

IP

Internet Protokoll

Adressierung und Routing fürs
Internet

von Stephan Senn

Inhalt

- Orientierung: Die Netzwerkschicht (1min)
- Aufgabe des Internet Protokolls (1min)
- Header eines Datenpakets (1min)
- Fragmentierung und Assembling (1min)
- Adressierung (5min)
 - Aufbau der Adressen
 - Subnetze und Netzmasken
- Routing (5min)
 - Aufgabe
 - Routing-Verfahren
 - Beispiel
- Probleme mit IPv4 (für spätere Diskussion)

Die Netzwerkschicht

- Das IP entspricht im ISO/OSI-Modell der Netzwerkschicht.
- Merke:
 - Keine Flusskontrolle möglich!
 - Keine Fehlerkorrektur der Daten möglich!
 - ICMP: Fehlererkennung nur im Rahmen der Netzwerkschicht! Betrifft nur den Internet Header und nicht die eigentlichen Daten!
 - Kein automatisch erneutes Senden von fehlerhaften Daten!

ISO/OSI-Modell	Standard-Internet-Protokollarchitektur
Application Layer	Application Layer
Presentation Layer	
Session Layer	
Transport Layer	TCP / UDP
Network Layer	IP / ICMP
Datalink Layer	Link Layer
Physical Layer	

IP: Internet Protocol

ICMP: Internet Control Message Protocol

TCP: Transmission Control Protocol

UDP: User Datagram Protocol

Aufgabe des Internet Protokolls

- Hauptaufgabe: Datenpakete an Subnetze weiterleiten
- Jetzige Version: IPv4 (seit 1980)
- IP Next Generation (IPng): IPv6
- Stellt zwei grundlegende Funktionen zur Verfügung:
 - Adressierung:
 - Prinzip der Adressvergabe
 - Systematisches Auffinden von Adressen im Netz
 - Fragmentierung:
 - ‚Aufsplittung‘ eines Datenpakets in kleinere Datenpakete
 - Anschliessendes Assembling (Zusammenfügen) der Datenpakete

Internet Header

Next-Level-Protokolle

Internet Header Length

Für Fragmentierung und Assembling

Version	IHL	Type of Service	Total Length	
Identification			Flags	Fragment Offset
Time to Live	Protocol		Header Checksum	
Source Address				
Destination Address				
Options				Padding

„Selbsterstörungsmechanismus“:
Beschreibt die Lebensdauer eines Datenpakets im Netz

Dienste zur Beeinflussung der Übertragungsqualität:
Verzögerung, Durchsatz, usw.

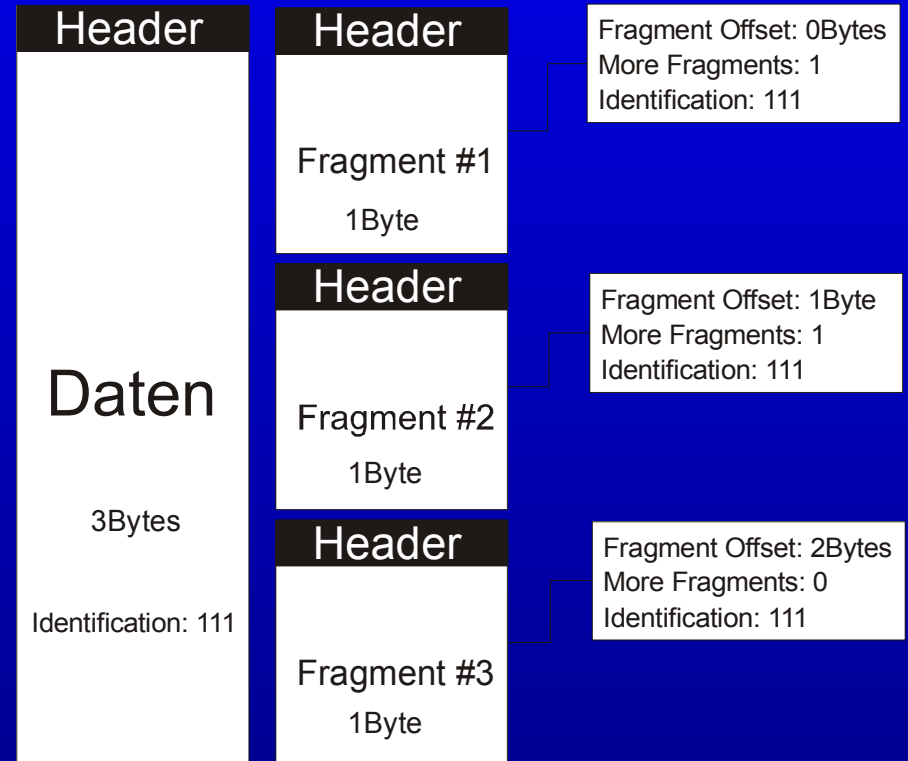
Optionen: variables Feld
Route-Tracking, Sicherheitsaspekte, usw.

