

Gruppenkommunikation im Internet: IP Multicast

1. Motivation: Warum Gruppengespräche
2. IP-Multicasting
3. Adressierung
4. Das Internet Gruppen-Managementprotokoll
5. Multicast Programmierschnittstellen



Zum Inhalt

Gruppenkommunikation ist ein wichtiger Baustein für gerade für aktuelle Anwendungen – und wird je effizienter, je niedriger ihre Realisierungsschicht im Netzwerk ist.

Dieses Kapitel ist Multicast auf der Internet-Schicht gewidmet. Hierfür betrachten wir zunächst das „Host-Group Modell“. Elementare Verteil-szenarien sowie die Client-Netzwerk-Signalisierung folgen. Schließlich lernen wir noch die Programmierschnittstelle für IP Multicast kennen.

Das zugehörige Kapitel im Tannenbaum ist 5.6, Meinel/Sack behandelt das Thema nicht explizit.



1. Motivation

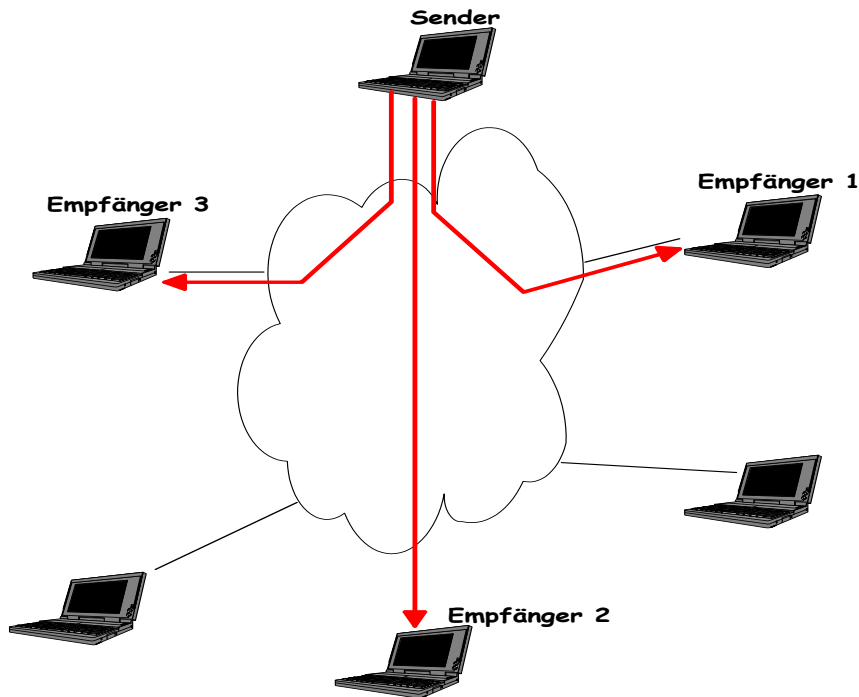
Gruppenkommunikation wird benötigt für:

- Content Broadcasting (➔ IPTV ...)
 - Voice und Video Konferenzen
 - Kollaborative Umgebungen
 - Spiele (➔ massive multiplayer online games)
 - Selbstorganisation verteilter Systeme
 - ...
- ➔ Skalierbare Kommunikationsformen werden gebraucht, um Daten parallel (gleichzeitig) zu verteilen

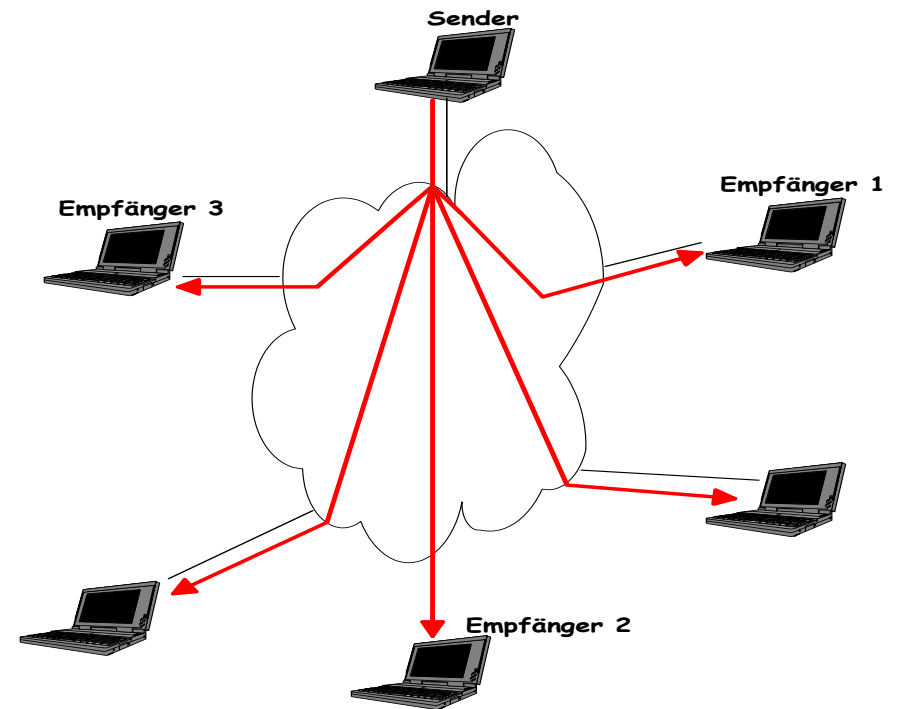


1. Ineffektive Gruppenkommunikation

Unicast

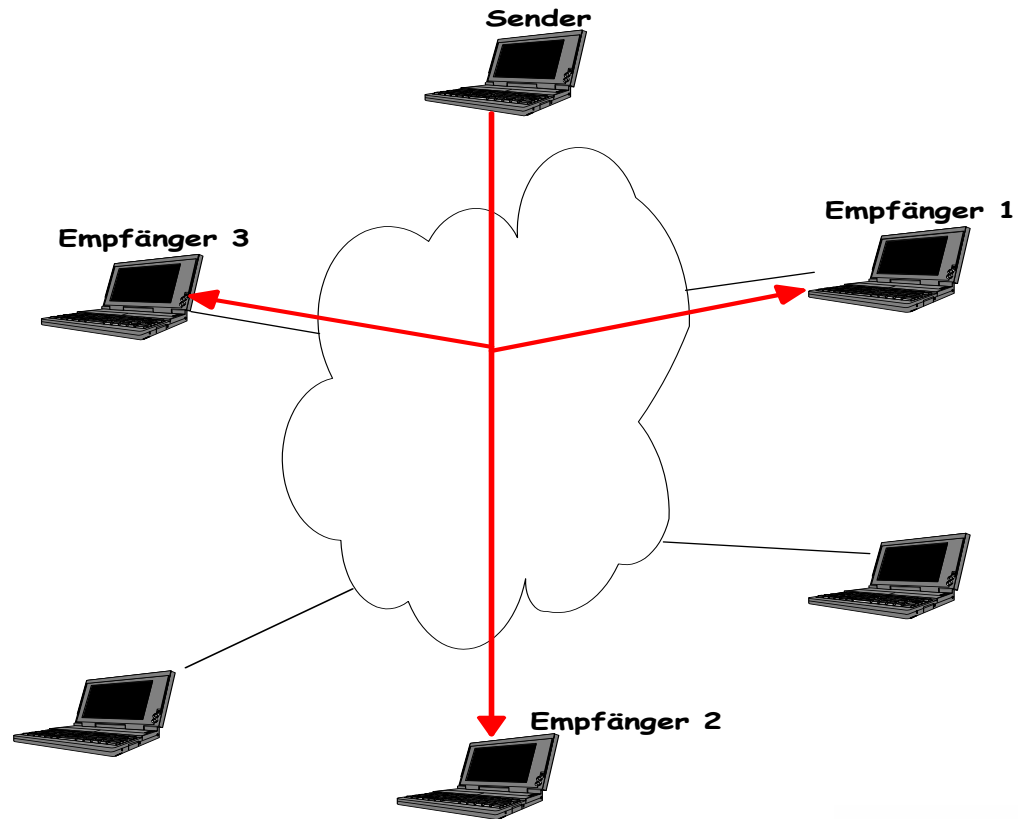


Broadcast



1. Effektive Gruppenkommunikation

Multicast



1. Gruppenkommunikation ist anders

Klassische TCP/IP Kommunikation:

- ▶ Client/Server Prinzip
- ▶ Individuelle Kommunikationskanäle
 - ▶ Initiiert vom Client
 - ▶ Server antwortet clientspezifisch
 - ▶ Server spricht auf mehreren Punkt-zu-Punkt Verbindungen
- ▶ Ausnahme für unspezifische Nachrichtenvermittlung:

Broadcasts



1. Beispiele für Gruppenkommunikation

IRC – Client-to-Client Kommunikation via Server

NTP – viele Clients fragen einen Server

Routing (RIP) – Gruppenverteilung der Routingtabellen

Multisource Webpage – ein Client fragt viele Server

Internet Server Farm – ein Client fragt einen
,von vielen` Servern



1. Kommunikationstypen

Unicast – TCP/IP Standardkanal

Broadcast – ein Sender an alle Teilnehmer des Subnetzwerks

Concast – ein Empfänger einer Gruppe von Sendern

Multicast – ein Sender an eine Gruppe von Empfängern

Multipeer – eine Sendergruppe an eine Empfängergruppe

Anycast – Kommunikationspartner (Unicast) wird aus einer Gruppe heraus selektiert



2. IP Multicasting

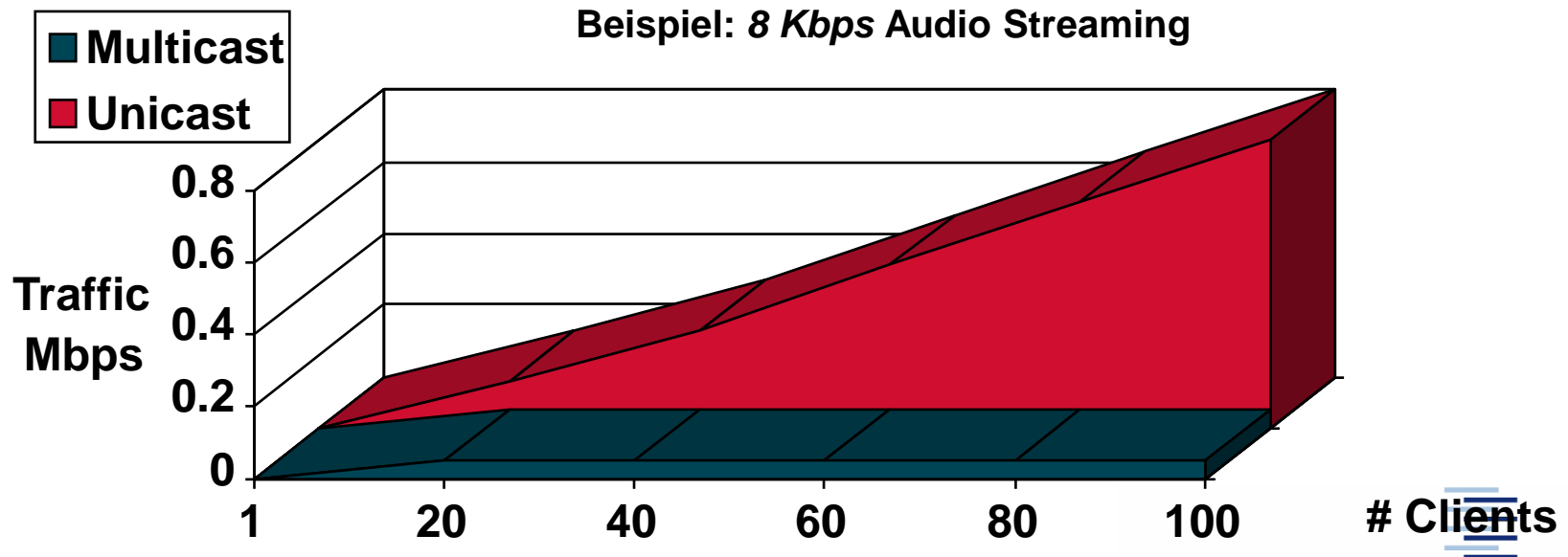
Verfahren zur Übertragung von IP Datagrammen an Host-Gruppen

- Ursprünglich: RFC 1112 (S. Deering u.a., 1989)
- Adressiert eine Rechnergruppe unter *einer* Gruppenadresse
- Zwei Multicast-Arten:
 - Any Source Multicast (ASM)
 - Source Specific Multicast (SSM)
- Client Protokoll zur Gruppenregistrierung (IGMP/MLD)
- Vermittlung im Internet (Multicast Routing)
- Adressübersetzung in Layer 2



