



2.5.1 Datennetze I

Die OSI-Schichten 5 bis 7

Angenommen, ein Wissenschaftler hat eine sensationelle Entdeckung gemacht, z. B. den Satz des Pythagoras, der rechts dargestellt ist. Wenn er nur die Formel $\gamma^2 = \alpha^2 + \beta^2$ versenden würde, gäbe es mit großer Wahrscheinlichkeit ein Missverständnis: Im antiken Griechenland wurde das griechische Alphabet verwendet. Ein Empfänger in Mitteleuropa würde die Größen aber vermutlich zunächst auf Winkel beziehen, was natürlich falsch wäre.

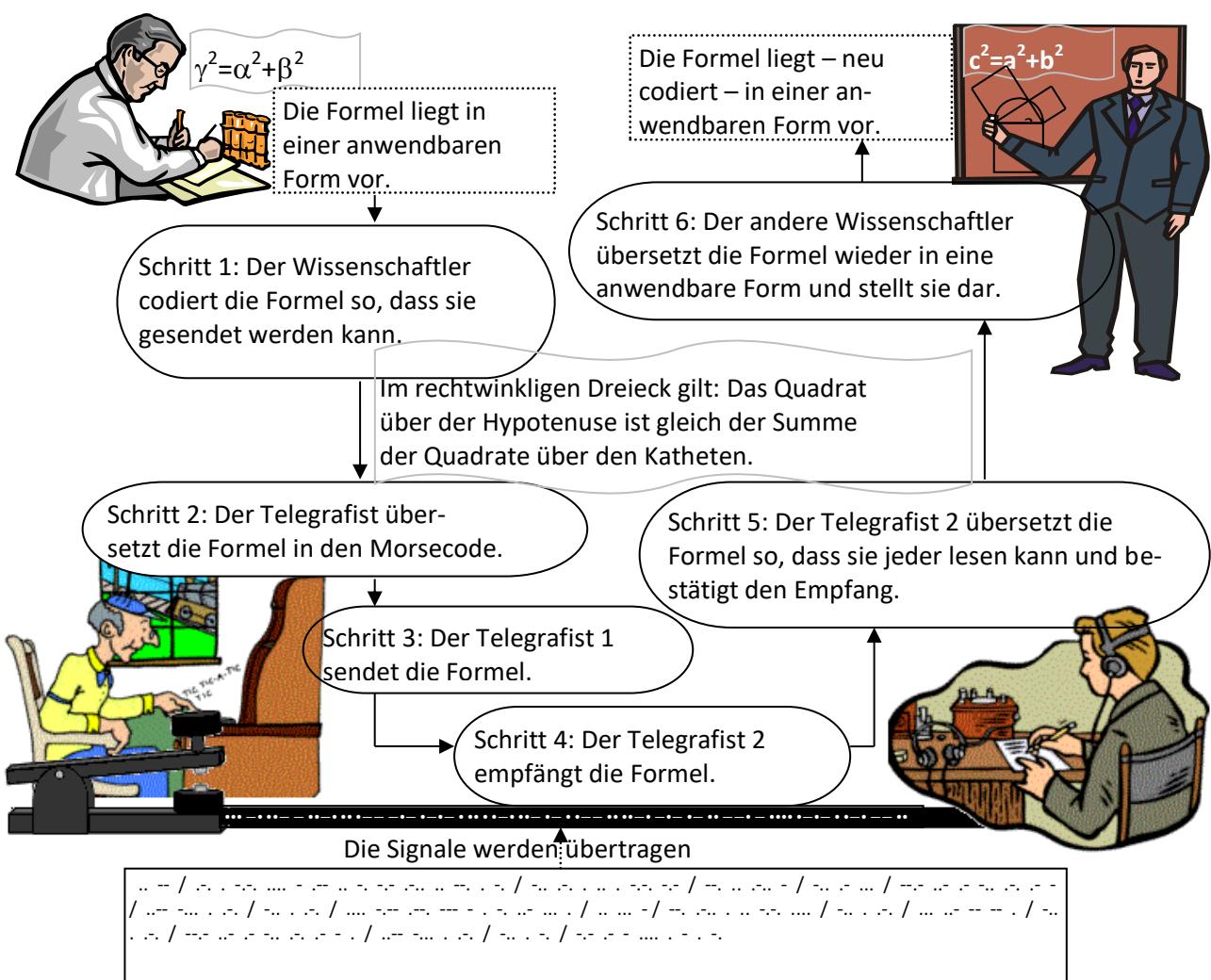
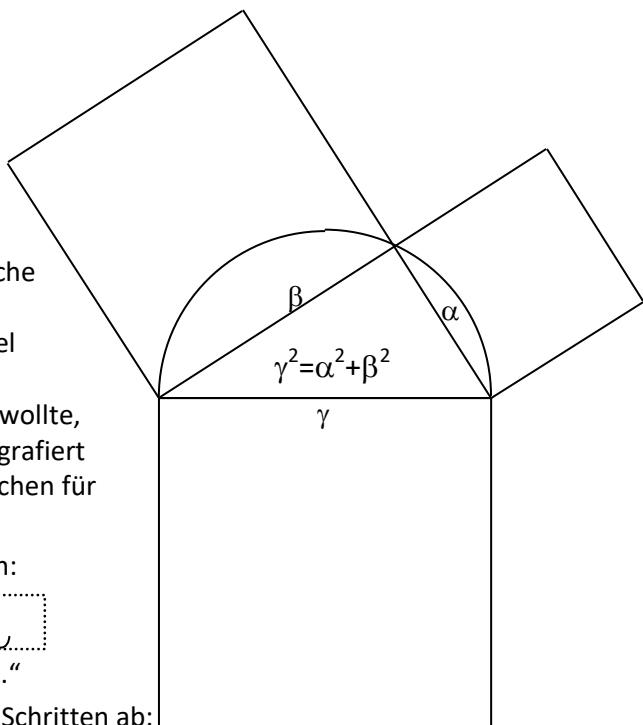
Wenn der Wissenschaftler diese Formel telegrafieren wollte, müsste er sie aber ohnehin so darstellen, dass sie telegrafiert werden kann. Der Morsecode umfasst aber weder Zeichen für das griechische Alphabet noch Symbole für Potenzen.