Ausgleichsfeld: variables Feld
Internet Headers müssen ein Vielfaches von 32Bits sein.



Fragmentierung

- Datenpakete werden in Fragmente aufgeteilt.
- Übertragungskanal beeinflussen: Für das Zusammenspiel von schwachen und starken Netzen untentbehrlich!
- Merke:
 - Jedes Fragment enthält wiederum einen Header!
 - Fragment Offset als Angabe für die Reihenfolge!
 - Eindeutige Kennung mit Identification!



Adressierung

Die Internetadresse

- Jede Internetadresse besteht aus vier Zahlen von 0 bis 255 (1Byte).
z.B. 129.132.200.35
- Sie hat eine Länge von 32Bits (4Bytes).
- Aufbau jeder Internetadresse:



Adressklassen

- Es gibt drei Adressklassen:

Klasse	Präfix	Netzadresse	Anzahl Netzadressen	Hostadresse	Anzahl Hostadressen
A	0	7Bits	126	24Bits	16777214
B	10	14Bits	16382	16Bits	65534
C	110	21Bits	2097150	8Bits	254

Klasse	von	bis	feste Bitstellen
A	1.0.0.0	126.0.0.0	00000000.00000000.00000000.00000000
B	128.0.0.0	191.255.0.0	10000000.00000000.00000000.00000000
C	192.0.0.0	223.255.255.0	11000000.00000000.00000000.00000000

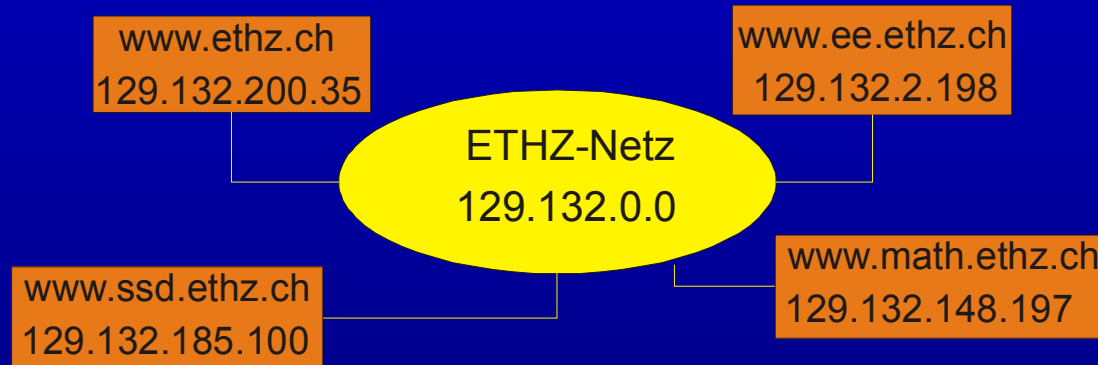
Welche Adressklassen sind für welche Netzwerke?

- Klasse A: für grosse Netzwerke mit vielen Hosts
- Klasse B: für mittlere Netzwerke mit einer mittleren Anzahl Hosts
- Klasse C: für kleine Netzwerke mit einer geringen Anzahl Hosts

Beispiel: ETH-Netz

- Mit dem Befehl ping [URL] kann die Internetadresse ermittelt werden.

z.B. ping www.ee.ethz.ch



Subnetze bilden

- Anwendung: ein Netz von einem anderen Netz abgrenzen, Teilnetze bilden
- Nur Hosts mit einer spezifischen Netzkennung werden im Netz erlaubt.
z.B. nur 149.76.6.X
- Netzmaske für verschiedene Adressklassen:

Klasse	Netzmaske	Netzmaske in Binärform
A	255.0.0.0	11111111.00000000.00000000.00000000
B	255.255.0.0	11111111.11111111.00000000.00000000
C	255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000

Subnetze bilden (2)

- Vorgehen:

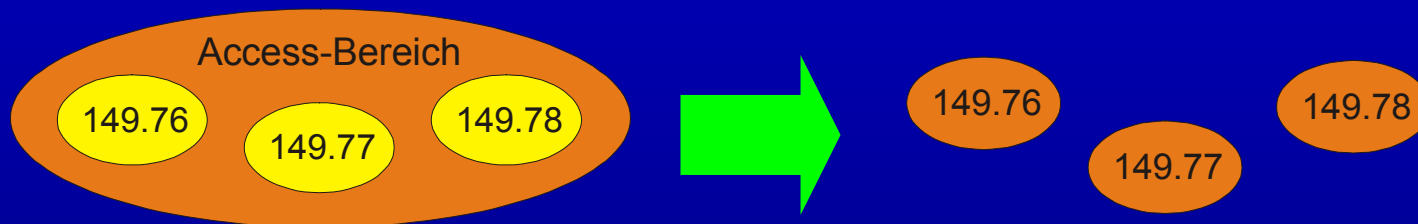
Bitweise Addition der Internetadresse mit der Netzmaske

Internetadresse	149.76.6.4	10010101.01001100.00000110.00000100
Maskierung	255.255.0.0	11111111.11111111.00000000.00000000
AND	149.76.0.0	10010101.01001100.00000000.00000000

- Ziel: *Netzadresse ,herausstanzen‘.*

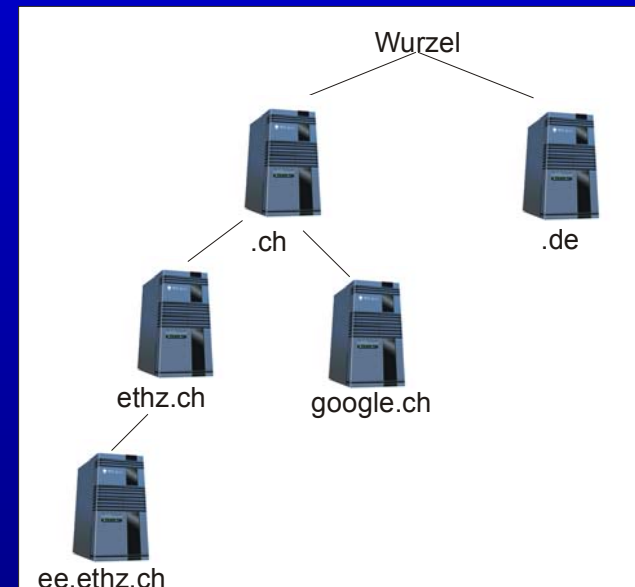
Beispiel: Subnetze bilden

- **Aufgabe:** *Eine Firma besitzt drei grosse Abteilungen A, B und C mit den Netzadressen 149.76, 149.77 und 149.78 (Adressklasse B). Die einzelnen Abteilungen werden als Subnetze geföhrt; d.h. ein Host aus der Abteilung A kann nicht mit einem Host der Abteilung B kommunizieren. Die Subnetzmaske lautet dann: 255.255.0.0.*



Symbolische Internetadressen

- Numerische Internetadresse: 129.132.200.35
- Symbolische Internetadresse: www.ethz.ch
- Domain: Bereich eines Netzes
z.B. .ch, .li, .ethz.ch, .google.ch
- ‚Alias-System‘
- Query-Abfrage auf einer globalen Datenbank (Baumstruktur)
- Domain Name System (DNS)



Routing

Was ist Routing?

- Definition: Datenpakete von einer Quelladresse zur richtigen Zieladresse führen
- Merke:
 - Ein Datenpaket enthält keine Informationen, wie es zum Ziel gelangt!
 - Aus der Sicht der Datenpakete: Es gibt keine vordefinierten Pfade!
 - Routing: betrifft Network-Layer (IP-Adresse)
 - Switching: betrifft Link-Layer (MAC-Adresse)

Was ist ein Router?