2. Eigenschaften von IP Multicasting

- Verhindert redundanten Netzverkehr
- Reduziert Netzwerk- und Serverlast

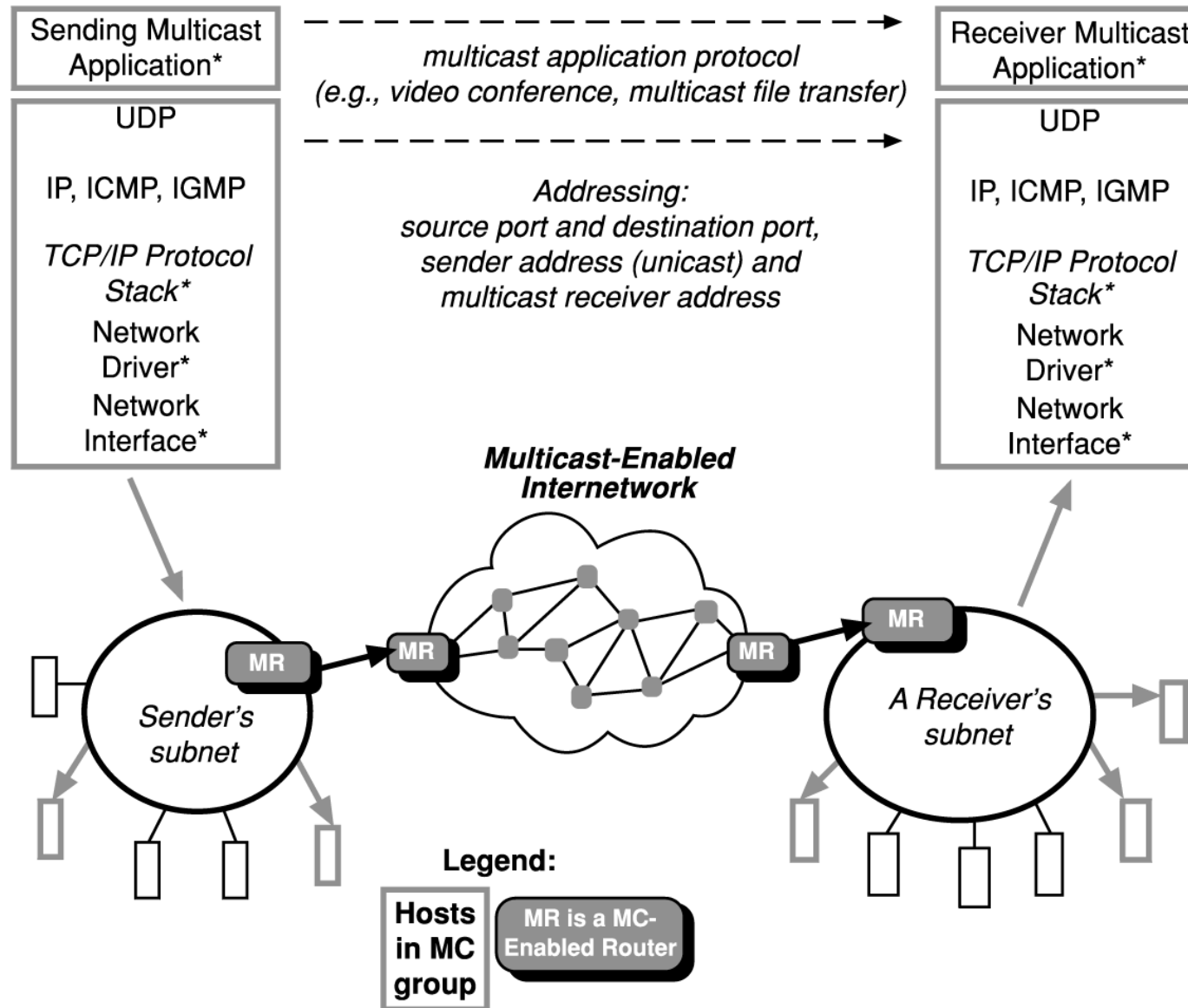


2. Eigenschaften von IP Multicasting (2)

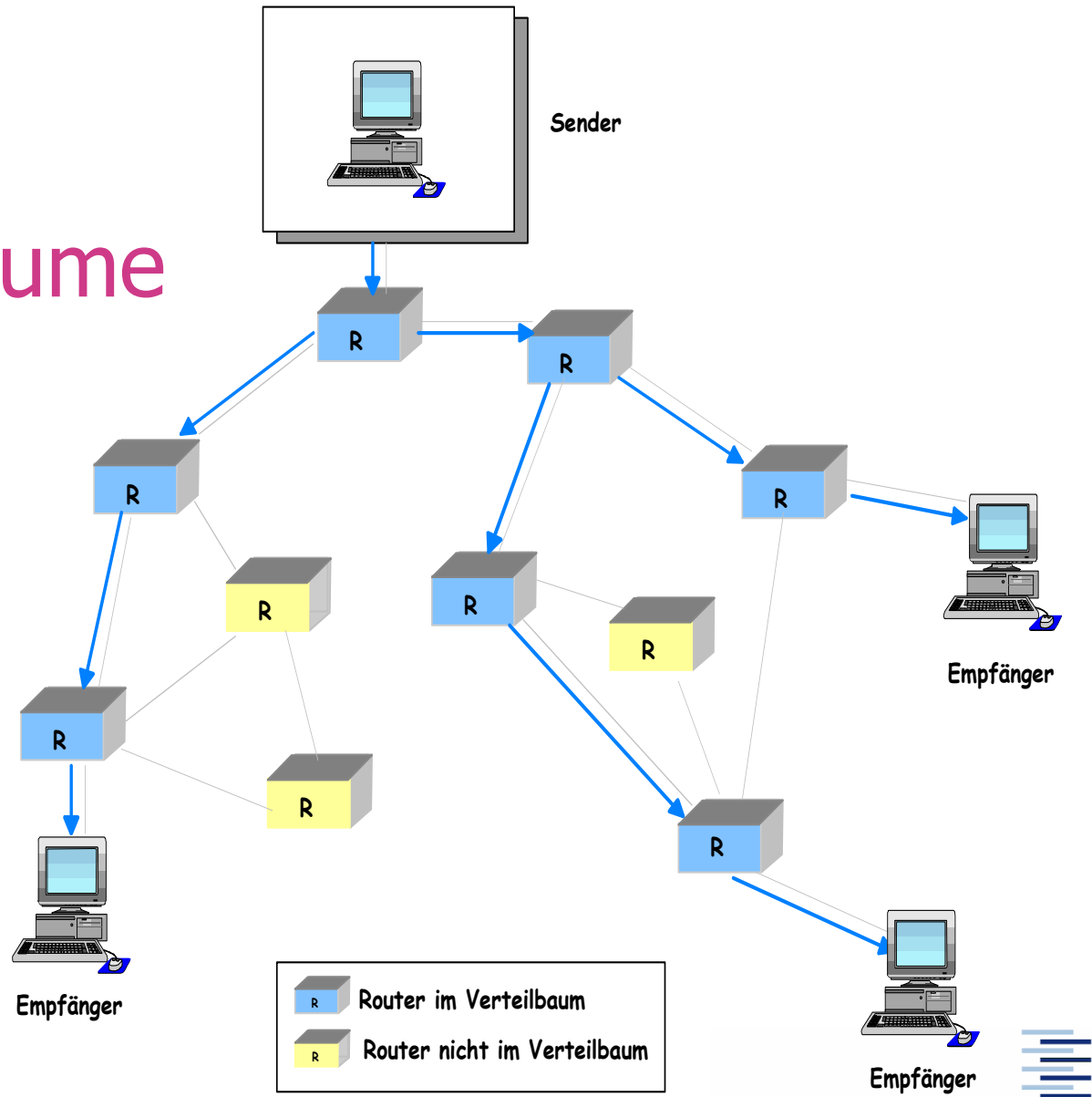
- Ermöglicht Datenzustellung an verteilte, dem Sender unbekannte Empfängergruppen (multipoint access)
- Folgt dem Publish-Subscribe Prinzip
- Nutzt UDP als Transportprotokoll, Best Effort Vermittlung
- Sicherung und Flusskontrolle ggf. auf Anwendungsebene
- Keine geschlossenen Gruppen / Zulassungsbeschränkung
- Weitere **ASM** Eigenschaften:
 - Keine Beschränkung von Sendern
 - Empfang von den Empfängern unbekanntem Sendern
- Dagegen sind **SSM** Eigenschaften:
 - Explizite Auswahl von Sendern, Quellfilter bei Routern und Hosts