So oder so ähnlich könnte er diese Entdeckung morsen:

Im rechtwinkligen Dreieck gilt:

„Im rechtwinkligen Dreieck gilt:
Das Quadrat über der Hypotenuse ist gleich der Summe der Quadrate über den Katheten.“

Der Kommunikationsvorgang läuft damit in mehreren Schritten ab:



A Bearbeite das Arbeitsblatt 15: Aufgaben zu den Schichten 5 bis 7 des OSI-Modells



2.5.1 Datennetze I

Lerninhalte 03 Die OSI-Schichten 5 bis 7

Beschreibung der OSI-Schichten 5-7

Die Kommunikation im OSI-Modell ist damit vergleichbar: In den Schichten 1 bis 4 wird der Transport von Daten sichergestellt. Damit ist aber noch nicht klar, ob z. B. eine E-Mail, eine HTML-Seite, ein Video oder ein Druckauftrag gesendet wurde.

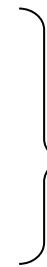
Das Ergebnis der Kommunikation könnte z. B. eine HTML-Seite wie im Beispiel unten sein.

Damit ist die Kommunikation nach dem OSI-Modell beendet.

Die Weiterverarbeitung dieser Daten ist nicht mehr die Aufgabe des Kommunikationsvorgangs nach dem OSI-Modell.

Um eine HTML-Datei am Monitor anzuzeigen, wird am PC ein Browser benötigt.

```
<html>
  <head>
  </head>
  <body>
    Das ist eine HTML-Seite
  </body>
</html>
```



Letztlich muss also über den Transport von Daten hinaus gewährleistet werden, dass der Empfänger diese Daten mit Hilfe geeigneter Anwendungen weiterverarbeiten kann.

