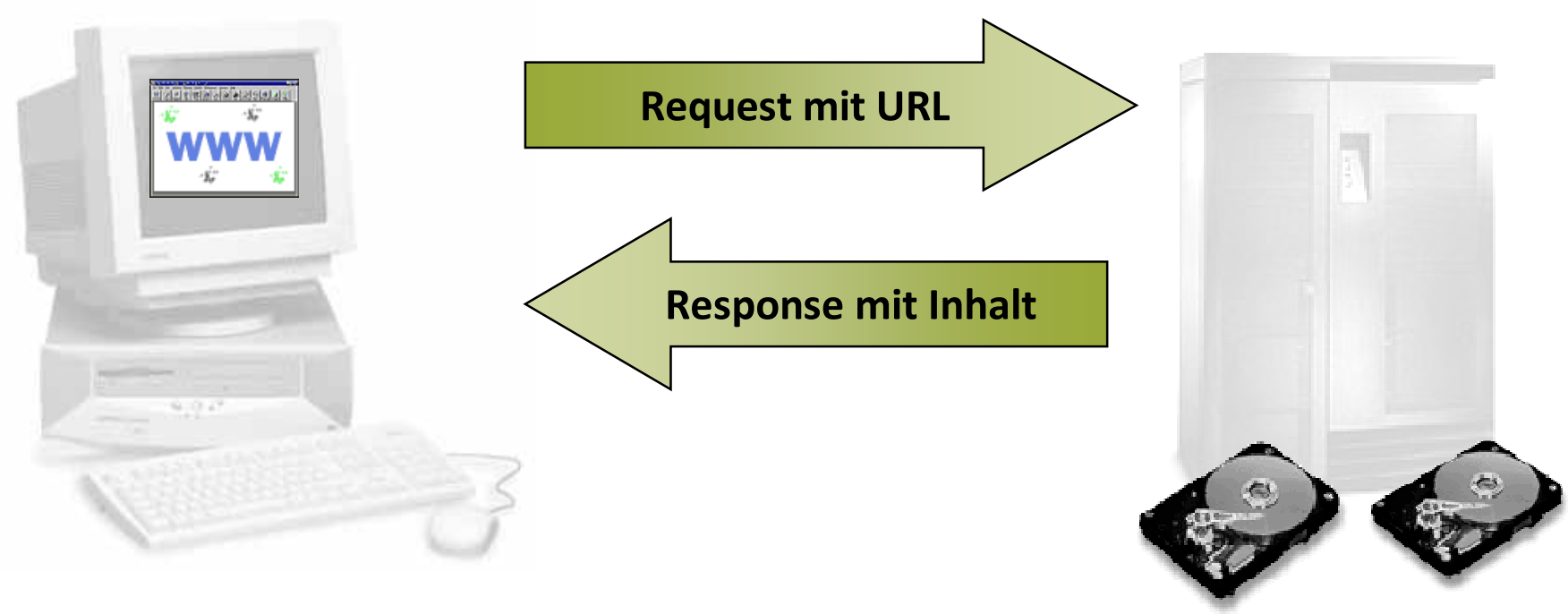
- Die Objektmethoden stellen Anfragen an das InetAddress-Objekt:
  - byte[] getAddress()
    Liefert die IP-Adresse als Bytefeld.
  - String getHostAddress()
    Liefert einen String in der Form A.B.C.D
  - String getHostName()
    Liefert den Hostnamen für die Adresse.



URL-Verbindungen

Anfragen an einen Web-Server

- Anfragen werden über das Protokoll HTTP an den Server geschickt.



URL-Verbindungen

- Eine URL (RFC 1738) ist das Adressenformat für eine Ressource im World Wide Web.
- Die URL (Uniform Resource Locater) enthält
  - Namen des benutzten Schemas (Protokoll) und
  - eine Spezialisierung

- Anders gesagt: Eine URL beinhaltet Methode des Zugriffes (HTTP, FTP) und Ort.