2. Multicast Netzwerk



Multicast Routing: Verteilbäume



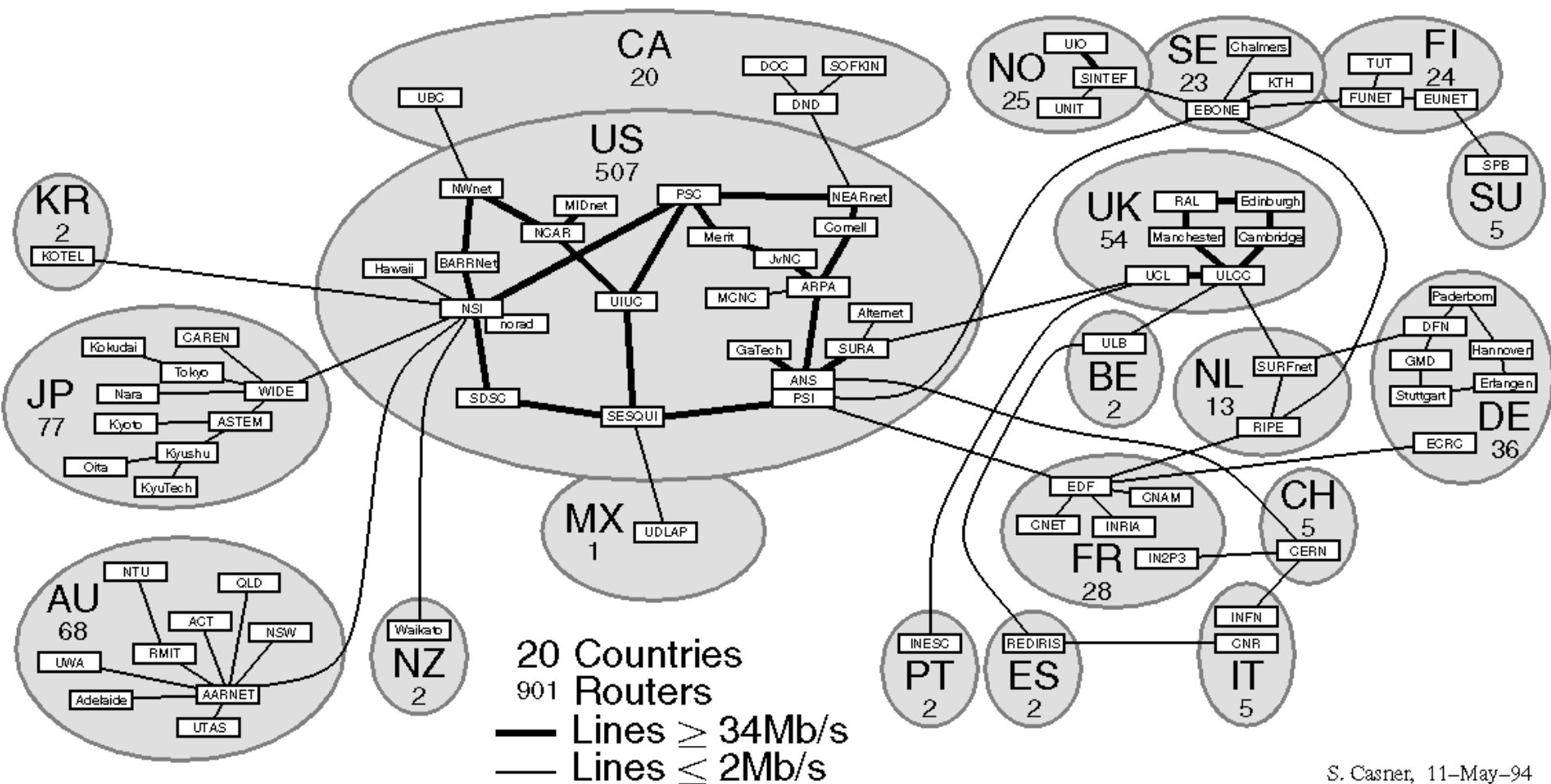
2. Anwendungen von IP Multicasting

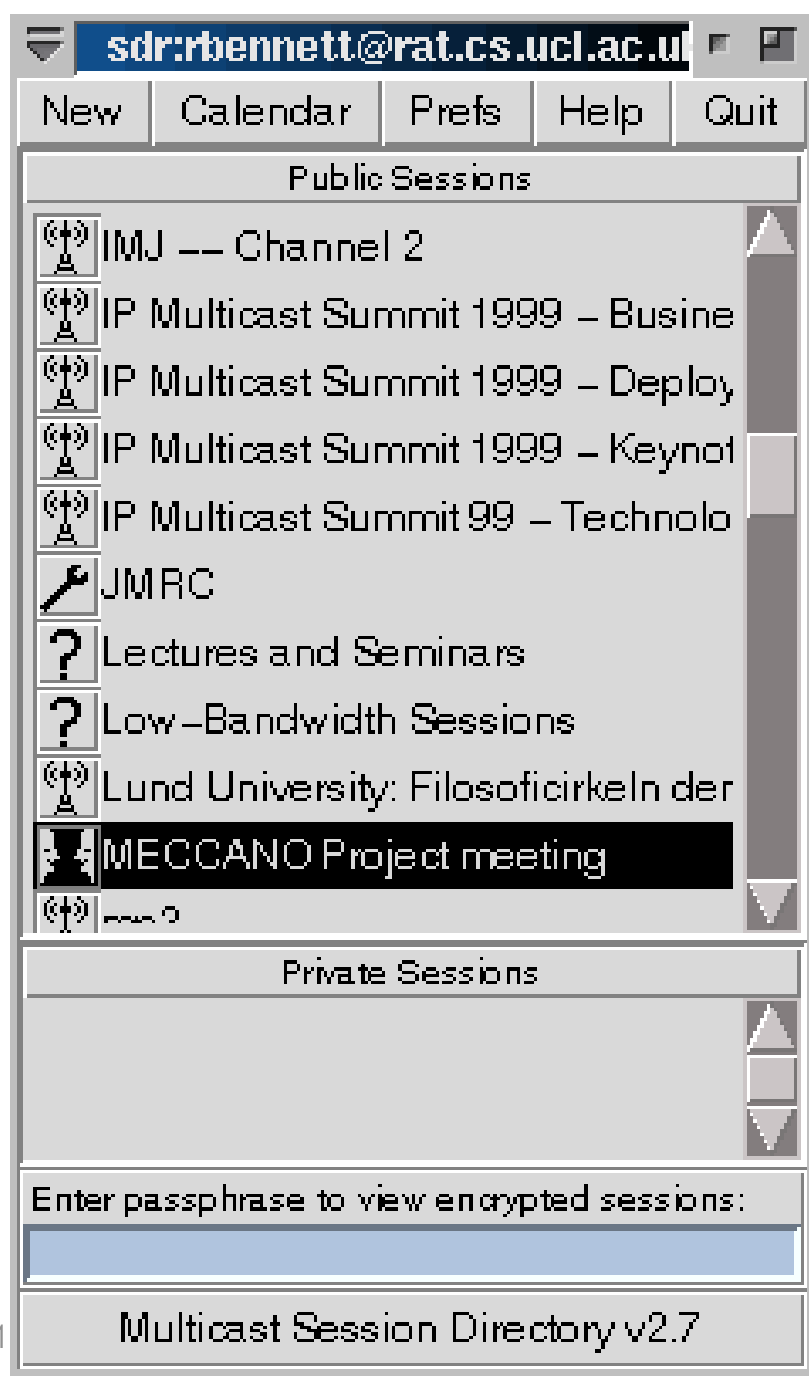
- ▶ Multimedia
 - ▶ Streaming video and audio (broadcasting)
 - ▶ Teleteaching
 - ▶ Conferencing
 - ▶ Spiele
- ▶ Selbstkonfiguration & Replikation
- ▶ Finanzinformationsdienste (Kursticker,...)
- ▶ Netzwerkinformationsdienste
- ▶ Beliebige Datenverteilungsdienste (Pusch Apps)



2. Erstes globales Deployment: MBONE

Major MBONE Routers and Links





Beispiel:

Mbone-Tools

SDR



Beispiel: Mbone-Tools Rendez-Vous

The screenshot displays the 'Rendez-Vous' application window. At the top, there is a menu bar with 'File', 'Windows', and 'Help'. Below the menu bar, there are icons for 'Statistics' and 'General setup', and an 'Output Volume' slider set to 0. The main interface is divided into several sections:

- Transmission:** Shows 'Audio' at 0 bit/s and 'Video' at 'High Q (H261 Q75 CIF 25fps)'. A dropdown menu shows 'User Q (see setup)'.
- Active users:** A central area displaying video feeds of participants. The largest feed shows a person in a white shirt with a 'FUN TV' logo in the background. Other smaller feeds include a 'No Video' icon, a person with glasses (Laurent GAUTIER), and a person in a dark shirt (Frank Lyonnet).
- Participant Controls:** Each video feed has a control bar with icons for mute, zoom, eye (visibility), and volume.