- In den Schichten 5 bis 7 (Anwendungsebene) des OSI-Modells werden die Daten so dargestellt, dass ein Gerät diese Daten mit Hilfe einer geeigneten Anwendung weiterverarbeiten kann.
Dazu stehen für unterschiedliche Anwendungen weitere Protokolle zur Verfügung.

#	Bezeichnung	Erläuterung	Protokolle / Geräte
7	Anwendungsschicht (application layer)	Programme greifen auf Netzwerkdienste zu. (z. B. Datei-, Drucker-, Nachrichtendienste) Der Datentransfer wird unter Berücksichtigung der Betriebssysteme geregelt. (z. B. unterschiedliche Dateinamenregeln)	Protokolle z. B. HTTP, FTP, SMTP Ein Gateway ermöglicht Kommunikation zwischen Netzwerken, die auf unterschiedlichen Protokollen basieren (z. B. Fax zu E-Mail, E-Mail zu SMS)
6	Darstellungsschicht (presentation layer)	Die Daten werden <ul style="list-style-type: none">○ übersetzt (in Binärcodes umgewandelt),○ komprimiert und eventuell○ verschlüsselt.	HTTPS (HyperText Transfer Protocol Secure) definiert SSL (Secure Sockets Layer) zwischen HTTP und TCP
5	Sitzungsschicht (session layer)	Es wird ermöglicht, zwei oder mehrere Clients zu einer Sitzung (session) zusammenkommen zu lassen. Auch hier wird der Datentransport geregelt. Ein Beispielprotokoll ist Telnet.	zur Verschlüsselung und Authentifizierung der Kommunikation zwischen Webserver und Browser

Protokolle, die im Internet verwendet werden, sind zum Beispiel

- HTTP oder HTTPS - Hypertext Transfer Protocol: Laden von Webseiten.
- FTP - File Transfer Protocol: Übertragen von Dateien.
- Für das Versenden von E-Mails werden folgende Protokolle verwendet:
 - SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) für das Senden von E-Mails.
 - POP3 (Post Office Protocol) für das Abholen (Empfangen) von E-Mails.
 - IMAP4 (Internet Message Access Protocol) für das Abholen oder Lesen von E-Mails.



2.5.1 Datennetze I

Lerninhalte 03 Die OSI-Schichten 5 bis 7

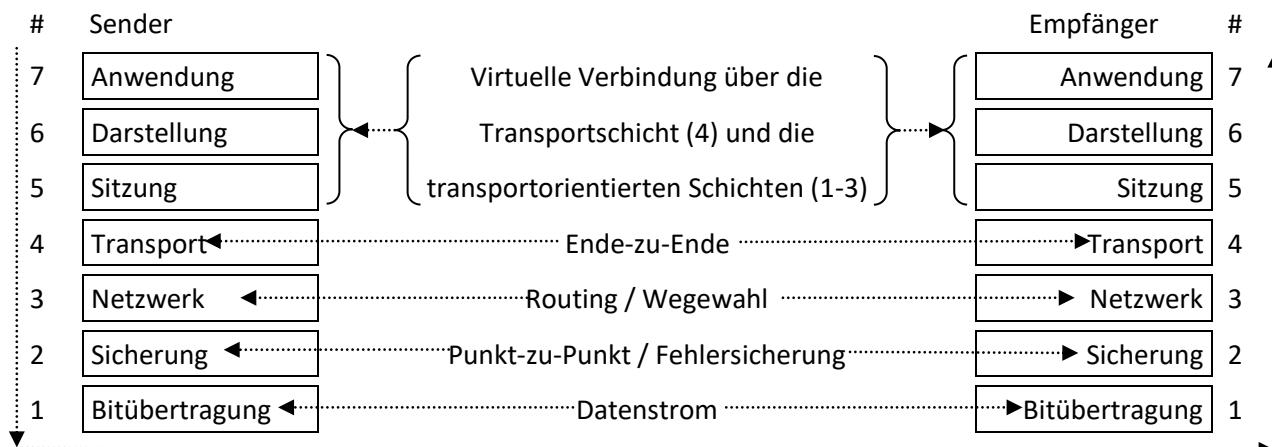
Bei der **IP-Telefonie** oder beim **Video-Streaming** ist es nicht tragisch, wenn einzelne Pakete verloren gehen. Wichtiger ist eine geringe Laufzeit. Deshalb werden Protokolle eingesetzt, die **nicht** (wie TCP) auf der OSI-Schicht 4 eine fehlerfreie Übertragung gewährleisten:

- Auf den OSI-Schichten 5 und 6 das Real-Time Transport Protocol (RTP bzw. SRTP) und
 - auf der OSI-Schicht 4 das User Datagram Protocol (UDP).
- Protokolle regeln unterschiedliche Teile des Kommunikationsvorgangs:
- Z. B. TCP/IP gewährleistet eine fehlerfreie *Datenübertragung*.
 - Z. B. die Protokolle HTTP oder SMTP bauen darauf auf und ermöglichen die Übermittlung von Anwendungsdaten wie beispielsweise Internetseiten oder E-Mails.

Auch an einem **Nachfolger für TCP** wird gearbeitet. Vielversprechend ist (Stand: August 2017) **Quick UDP Internet Connections (Quic)**. Hier würde die Datenübertragung auf der OSI-Schicht 5 gewährleistet und UDP als Transportprotokoll genutzt. Daraus würden einige Vorteile gegenüber TCP möglich, insbesondere:

- Schnellerer Verbindungsaufbau
- Höhere Geschwindigkeit durch Multiplexing, also paralleles Abarbeiten von Anfragen
- Verschlüsselung schon während des Verbindungsaufbaus

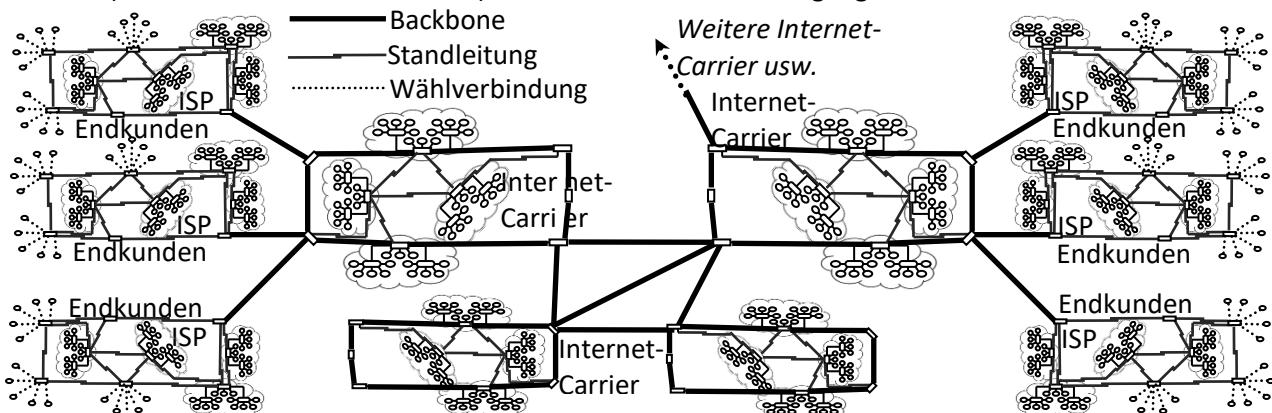
Der komplette Kommunikationsvorgang nach dem OSI-Modell sieht damit so aus:



Bei der Kommunikation nach dem OSI-Modell können sich also auf der Anwendungsebene zwei völlig unterschiedliche Teilnehmer miteinander verständigen, z. B. ein Smartphone mit einer Webcam.

Das Internet basiert auf der **vermaschten Struktur**. Natürlich sind hier nicht wahllos Netze durch Router miteinander verbunden. Vielmehr verfügen große Netzbetreiber (Internet-Carrier) über weitläufige Netze, die einen **Backbone** bilden (engl. für Rückgrat). Durch die Vernetzung aller Netze der Internet-Carrier entsteht das weltweite Netz (World Wide Web).

