

## Bildunterschriften zu Echtzeitdatenübertragung

- **Folie 4:** Bei RTP sendet jeder Teilnehmer eine Identifikation zu seiner Synchronisationsquelle (SSRC) in den Datenpaketen mit, z.B. sendet Teilnehmer 4 (blau) eine zu Audio 4 gehörige SSRC. Neben den Daten (mit farbigen Pfeilen angedeutet), die jeder Teilnehmer an alle anderen schickt, werden zwischen den Teilnehmern über RTCP Statusinformationen ausgetauscht, z.B. teilt Teilnehmer 3 (grün) Statusinformationen zu den von Teilnehmern 1, 2 und 4 empfangenen Daten.
- **Folie 5:** Verfügt ein Teilnehmer, z.B. Teilnehmer 4 (blau) über nur geringe Bandbreite in Empfangsrichtung, kann ein RTP-Mixer (rosa) vorgeschaltet werden. Dieser Mixer fasst die Datenpakete der anderen Teilnehmer (im Beispiel die der Teilnehmer 1-3) zusammen und leitet sie gesammelt weiter. Die bei Teilnehmer 4 eingehenden Daten weisen dann die SSRC des Mixers und die CSRCs der zusammengefassten Originaldaten auf.
- **Folie 6:** Der RTP-Header besteht – neben anderen Informationen – aus einer Sequenznummer (zur korrekten Reihung), einem Zeitstempel (zur zeitgerechten Anzeige), der SSRC sowie den CSRC, falls diese vorhanden sind (z.B. bei einem Mixer).
- **Folie 8:** Die Empfänger von Multicastnachrichten melden sich bei ihren jeweiligen lokalen Routern an, die sich wiederum bei allen Routern auf dem Weg zum Sender hin anmelden. Der Sender schickt die Multicastdaten so nur an jene Router, die sich zuvor explizit angemeldet haben (mit roten Pfeilen angedeutet). In den Empfängernetzen werden die Multicastdaten analog nur an jene Rechner weitergeleitet, die sich zuvor bei den lokalen Routern angemeldet haben.
- **Folie 9:** IPv6-Adressen, die mit einem FF-Byte beginnen, sind Multicastadressen. Das zweite Byte der Adresse unterscheidet dabei die Art der Multicastadresse, d.h. deren Gültigkeitsbereich.
- **Folie 11:** MPEG-TS-Pakete (erste Zeile) bestehen aus einem Header (lila) und dem Payload (gelb). Der Header (zweite Zeile) besteht aus Teilen fixer Länge (lila) und einem Teil variabler Länge (rot). Dieser variabel lange Teil (dritte Zeile) besteht wiederum aus fixen (rot) und variablen Teilen (gelb), deren Existenz über Flags gekennzeichnet ist. Diese variablen Teile (vierte Zeile) können wiederum variable Teile (fünfte Zeile) enthalten, deren Existenz analog über Flags gekennzeichnet ist.
- **Folie 14:** Elementary Streams (ES) werden frameweise mit PES-Headern versehen und damit zu Packetized Elementary Streams (PES). Diese PES werden frameweise auf TS-Pakete verteilt und bei Bedarf mit Nullbytes aufgefüllt, um die Gesamtgröße der TS-Pakete konstant auf 188 Byte zu halten. Ein ES-Frame kann dabei – je nach Länge – auf eines oder mehrere TS-Pakete verteilt werden.

- **Folie 15:** Zusammengehörige Daten, z.B. ein Videostrom (PID 201) und ein Audiostrom (PID 202), werden zu einem Sender zusammengefasst und die Sender-zu-PID-Zuordnung in der PMT gespeichert. Die PMT verfügt dabei über eine eigene PID, im Beispiel 200. Die PID 0 ist für die Senderliste (PAT) reserviert, die alle PMT-PIDs enthält. Ein Empfänger, der einen einzelnen Sender empfangen möchte, liest dessen (PMT-)PID aus der PAT und die Video-, Audio- und sonstigen PIDs aus der PMT. Alle anderen PIDs können während des Empfanges verworfen werden.
- **Folie 17:** PES-Header enthalten Informationen zum Dekodierzeitpunkt (DTS) und zum Darstellungszeitpunkt (PTS) der dazugehörigen Audio- und Videodaten. Die DTS und PTS sind relativ zur PCR angegeben, die als 27-MHz-Zähler die Uhren zwischen Sender und Empfänger synchronisiert.
- **Folie 18:** Einzelne Sender (blau bzw. orange markiert), bestehend aus Audio-, Video- und Datenspuren, werden als PES-Pakete an den Muxer (Mitte) weitergereicht, der alle Sender in einen einzigen MPEG-TS muxt. Dabei müssen PIDs eindeutig vergeben werden sowie eine PAT und je eine PMT pro Sender hinzugefügt werden. Der endgültige Datenstrom (rechts) enthält dann abwechselnd Daten der verschiedenen Sender (farblich markiert).
- **Folie 19:** MPEG-TS-Pakete werden beim Empfänger demuxt und die extrahierten ES zu den in den Paketen angegebenen Zeitpunkten an den Video- bzw. Audiodecoder weitergereicht. Die Decoder geben Rohdaten, z.B. Pixel oder Schalldruckabtwerte, aus, die auf Grund ihrer unterschiedlichen Abtastraten zusätzlich synchronisiert werden müssen.