3. Multicast Adressierung

- Bezeichnen delokalisierte Rechnergruppe
- IPv4 Multicast Gruppenadressen
 - 224.0.0.0–239.255.255.255
 - Class "D" Adressraum
 - Sonderbereich **SSM**: 232.*.*.*
- IPv6: Adressen mit Gültigkeitsbereich (scoped mcast addresses)
 - FF00::/8
 - Sonderbereich **SSM**: FF3x::/32
- Permanente Adressen werden von IANA vergeben
 - RFC 1700: Zugewiesene Adressen
 - <http://www.iana.org/assignments/multicast-addresses> verzeichnet die reservierten Multicastadressen
- Dynamische Adressen
 - unabhängig vom lokalen IP-Adressraum



3. Internet-Adressklassen



=> max. 16.777.216 Hosts, IP-Adresse 1.x.y.z bis 127.x.y.z



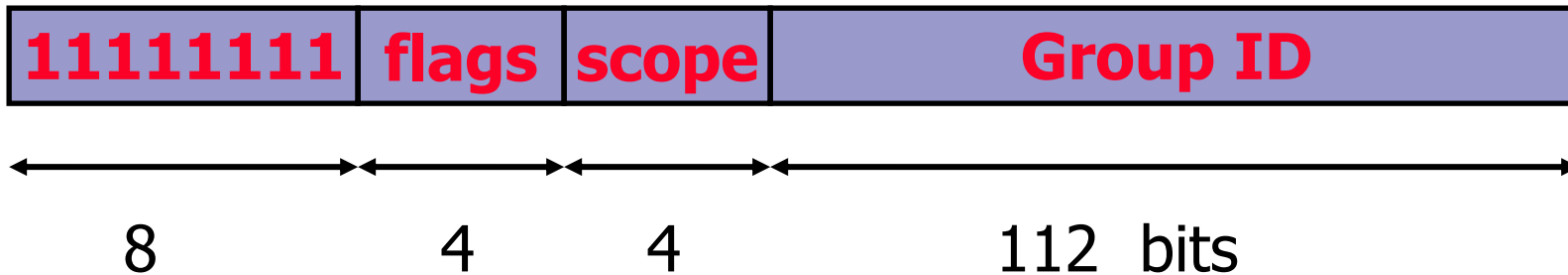
=> max. 65.536 Hosts, IP-Adresse 128.x.y.z bis 191.x.y.z



=> max. 255 Hosts, IP-Adresse 192.x.y.z bis 223.x.y.z



3. IPv6 Multicast Addresses

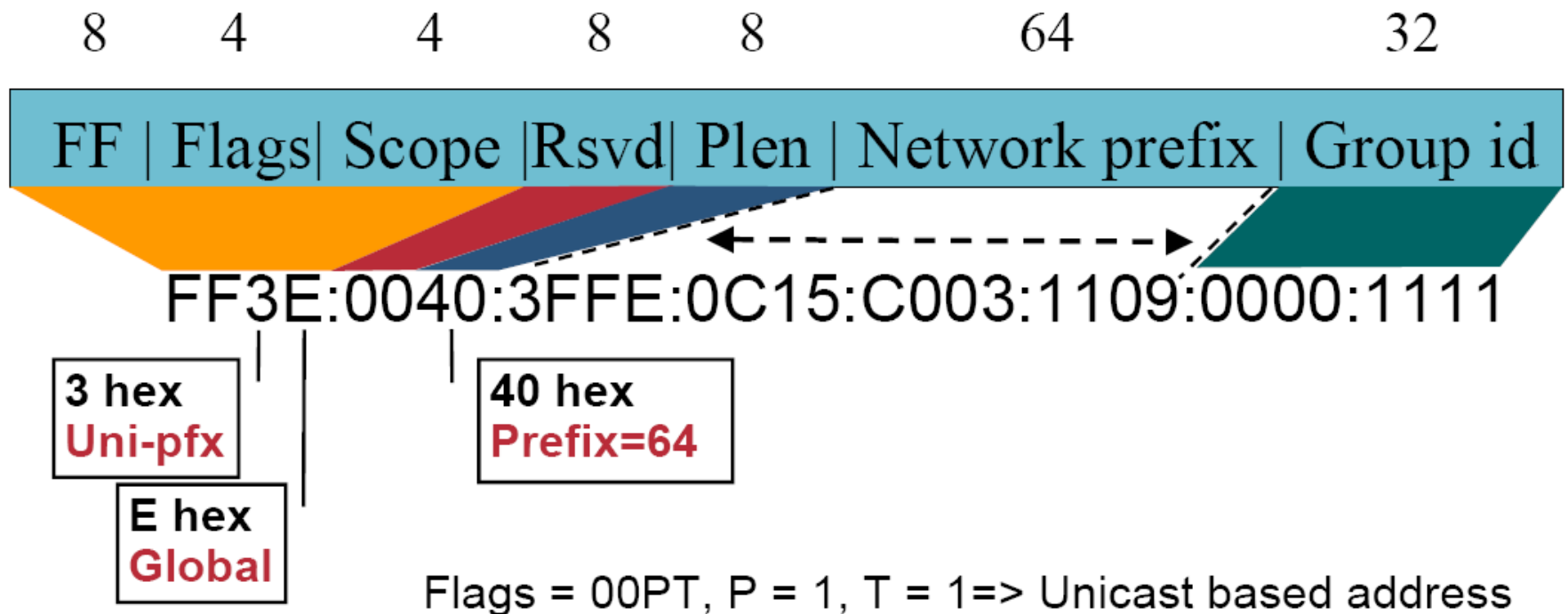


- ▶ **Flag field:** lower bit indicates permanent (=0) respectively transient (=1) group, rest is reserved (==0)
- ▶ **Scope field:**
 - 1 - node local
 - 2 - link-local
 - 5 - site-local
 - 8 - organisation local
 - B - community-local
 - E - global (other values reserved)



3. IPv6 Unicast Based Multicast Addresses (RFC 3306)

- Solves the old IPv4 address assignment problem:
How can I get global IPv4 multicast addresses (GLOB, ..)
- In IPv6, if you own an IPv6 unicast address prefix you implicitly own an RFC3306 IPv6 multicast address prefix:



3. Reservierte Multicast Adressen

- ▶ Permanente IP Multicast Gruppenadressen
 - ▶ 224.0.0.0–224.0.0.255
 - ▶ Beispiele:
 - ▶ 224.0.0.1 Alle Systeme des Subnetzes
 - ▶ 224.0.0.2 Alle Router des Subnetzes
 - ▶ 224.0.0.4 Alle DVMRP Router
 - ▶ 224.0.0.5 Alle OSPF Router
 - ▶ 224.0.0.9 Alle RIP(v2) Router
 - ▶ 224.0.0.13 Alle PIMv2 Router
 - ▶ 224.0.1.1 NTP
 - ▶ 224.0.1.9 Multicast Transport Protocol (MTP)
- ▶ TTL – Standards im MBONE
 - ▶ TTL = 1: Dieses Subnetz
 - ▶ TTL = 15: Diese Site
 - ▶ TTL = 63: Diese Region
 - ▶ TTL = 127: Das gesamte Internet