Provider (Internet Service Provider – ISP) verkaufen dann Internetzugänge an Endkunden:



A Bearbeite das Arbeitsblatt 16: Simulation von Netzwerken mit FILIUS III, Seite 1 – 3



2.5.1 Datennetze I

Lerninhalte 03 Die OSI-Schichten 5 bis 7

Routing im Internet

In Windows kann der Weg eines Pakets von dem eigenen PC zu einem Rechner im Internet mit dem Programm tracert.exe verfolgt werden.

Im Beispiel rechts wurde zweimal die Route zu Google ermittelt.

Dass sich der Zielrechner in den USA befindet, lässt sich aus den Angaben dieses Programms nicht direkt ablesen.

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:>tracert 74.125.39.103
Routenverfolgung zu fx-in-f103.google.com [74.125.39.103] über maximal 30 Abschnitte:
  1   3 ms    *      1 ms speedport.ip [192.168.2.1]
  2   43 ms   *      43 ms 217.0.118.152
  3   42 ms   *      41 ms 87.186.247.186
  4   41 ms   *      43 ms 217.239.37.166
  5   41 ms   *      41 ms 74.125.50.153
  6   43 ms   *      42 ms 66.249.94.88
  7   50 ms   *      47 ms 72.14.233.107
  8   48 ms   *      49 ms 209.85.254.116
  9   58 ms   56 ms  * 209.85.254.126
 10   49 ms   *      50 ms fx-in-f103.google.com [74.125.39.103]

Ablaufverfolgung beendet.

C:\Dokumente und Einstellungen\admin>tracert 74.125.39.103
Routenverfolgung zu fx-in-f103.google.com [74.125.39.103] über maximal 30 Abschnitte:
  1   1 ms    *      1 ms speedport.ip [192.168.2.1]
  2   42 ms   *      44 ms 217.0.118.152
  3   41 ms   *      41 ms 87.186.247.186
  4   41 ms   *      42 ms 217.239.37.166
  5   42 ms   *      42 ms 74.125.50.153
  6   43 ms   *      41 ms 66.249.94.86
  7   49 ms   *      104 ms 209.85.248.249
  8   48 ms   *      48 ms 209.85.254.118
  9   50 ms   *      54 ms 209.85.254.134
 10   50 ms   *      49 ms fx-in-f103.google.com [74.125.39.103]

Ablaufverfolgung beendet.
```

Auch im Internet stehen Angebote zur Verfügung, mit denen die Routen einzelner Pakete verfolgt werden können (Traceroute). Diese Angebote ermitteln mehr Informationen als das einfache Kommandozeilenprogramm von Windows. Allerdings ermitteln diese Werkzeuge nicht die Route vom eigenen PC sondern von dem Server, auf dem dieses Angebot genutzt wird.

Im Beispiel rechts (*Traceroute* unter <http://www.heise.de/netze/tools> (Stand: August 2017) sieht man, dass statt der IP-Adresse auch ein Hostname angegeben werden kann.

Google ist über mehrere Router an das Internet angebunden. Deshalb führt die Anfrage zu einer anderen IP-Adresse als im Beispiel oben.

Eine weitere Traceroute-Anfrage könnte z. B. zur Adresse 74.125.39.104 führen.

Ein Klick auf die IP-Adresse des Zielhosts führt zu einer *Whois-Abfrage*. Hier wird unter anderem der Standort des Internetanbieters ermittelt:

whois-Abfrageserver:	Automatisch	Allgemein einblenden
----------------------	-------------	----------------------

Gefundener whois-Eintrag von 74.125.39.99 :

