

- Ein Netzwerkdienst ist ein Prozess, der unter einer Netzwerkadresse einen Dienst anbietet.
- Ein Klient, der die Netzwerkadresse kennt, kann einen bidirektionalen Kommunikationskanal zu dem Netzwerkdienst eröffnen und über diesen mit dem Dienst kommunizieren.
- Die Kommunikation wird durch ein Protokoll strukturiert, bei dem typischerweise Anfragen oder Kommandos auf dem Hinweg übermittelt werden und auf dem Rückweg des Kommunikationskanals die zugehörigen Antworten kommen.
- Wenn erst die Antwort gelesen werden muss, bevor die nächste Anfrage gestellt werden darf, wird von einem *synchronen* Protokoll gesprochen.
- Wenn mehrere Anfragen unmittelbar hintereinander gestellt werden dürfen, ohne dass erst die Antworten abgewartet werden, wird von *Pipelining* gesprochen. (Das hat nichts mit den Pipes aus dem vorherigen Kapitel zu tun.)

- Die beiden Kommunikationspartner müssen nicht miteinander verwandt sein.
- Sie müssen nicht einmal auf dem gleichen Rechner laufen.
- Da der Kommunikationskanal bidirektional ist, wird ein echter Dialog zwischen den beiden Prozessen möglich.
- Der Aufbau einer Verbindung ist jedoch schwieriger, da zunächst die Netzwerkadresse des gewünschten Partners ermittelt werden muss.

Wenn Dienste über das Netzwerk angeboten und in Anspruch genommen werden, ergeben sich viele Vorteile:

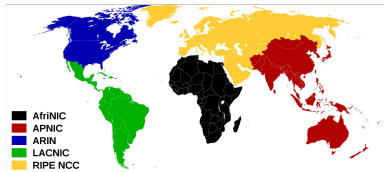
- ▶ Der Dienst kann allen offenstehen, und ein direkter Zugang zu dem Rechner, auf dem der Dienst angeboten wird, ist nicht notwendig.
- ▶ Viele Parteien können in kooperativer Weise einen Dienst gleichzeitig nutzen.
- ▶ Der Dienste-Anbieter hat weniger Last, da die Benutzerschnittstelle auf anderen Rechnern laufen kann.

- Der Kreis derjenigen, die auf einen Netzwerkdienst zugreifen können, ist möglicherweise ziemlich umfangreich (normalerweise das gesamte Internet).
- Somit muss jeder Netzwerkdienst Zugriffsberechtigungen einführen und überprüfen und kann sich dabei nicht wie traditionelle Applikationen auf die des Betriebssystems verlassen.
- Dienste, die gleichzeitig von vielen genutzt werden können, haben vielerlei zusätzliche Konsistenz- und Synchronisierungsprobleme, für die nicht jede Art von Datenhaltung geeignet ist.
- Netzwerke bringen neue Arten von Ausfällen mit sich, wenn eine Netzwerkverbindung zusammenbricht oder es zu längeren „Hängern“ kommt.

- Im Rahmen dieser Vorlesung beschäftigen wir uns vorwiegend mit TCP/IP, also dem verbindungsorientierten Protokoll des Internets. (Mehr zur Semantik später.)
- Im Internet gibt es zwei etablierte Räume für Netzwerkadressen: IPv4 und IPv6.
- IPv4 arbeitet mit 32-Bit-Adressen und ist seit dem 1. Januar 1983 in Benutzung.
- Da der Adressraum bei IPv4 seit 2011 weitgehend ausgeschöpft ist, gibt es als Alternative IPv6, das mit 128-Bit-Adressen arbeitet.
- Im Rahmen dieser Vorlesung beschäftigen wir uns nur mit IPv4.
- Eine IPv4-Adresse (das gilt auch für IPv6) adressiert nur den Rechner, auf dem der Dienst läuft. Der Dienst selbst wird über eine Portnummer (16 Bit) ausgewählt.
- Ein Netzwerkdienst wird also z.B. über eine IPv4-Adresse und eine Port-Nummer adressiert.

```
clonard$ telnet 134.60.54.12 13
Trying 134.60.54.12...
Connected to 134.60.54.12.
Escape character is '^]'.
Mon Jun 14 11:03:16 2010
Connection to 134.60.54.12 closed by foreign host.
clonard$
```

- 134.60.54.12 ist eine IPv4-Adresse in der sogenannten *dotted-decimal*-Notation, bei der durch Punkte getrennt jedes der vier Bytes der Adresse einzeln dezimal spezifiziert wird.
- 134.60.54.12 ist also eine lesbarere Form für 2252092940.
- 13 ist die Port-Nummer des *daytime*-Dienstes.
- Die Port-Nummer ist nicht zufällig. Die 13 ist explizit von der IANA (*Internet Assigned Numbers Authority*) dem *daytime*-Dienst zugewiesen worden.



Karte von Dork und Sémhur auf Wikimedia Commons, CC-BY-SA 3.0

- Die IANA teilt den globalen IPv4-Adressraum auf einzelne lokale Institutionen, den sogenannten *Regional Internet Registries*.
- ARIN ist zuständig für Amerika, RIPE für Europa, den Mittleren Osten und Zentralasien, APNIC für Asien, Australien und Ozeanien, AfriNIC für Afrika und LACNIC für Lateinamerika einschließlich Teile der Karibik.
- Die Universität Ulm hat seit 1989 den Adressbereich *134.60.0.0/16*.

```
theon$ curl -s http://www.iana.org/assignments/ipv4-address-space/ipv4-address-space.txt |
> sed 's/ */ /g' | grep '^ 134'
 134/8 Administered by ARIN 1993-05 whois.arin.net https://rdap.arin.net/registry LEGACY
theon$ whois -h whois.arin.net 134.60.66.7
[...]
NetRange:      134.58.0.0 - 134.61.255.255
CIDR:          134.60.0.0/15, 134.58.0.0/15
NetName:       RIPE-ERX-134-58-0-0
NetHandle:     NET-134-58-0-0-1
Parent:        NET134 (NET-134-0-0-0-0)
NetType:       Early Registrations, Transferred to RIPE NCC
OriginAS:
Organization:  RIPE Network Coordination Centre (RIPE)
RegDate:       2003-11-26
Updated:       2003-11-26
Comment:       These addresses have been further assigned to users in
Comment:       the RIPE NCC region. Contact information can be found in
Comment:       the RIPE database at http://www.ripe.net/whois
[...]
theon$ whois -h whois.ripe.net 134.60.66.7
[...]
inetnum:       134.60.0.0 - 134.60.255.255
netname:       UNI-ULM
descr:         Ulm, Germany
country:       DE
[...]
route:         134.60.0.0/16
descr:         UNI-ULM
origin:        AS553
[...]
```


- Für Rechnernamen wie *theon.mathematik.uni-ulm.de* können über hierarchisierte Domain-Server die zugehörigen IP-Adressen abgefragt werden.
- Die Abfrage beginnt zuerst bei einem der 13 sogenannten Root-Server, die weltweit verteilt sind und deren IP-Adressen jedem Domain-Server bekannt sind.
- Einer davon ist *198.41.0.4*. Dieser verrät, welche Nameserver für die Top-Level-Domain *de* zuständig ist.
- Einer davon ist *194.0.0.53*. Dieser verrät, welche Nameserver für *uni-ulm.de* zuständig sind.
- Einer davon ist *134.60.1.111*, der sogleich in der Lage ist, diesen Namen vollständig aufzulösen und die *134.60.66.7* zurückzuliefern.