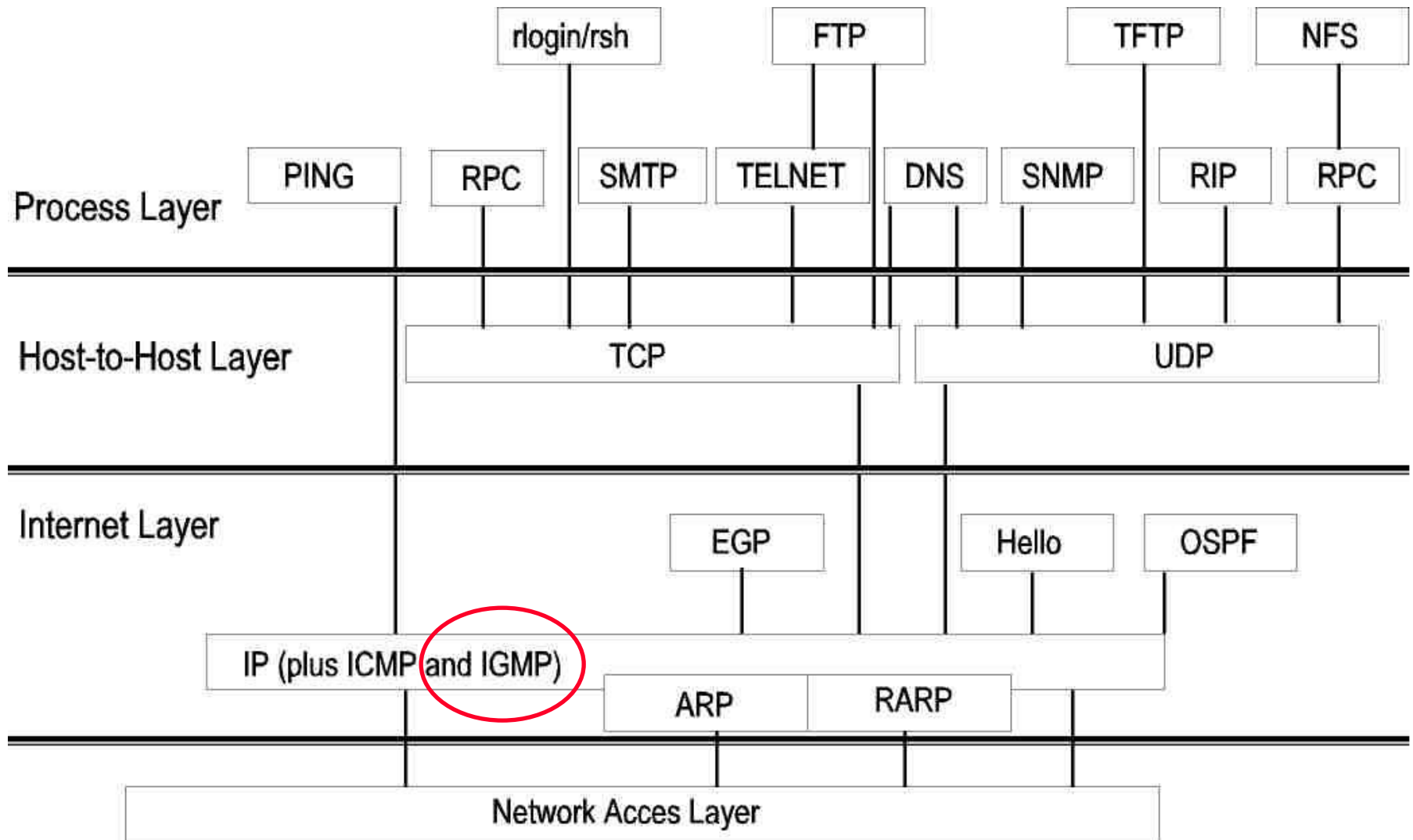
4. Internet Gruppenverwaltung

Internet Group Management Protocol (IGMP)

- Client Protokoll zum Aufnehmen, Erhalten und Verlassen von Multicast Gruppen
- Lokale Router sammeln/überwachen Informationen
- IPv4: Internet Group Management Protocol (IGMP)
 - IGMP v1 RFC 1112
 - IGMP v2 RFC 2236 – ASM Standard
 - IGMP v3 RFC 3376 – SSM Standard
- IPv6: Multicast Listener Discovery Protocol (MLD)
 - MLDv1 RFC 2710 – analog zu IGMPv2
 - MLDv2 RFC 3810 – analog zu IGMPv3
- SSM Use: RFC 4604