URL-Objekte

- URL-Objekte repräsentieren Hostnamen, Port und Dateiname.

```
String s = "http://www.java-tutor.com/index.html";
try
{
  URL url = new URL( s );
} catch ( MalformedURLException e ) { }
```

- Die Konstruktoren lösen eine MalformedURLException aus,
  - wenn der Parameter im Konstruktor null ist oder
  - das URL-Objekt ein unbekanntes Protokoll beschreibt.

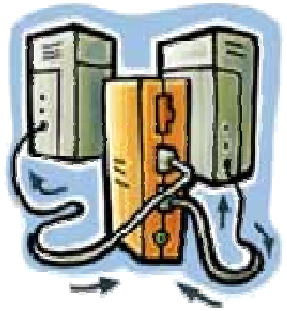
Verbindungen zum Netz

- Die Klasse URL definiert die Methode openStream(), die ein InputStream-Objekt liefert.
  - Damit wird eine Netzwerkverbindung mit dem URL-Objekt tatsächlich geöffnet.
  - Die Methode kann eine IOException auslösen!

- Um aus dem InputStream zu lesen, bietet sich Scanner an.
  - Eine Kombination von hasNextLine() und nextLine() liefert alle Zeilen.
  - Auch hilft der Scanner bei einer speziellen Konvertierung.

Daten auslesen

```
InputStream is = null;
try {
  is = url.openStream();
  Scanner s = new Scanner( is );
  while ( s.hasNextLine() )
    System.out.println( s.nextLine() );
}
catch ( IOException e ) {
  System.out.println( e );
}
finally { try { is.close(); } catch(Exception e){} }
```



Einen Internet-Proxy nutzen

- Der Internetverkehr größerer Firmen geht in der Regel durch einen Proxy.
- Ein Proxy-Server lässt sich ich Java durch spezielle Property-Variablen zuweisen:

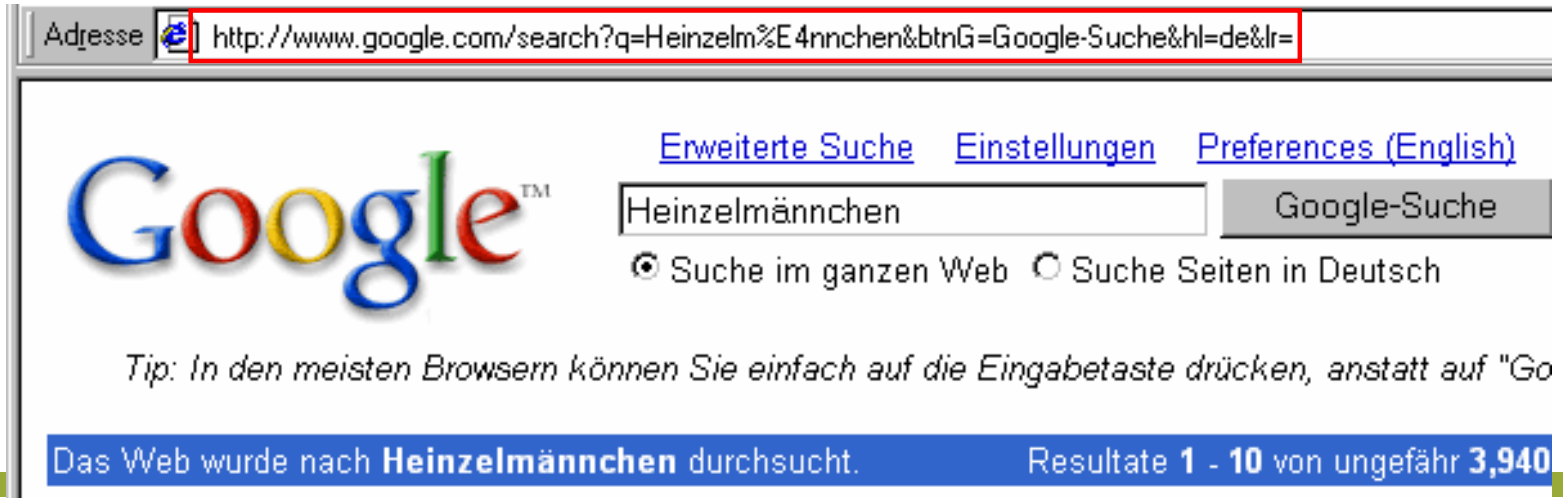
```
System.setProperty( "proxySet",  "true" );
System.setProperty( "proxyHost", "proxy" );
System.setProperty( "proxyPort", "81" );
```

CGI-Anfragen losschicken

Suchmaschinen mit dem Browser

- Benutzung der Suchmaschine http://www.google.de.