```
Using server whois.arin.net.
Query string: "74.125.39.99"
...
StateProv: CA
PostalCode: 94043
Country: US
```

Die Traceroute-Funktionalität steht in verschiedenen Internetangeboten zur Verfügung, zum Beispiel auch unter <http://www.dnsstuff.com> (Stand: August 2017)

Traceroute-Ergebnisse (icmp) zu www.google.de:				
Hop#	IP	Hostname	Pings [ms]	avg [ms]
1	193.99.144.252		0,39 / 0,35 / 0,37	0,37
2	82.98.98.97	c101.f.de.plusline.net	0,61 / 6,99 / 0,97	2,86
3	80.81.192.108	de-cix10.net.google.com	1,58 / 0,87 / 0,83	1,09
4	209.85.255.172		1,23 / 1,54 / 80,71	27,83
5	209.85.254.116		1,58 / 1,68 / 1,49	1,58
6	209.85.254.126		1,66 / 11,92 / 2,66	5,41
7	74.125.39.99	fx-in-f99.google.com	1,53 / 1,40 / 1,39	1,44
8	74.125.39.99	fx-in-f99.google.com	1,52	1,52



2.5.1 Datennetze I

Lerninhalte 03 Die OSI-Schichten 5 bis 7

Um sich das Routing im Internet besser vorstellen zu können, ist die Darstellung der Standorte auf einer Landkarte gut geeignet.

Ein solches Angebot ist zum Beispiel unter der Adresse www.dnstools.ch/visual-traceroute.html verfügbar (Stand: August 2017).

Das Traceroute auf Karte ist ein Angebot der schweizerischen Firma sitepoint gmbh.

(<http://www.sitepoint.ch>)

Die Länderkennung .ch bedeutet lediglich, dass die Internetadresse in der Schweiz vergeben wurde.

Ein Rückschluss darauf, wo sich der Host tatsächlich befindet, ist damit nicht möglich.

Vielmehr steht der Host in Frankfurt am Main.

Das Paket wird zunächst innerhalb von Frankfurt geroutet und zum Schluss zu dem Rechner in Berlin weitergeleitet, auf dem das gesuchte Internetangebot gehostet wird.

Innerhalb des Internetauftritts

Der Firma sitepoint gmbh wird wiederum die Darstellung einer Landkarte aus Google Maps genutzt. Das bedeutet, dass von dieser Seite aus Daten von einem Server innerhalb der USA eingebunden werden.

Die Route der Daten von diesem Host können ebenfalls in einer Karte angezeigt werden.

Im Internet bleibt der Standort eines Hosts meist verborgen.

Dabei hat es weitreichende Konsequenzen, in welchem Land ein Internetangebot betrieben wird.

Das bezieht sich vor allem auf

- den Schutz personenbezogener Daten (Adresse, Bankverbindung oder Kreditkartendaten usw.),
- den Schutz des privaten PC vor Spionage und Sabotage und
- die Rechtmäßigkeit der Nutzung von Daten.





2.5.1 Datennetze I

Lerninhalte 03 Die OSI-Schichten 5 bis 7

Die OSI-Schichten 5 bis 7 im Internet

Das Domain-Name-System (DNS)

Menschen können sich Namen besser merken als die Zahlenkolonnen einer IP-Adresse. Deshalb wurde für Internetadressen das DNS als Internetdienst eingeführt.

Domain-Namen bestehen aus Namensteilen, die durch einen Punkt getrennt werden, z. B. www.google.de.