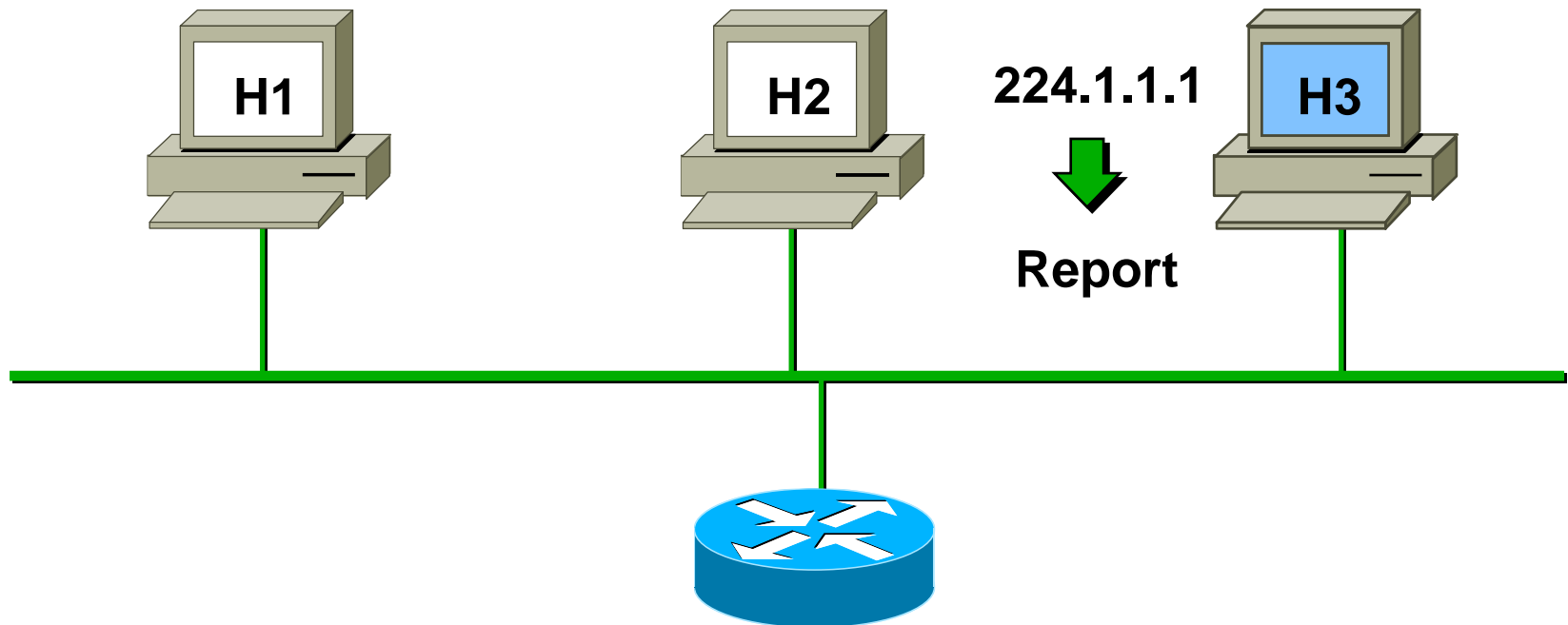


4. IGMP



4. IGMP Host-Router Signalisierung

Betreten einer Gruppe

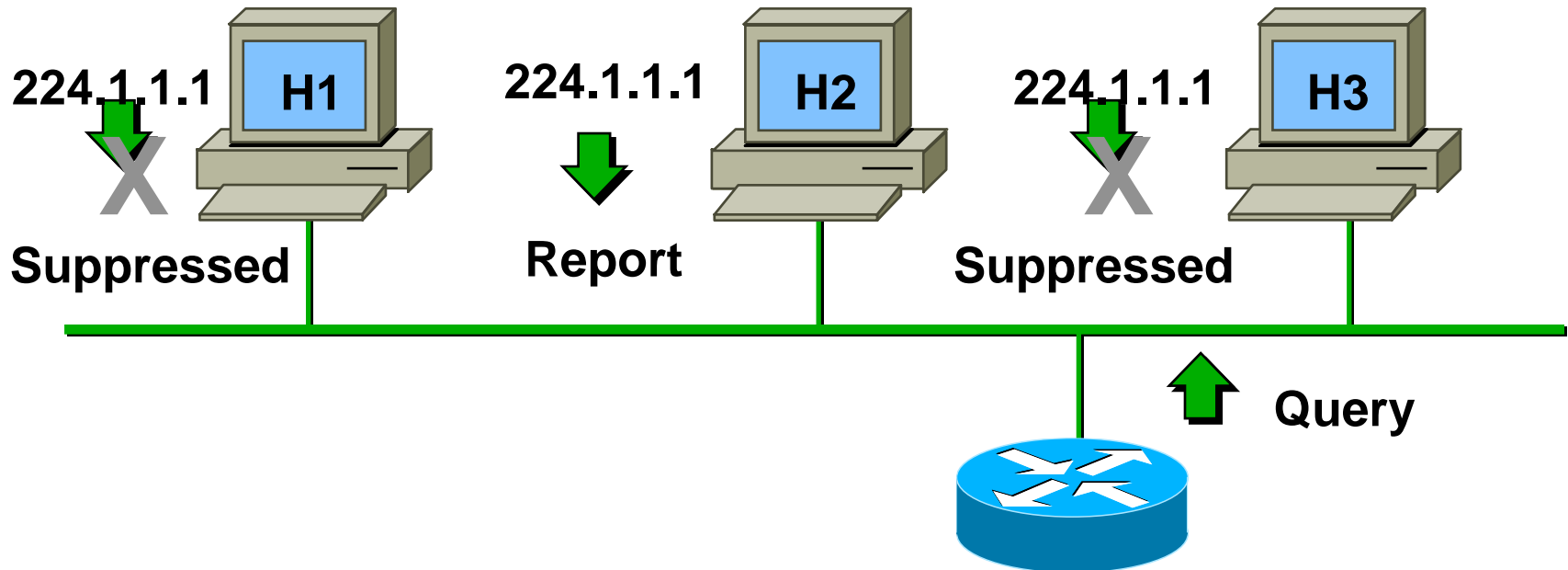


- Host sendet IGMP Report zum Gruppenbeitritt



4. IGMP Host-Router Signalisierung

Guppenerhalt

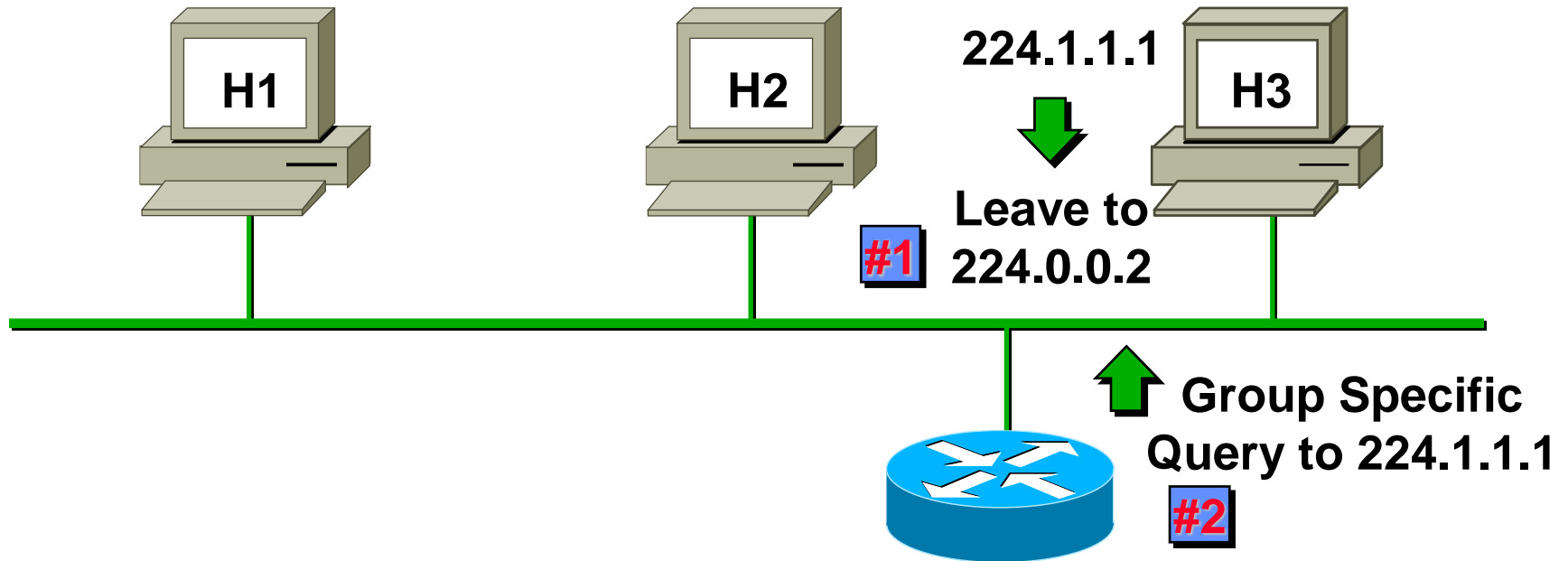


- Router sendet periodische Queries to 224.0.0.1
- Ein Gruppenmitglied per Subnetz antwortet
- Andere Mitglieder unterdrücken die Antwort



4. IGMP Host-Router Signalisierung

Verlassen einer Gruppe (IGMPv2)



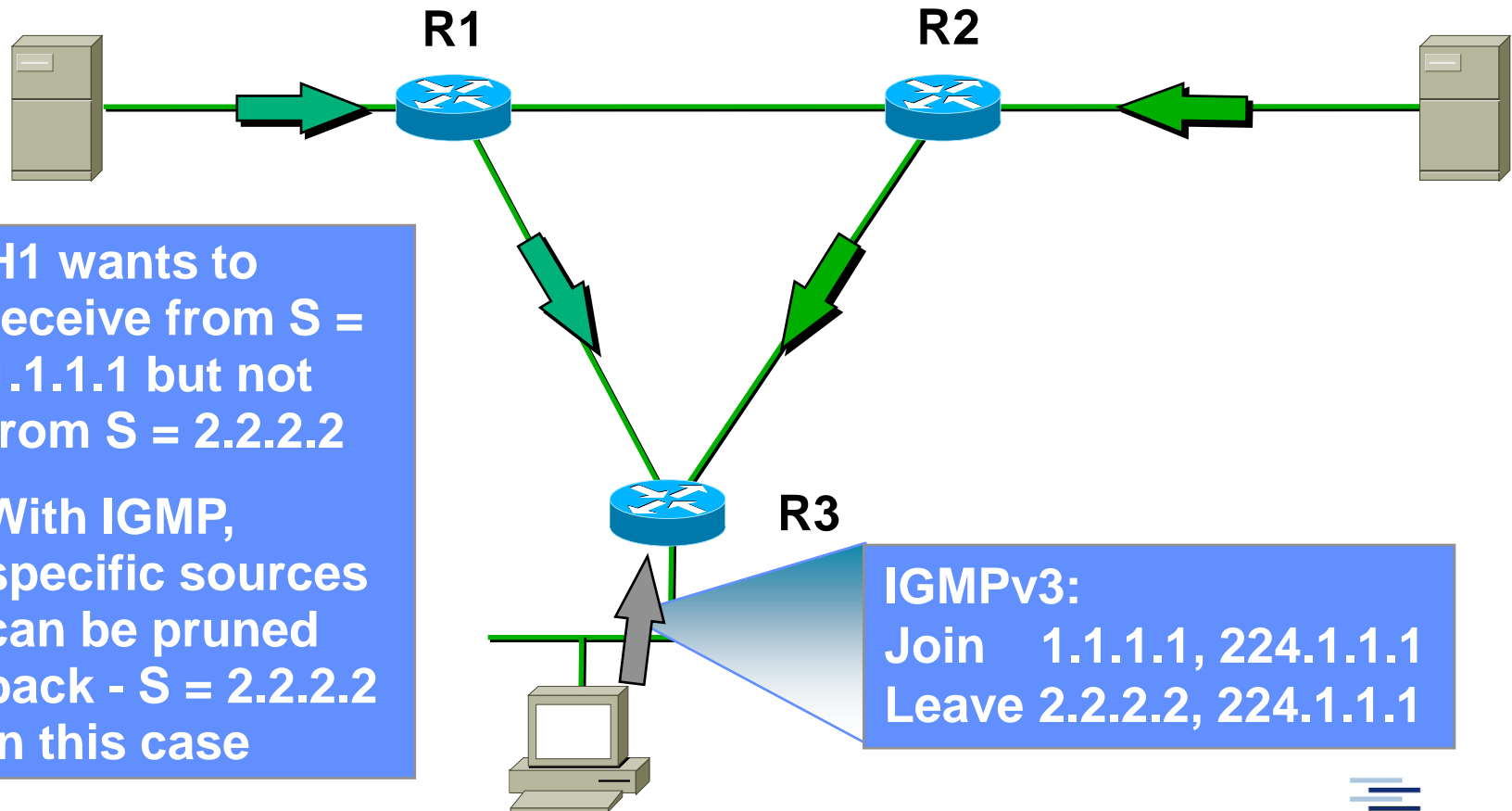
- Host sendet Leave Message an 224.0.0.2
- Router sendet gruppenspezif. Query an 224.1.1.1
- Kein IGMP Report zurückgegeben ~3 seconds
- Zeitüberschreitung für Gruppe 224.1.1.1