- Der Browser generiert daraus eine spezielle URL, die er zum Server schickt.



Kodieren für CGI-Programme

- Wenn aus HTML-Datei mit Formularen Daten an das CGI-Programm übermittelt werden, dann werden diese Daten kodiert.
- Viele Zeichen sind in der URL nicht erlaubt. Etwa:
  - Leerzeichen werden durch Plus-Zeichen kodiert.

- Die statischen Methode encode() der Klasse java.net.URLEncoder führt eine Konvertierung durch.

```
String s = URLEncoder.encode("%mit%Prozenten");
```

Eine Suchabfrage formulieren

- Wenn wir das Abschicken eines HTML-Formulars für eine Suchabfrage nachbilden wollen, dann müssen wir alle Informationen in den Felder sammeln und codieren.
- Anschließend wird der codierte Inhalt hinter die URL des CGI-Programmes gehängt.
  - Die Parameter werden durch ein Fragezeichen getrennt.

Ran an Google

```
String s = "";

for ( int i = 0; i < args.length; i++ )
  s += args[i] + " ";

s = "q=" + URLEncoder.encode( s.trim() );

try {
  URL url = new URL(
   "http://www.google.com/search?" + s );

  InputStream in = url.openStream();
  ...
}
```

Netzwerk-Clients

Sockets

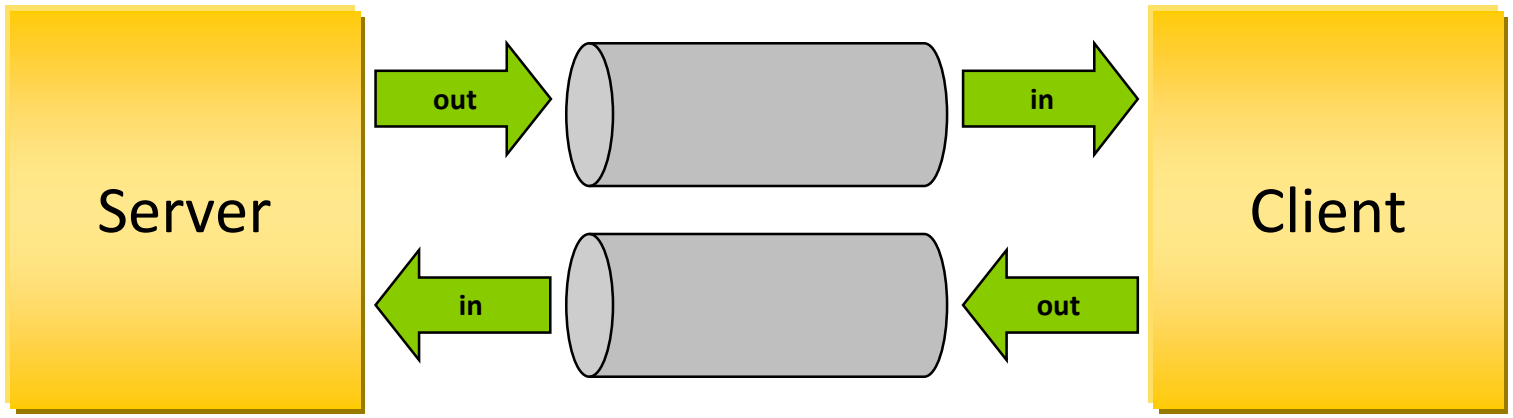
- URL-Verbindungen sind schon High-Level Verbindungen.
- Die Rechner, die im Internet verbunden sind, kommunizieren über Protokolle (bsp. TCP/IP).
- Ein Socket dient zur Abstraktion und ist ein Verbindungspunkt in einem TCP/IP Netzwerk.
- Wer Daten
  - empfängt (Client) öffnet eine Socket-Verbindung zum Horchen und
  - derjenige der sendet, öffnet eine Verbindung zum Senden (Server).