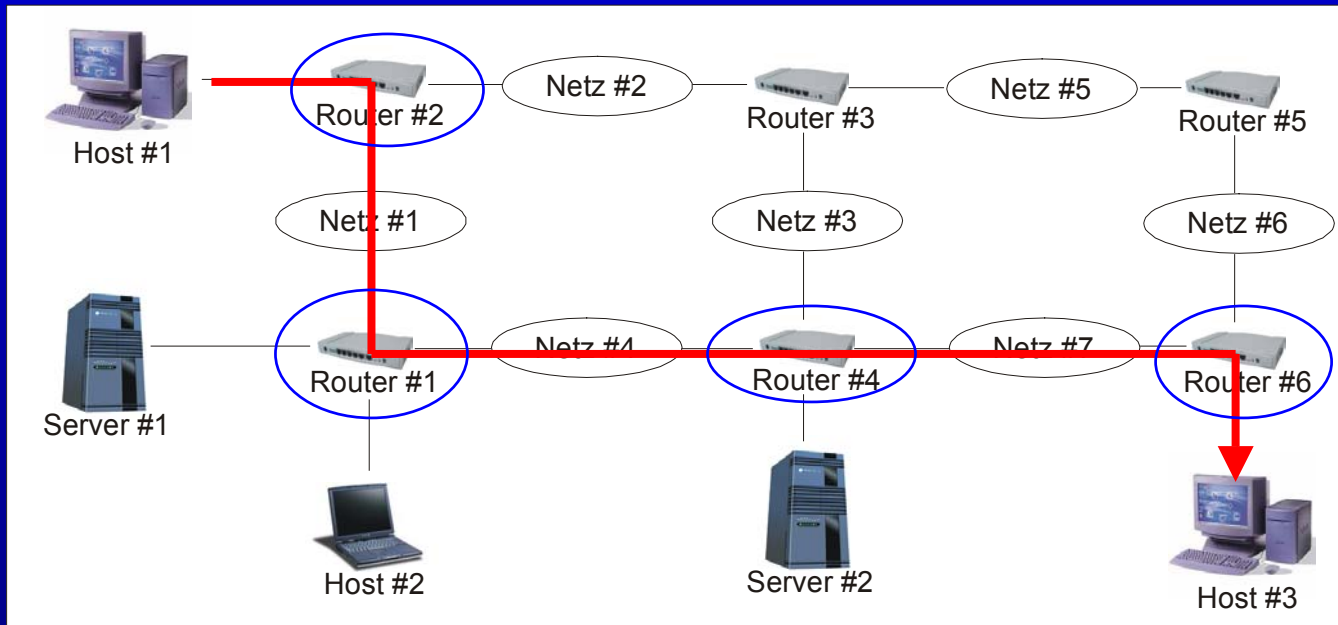
- Definition: Gerät, bestehend aus Link- und Network-Layer, das für das Routing zuständig ist
- Router:



Beispiel: Router im Netz

- Beispiel:

Host #1 will ein Datenpaket nach Host #3 schicken!



Routing-Verfahren

- Es gibt mehrere Routing-Konzepte mit spezifischen Routing-Verfahren, die in Protokollen beschrieben sind:
 - *Distanz-Vektor-Routing*: z.B. Routing Information Protocol (RIP)
 - *Link-State-Routing*: z.B. Open Shortest Path First (OSPF)
- Es werden Routing-Tabellen verwendet.
- Border Gateway Protocol (BGP): Grundrouting-Protokoll, das die Kommunikation zwischen den einzelnen Routing-Protokollen gewährleistet.

Statisches und dynamisches Routing

- Statisches Routing: *Netztopologie oder Teile daraus zu Beginn bekannt, kein Hinzufügen von Netzkomponenten während der Laufzeit möglich!*
- Dynamisches Routing: *kein Vorwissen über die Netztopologie nötig, Erkennen der Netztopologie zur Laufzeit (dynamisch)*

Routing-Tabellen

- Grundfrage des Routers: An wen leite ich meine Daten weiter?
- Inhalt der Routing-Tabellen:
 - Beschreibung der gesamten Netztopologie oder Teile daraus, je nach Routing-Verfahren
 - Unterschiedliche Verfahren zur Beschreibung von Netzen: Zeitmessung (z.B. Hello-Protokolle), Distanzangaben (z.B. Hops), u.a.
 - Zusätzliche Informationen (Routing-Metriken): Durchsatz, Verzögerung, Zuverlässigkeit, finanzielle Kosten, usw.
- Grundkonzept: zyklischer Austausch der Routing-Tabellen zur Laufzeit (Informationsaustausch)

Routing-Tabellen

- So könnte etwa eine Routing-Tabelle eines Routers aussehen:

Netz	Hops	Router	Host/Server	Hops	Router
#1	0	-	Host #1	0	-
#2	0	-	Host #2	1	#1
#3	1	#3	Host #3	3	#1
#4	1	#1	Server #1	1	#1
#5	1	#3	Server #2	2	#1
#6	2	#2			
#7	2	#1			