4. IGMP v3 (MLDv2)

Source = 1.1.1.1
Group = 224.1.1.1

Source = 2.2.2.2
Group = 224.1.1.1



- H1 wants to receive from S = 1.1.1.1 but not from S = 2.2.2.2
- With IGMP, specific sources can be pruned back - S = 2.2.2.2 in this case

IGMPv3:
Join 1.1.1.1, 224.1.1.1
Leave 2.2.2.2, 224.1.1.1

H1 - Member of 224.1.1.1

5. Programmierschnittstelle

Berkeley Sockets set/getsockopt():

- ▶ **IP_ADD_MEMBERSHIP** *to join a multicast group on a specific interface*
- ▶ **IP_DROP_MEMBERSHIP** *to leave a multicast group (no protocol action initiated with IGMP v1, but there is with IGMP v2)*
- ▶ **IP_MULTICAST_IF** *to set or get default interface for use with multicast sends*
- ▶ **IP_MULTICAST_LOOP** *to disable loopback of outgoing multicast datagrams*
- ▶ **IP_MULTICAST_TTL** *to set the IP time-to-live of outgoing multicast datagrams.*



5. API - Java

Package: java.net

Class MulticastSocket

mit den Methoden

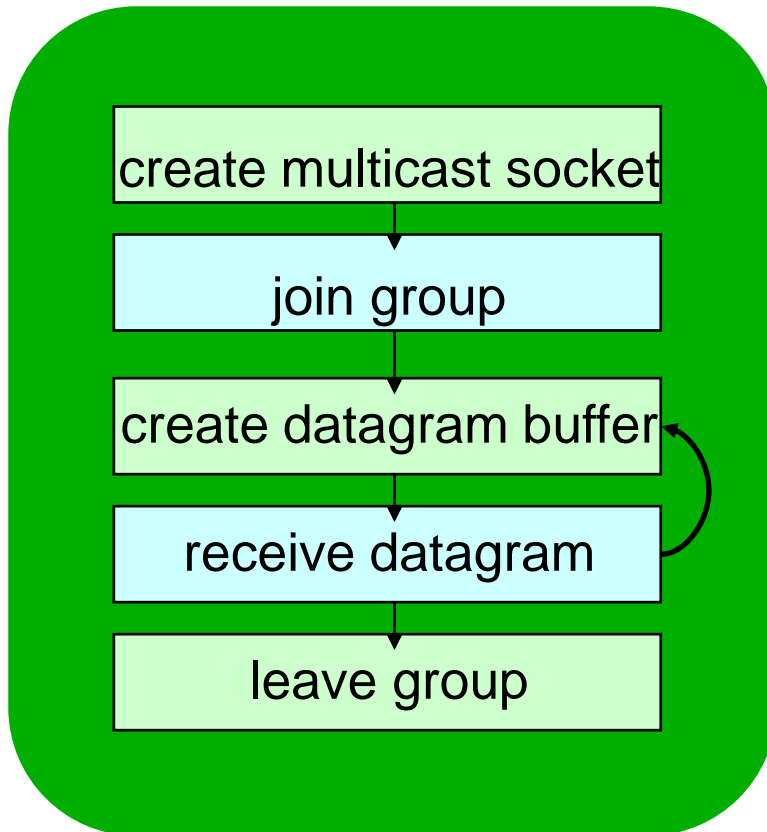
➔ *public void **joinGroup**(InetAddress mcastaddr)*

➔ *public void **leaveGroup**(InetAddress mcastaddr)*

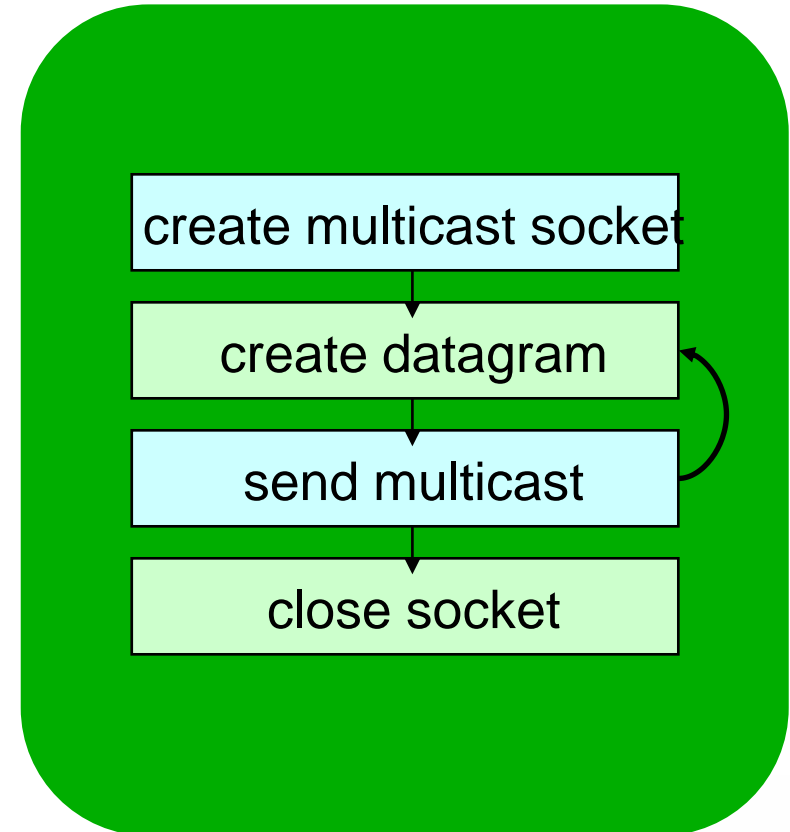


5. IP Multicast in Java

Multicast Listener



Multicast Sender



5. IP Multicast in Java

```
import java.net.*;
import java.io.*;
public class MulticastPeer{
    public static void main(String args[]){
        // args give message contents & destination multicast group
        // (e.g. "228.5.6.7")
        try {
            InetAddress group = InetAddress.getByName(args[1]);
            s = new MulticastSocket(6789);
            s.joinGroup(group);
            byte [] m = args[0].getBytes();
            DatagramPacket messageOut = new DatagramPacket(m, m.length, group, 6789);
            s.send(messageOut);
            // get messages from others in group
            byte[] buffer = new byte[1000];
            for(int i=0; i< 3; i++) {
                DatagramPacket messageIn = new DatagramPacket(buffer, buffer.length);
                s.receive(messageIn);
                System.out.println("Received:" + new String(messageIn.getData()));
            }
            s.leaveGroup(group);
        }catch (SocketException e){System.out.println("Socket: " +
e.getMessage());
        }catch (IOException e){System.out.println("IO: " + e.getMessage());}
    } } }
```


References

- ▶ R. Wittmann, M. Zitterbart: *Multicast*, dpunkt Verlag, 1999.
- ▶ dto engl: *Multicast Communication*, Morgan Kaufmann, 2000.
- ▶ Eric Rosenberg: *A Primer of Multicast Routing*, Springer, 2012



Selbsteinschätzungsfragen

1. Worin liegen die Hauptvorteile einer Multicast Gruppenverteilung für Daten?
2. Ihr Videoservice-Programm soll live Videos der Tour de France ins Internet multicasten. Welche Protokollauswahlen und Implementierungsschritte benötigen Sie?
3. Welchen prinzipiellen Unterschied weist die Multicast Kommunikationssteuerung gegenüber Unicast auf?
4. Welche (wünschenswerten) Funktionalitäten kann Multicast gegenwärtig nicht anbieten?