Was ist ein Port?

- Für jeden Dienst (Service), den ein Server zur Verfügung stellt, gibt es einen Port.
  - Alltagsbeispiel: Es reicht nicht aus, die Adresse der Verwaltung in der Stadt zu kennen. Ich brauche auch noch eine Zimmernummer.
- IP-Adressen und Ports werden nicht willkürlich, sondern von der IANA (Internet Assigned Numbers Authority) vergeben.
- Die Portnummer ist eine 16 Bit Zahl, eingeteilt in
  - System 0-1023 (›Well-Known‹, Contact) und
  - Benutzer 1024-65535.
- Komplette Liste ist unter ftp://ftp.isi.edu/in-notes/iana/assignments/port-numbers

Sockets

- Mit einem **Socket** baut man eine feste Verbindung zu einem Rechner auf, die für die Dauer der Übertragung bestehen bleibt.



`ServerSocket` `Socket`

- Was für den Server Ausgabe-/Eingabestrom ist, ist für den Client Eingabe-/Ausgabstrom.

Unter Spannung: Die Ströme

- Auf der Client-Seite bauen wir zuerst ein Socket-Objekt auf. Der Server soll auf Port 80 kontaktiert werden.

```
Socket clientSock;

clientSock = new Socket( "die.weite.welt", 80 );
```

- Die Klasse Socket bietet die Methoden getInputStream() und getOutputStream(), die einen Zugang zum Datenstrom erlauben.
- Um die Performanz zu heben, können wir einen gepufferten OutputSteam nutzen:

```
InputStream is = server.getInputStream();

BufferedReader in;

in = new BufferedReader( new InputStreamReader(is) );
```

Server implementieren

Client-Server Kommunikation

- Ein Server durch die Klasse ServerSocket repräsentiert.
- Wollen wir Server programmieren, erzeugen wir ein ServerSocket-Objekt mit einem Konstruktor, dem wir einen Port Parameter übergeben.

```
try
{
 ServerSocket socket = new ServerSocket( 1234 );
}
catch ( IOException e ) { /* belegt? */ }
```

Auf Verbindungen horchen

- Mit accept() der Klasse ServerSocket akzeptieren wir eine eingehende Verbindung.

```
Socket client = serverSocket.accept();
```

- Nun können wir mit dem zurückgegebenen Client-Socket genauso verfahren wir mit dem schon programmierten Client.

Die 6 Schritte

❶ Ein Server-Socket erzeugen der horcht

❷ Mit der accept()-Methode auf neue Verbindungen warten

❸ Ein- und Ausgabestrom vom zurückgegebenen Socket erzeugen

❹ Mit einem definierten Protokoll die Konversation unterhalten

❺ Stream vom Client und Socket schließen

❻ Bei Schritt 2 weitermachen oder Server-Socket schließen

Server

```
import java.net.*;   import java.io.*;

class Server {
  public static void main( String args[] ) throws IOException {
    ServerSocket server = new ServerSocket( 3141 );

    while ( true ) {
      Socket client = server.accept();

      InputStream  in  = client.getInputStream();
      OutputStream out = client.getOutputStream();

      int zahl1 = in.read();   // -128..+127
      int zahl2 = in.read();

      out.write( zahl1 * zahl2 );
      client.close();
    }
  }
```

Client

```
class Client
{
  public static void main( String args[] ) throws IOException
  {
    Socket server = new Socket ( "localhost", 3141 );

    InputStream  in  = server.getInputStream();
    OutputStream out = server.getOutputStream();

    out.write( 4 );
    out.write( 9 );

    int result = in.read();
    System.out.println( result );

    server.close();
  }
}
```