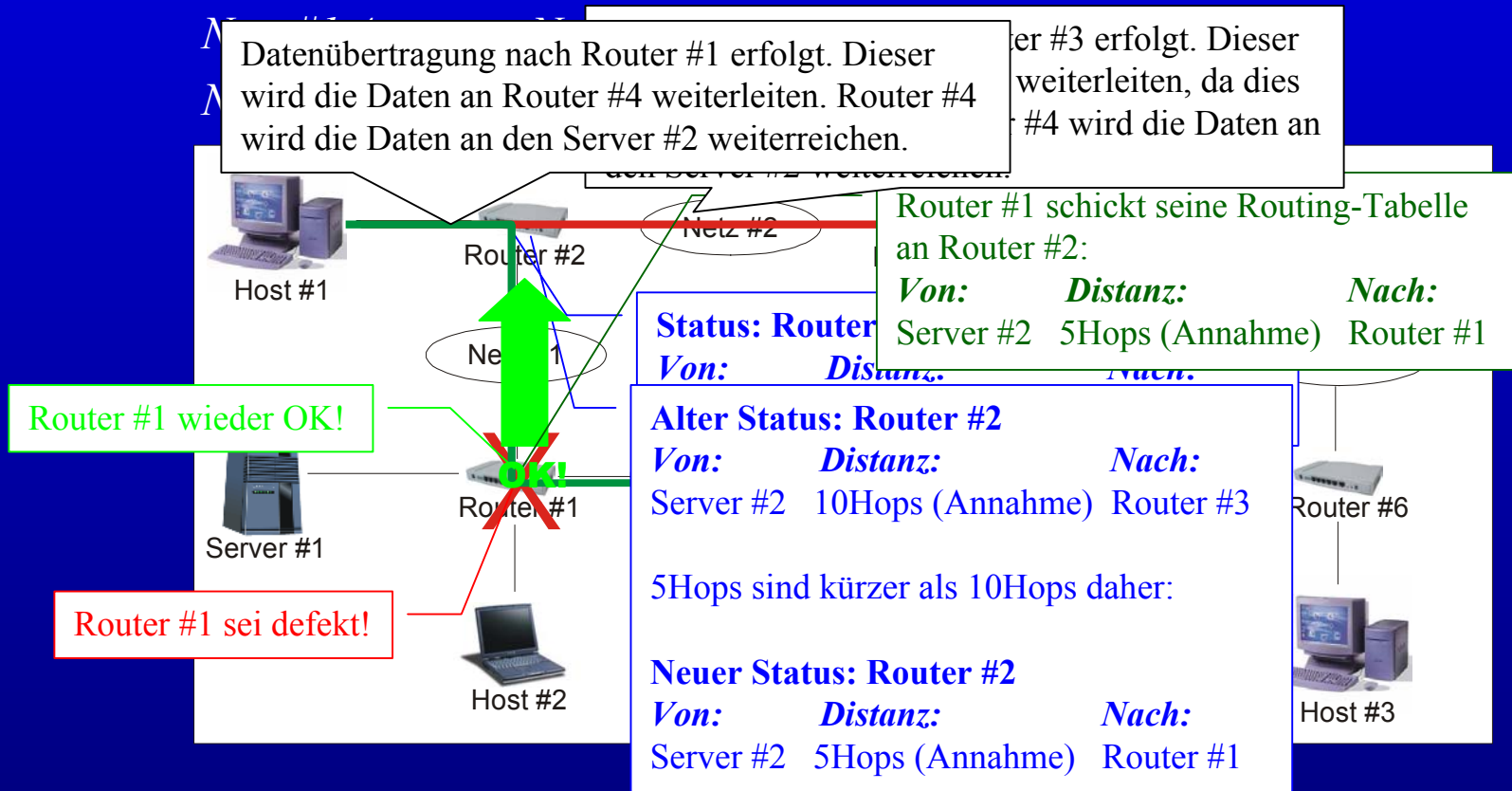
Distanzangaben: Ist dies die kürzeste Distanz? Gibt es eine kürzere Verbindung? Was sagen die erhaltenen Routing-Tabellen der anderen Router?

An welchen Router muss ich die Daten weiterleiten?

Wo soll das Datenpaket hin?

Beispiel: Routing

- Aufgabe: Host #1 möchte Daten an Server #2 schicken.



Probleme mit IPv4

- Ausgehende Internet-Adressen
- Unterschiedliche Datenstrukturen
- Sicherheitsaspekt
- Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)

Fragen...



**Vielen Dank für eure
Aufmerksamkeit!**