Das DNS wird zur **Auflösung** von Internetadressen in IP-Adressen benutzt. Man kann diesen Dienst mit einem Telefonbuch vergleichen:

Zu jeder Internetadresse ist eine IP-Adresse auf **Nameservern** im Internet gespeichert. Wenn ein Benutzer eine Internetadresse aufruft, sendet der PC eine Anfrage an den ihm bekannten **DNS-Server**. Der gibt die IP-Adresse zurück und der PC kontaktiert die zu dem Domain-Namen gehörende IP-Adresse.

Ein weiterer Vorteil der Verwendung dieses Dienstes ist, dass ein Internetauftritt problemlos auf einen Server mit einer anderen IP-Adresse umziehen kann: Die IP-Adresse ändert sich zwar, der Domain-Name kann aber bleiben.

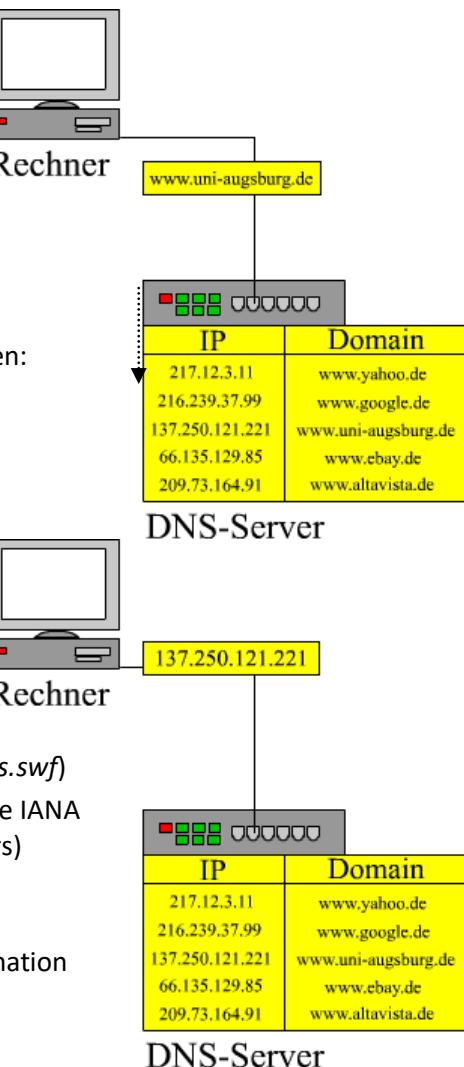
Beispiel: Die Internetadresse www.uni-augsburg.de wird aufgerufen.

(Flash-Animation vgl. .\251-materialien\animationen\prinzipien\dns.swf)

Domain-Namen werden von Organisationen vergeben, die durch die IANA bzw. ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers) autorisiert wurden. Diese Organisationen bilden die **Top-Level-Domains**. Jede Top-Level-Domain hat eigene Name-Server.

Z. B. für Domains unter .de ist die **DENIC** zuständig (Network Information Center). Beispiele für Top-Level-Domains:

Länder	Sachbereiche
au .. Australien	com .. Kommerzielle Unternehmen
at .. Österreich	edu .. Bildungseinrichtungen
de .. Deutschland	gov .. Regierungsstellen
fr .. Frankreich	net .. Netzwerke
it .. Italien	org .. Organisationen



Die Namensteile eines Domain-Namens sind von rechts beginnend hierarchisch angeordnet. Die Teile des Domain-Namens sind nicht eindeutig, wohl aber die gesamte Internetadresse:

Third-Level-Domains . Second-Level-Domains und Hostnamen . Top-Level-Domains
 Beispiele: www.uni-augsburg.de www.wikipedia.org

So kommen Internetadressen wie de.wikipedia.org zustande. Diese Adresse wurde keineswegs von der DENIC vergeben. Vielmehr ist sie unter dem Sachbereich *Organisationen* registriert.

Das „de.“ steht hier lediglich für eine Subdomain von wikipedia.org. Die Verwendung des „WWW.“ ist nicht zwingend erforderlich, wie manche Internettuser glauben.

Ähnlich wie man mit der Anweisung `tracert.exe` eine Route ermitteln kann, ermöglicht die Anweisung `nslookup.exe` die Zuordnung einer IP-Adresse zu der Domain. Damit kann überprüft werden, ob ein Server auch zu der Domain gehört, die er vorgibt. Das ist beispielsweise wichtig, wenn man einen zweifelhaften Link erhält.

A Bearbeite das Arbeitsblatt 16: Simulation von Netzwerken mit FILIUS III, Seite 4 (DNS)

```
C:\>nslookup www.heise.de
Server: Unknown
Address: fe80::1

Name: www.heise.de
Addresses: 2a02:2e0:3fe:1001:7
          193.99.144.85
```