

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Institut für Informatik  
Lehrstuhl für Rechnernetze und Telematik

WS 07/08

## **Seminararbeit**

# **ATM**

## **Asynchronous Transfer Mode**

Gökhan Özer

11. Dezember 2007

Betreut durch Prof. Dr. Schindelhauer & Hr. Arne Vater

## Abstract

Dieses Paper ist die schriftliche Ausarbeitung der Präsentation „ATM - Asynchronous Transfer Mode“, welches als zweiter Vortrag des Proseminars “Rechnernetze” gehalten wurde. Hierbei handelt es sich um einen groben Einblick in eine Datenübertragungstechnik, die in den 80er Jahren entwickelt wurde.

Das Seminar wurde im Wintersemester 2007 vom Lehrstuhl für Rechnernetze und Telematik des Instituts für Informatik der Albert Ludwigs Universität angeboten.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>3</b>
1.1	Was ist ATM..? . . . . .	3
1.2	Entstehung und Geschichte . . . . .	3
1.3	Einordnung ins OSI Modell . . . . .	4
1.4	Anwendungen . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>5</b>
2.1	ATM Schnittstellen . . . . .	5
2.2	Die ATM-Zelle . . . . .	5
2.3	ATM Zell-Multiplexing . . . . .	6
<b>3</b>	<b>Routing</b>	<b>7</b>
3.1	Der ATM Layer . . . . .	7
3.2	Vermittlung von Zellen . . . . .	7
3.3	Verbindungsarten . . . . .	8
3.4	ATM-Addressierung . . . . .	8
3.5	Dienstqualität und Dienstklasse . . . . .	9
3.5.1	Dienstqualität . . . . .	9
3.5.2	Dienstklasse . . . . .	9

## 1 Einführung

### 1.1 Was ist ATM..?

ATM - Asynchronous Transfer Mode ist eine Technik der Datenübertragung. Der Datentransfer findet in Form von Zellen fester Länge<sup>1</sup> statt, welche durch ein Netz aus ATM-Switches (Router) untereinander versendet werden. Durch die Tatsache das die Zellen aus verschiedenen Quellen und Abständen bei einem Switch eintreffen, also asynchron, entstand der Name: Asynchronous Transfer Mode

Durch die Technik der fixen Zellen, im Vergleich zu Übertragungstechniken mit variabler Paketgröße (z.B. Ethernet), wurde eine effizientere Methode entwickelt um Daten in einem Netzwerk weiterzuleiten.

ATM ist verbindungsorientiert, dass heißt, die Zellen folgen einem vordefinierten virtuellen Pfad durch das ATM-Netz hindurch, von ATM Switch zu ATM Switch, und werden nicht wie die Pakete in der IP-Technik über verschiedene Wege ans Ziel geschickt. Je nach benutztem Dienst, sind Übertragungsraten von 55 Mbit/s bis 622 Mbit/s, erreichbar.

### 1.2 Entstehung und Geschichte

Für die Entwicklung und Umsetzung der ATM Technologie wurden in den 80er Jahren von den Telekommunikationsfirmen und dem Verteidigungsministerium der USA (Department of Defence) enorme Summen aufgebracht. Ursprünglich wurde es als *Schlüsseltechnik* für das Breitband-ISDN entwickelt, welches das Backbone-Netz der alten analog Telefonnetze bilden sollte. Es wurde jedoch relativ schnell erkannt, dass sich die Technik sehr gut in die privaten Netzadaptieren lässt.

Der erste Dients, der entwickelt worden ist, war CBR<sup>2</sup>. Dieser entspricht etwa einer Mietleitung, welcher vor allem für Anwendungen wie z.B. die Übertragung von unkomprimierten Sprach- und Videodaten geeignet war. Erst durch das Einführen des VBR<sup>3</sup> Dienstes wurden wirklich neue Möglichkeiten geboten, mit der auch Spitzenübertragungen möglich waren. Dabei wird die Leitung mit einer durchschnittlichen Zellenrate benutzt, welche

---

<sup>1</sup>Die länge einer Zelle entspricht konstant 53 KByte

<sup>2</sup>Constant Bit Rate (siehe Kapitel 3.5.2)

<sup>3</sup>Variable Bit Rate (siehe Kapitel 3.5.2)

je nach Uhrzeit und Tag um einen bestimmten Betrag über- bzw. unterschritten werden kann.[1]

### 1.3 Einordnung ins OSI Modell

ATM ist lediglich für die untersten zwei Ebenen des ISO-OSI Referenzmodells definiert. Sowohl die Anpassung der Daten der höheren Schichten an das ATM Format, als auch das Management der virtuellen Verbindungen spielt sich hier ab. Es ist sozusagen eine Mischung der Sicherungs- und Vermittlungsschicht des OSI Modells, wobei die unterste Schicht<sup>4</sup> identisch ist.

Darüber hinaus gibt es Teilschichten, die über der ATM-Schicht liegen. Zusammengefasst werden sie AAL<sup>5</sup> genannt. Eine Schicht wird z.B. gebraucht um IP-Pakete in ATM-Zellen zu zerlegen und diese wieder zusammenzufügen. Eine andere Schicht wird wiederum benutzt, um mehrere Dienstarten mit unterschiedlichen Anforderungen anbieten zu können, wie z.B. Dateitransfer und Video-on-Demand.

Diese Teilschichten sind i.d.R. durchnummeriert, so dass z.B. AAL1 nur für die Übertragung der Sprachpakete geeignet ist und somit sehr eingeschränkt ist. Bei AAL5 spielt es keine Rolle um welche Daten es sich handelt, da man hier alle möglichen Daten miteinander versenden kann. [3]

### 1.4 Anwendungen

Die ATM Technik wird in den unterschiedlichsten Bereichen verwendet:

- B-ISDN (Breitband ISDN)
- LAN auf ATM
- Uni-, Multi- und Broadcastfähigkeit (Interessant für TV und Rundfunk)
- Datenpaketverkehr dh. IP auf ATM
- Telefonverkehr
- UMTS auf ATM

---

<sup>4</sup>Bitübertragungsschicht

<sup>5</sup>ATM Adaption Layer

## 2 Grundlagen

### 2.1 ATM Schnittstellen

Auf der ATM-Schicht wird zwischen zwei möglichen Schnittstellen unterschieden. Bei der UNI<sup>6</sup> Schnittstelle handelt es sich um eine Schnittstelle zwischen einem Host und einem ATM-Switch. Bei der NNI<sup>7</sup> Schnittstelle handelt es sich um eine Schnittstelle zwischen zwei ATM-Switches.

Beide Schnittstellenarten können noch in *privat* und *public* unterteilt werden, je nachdem ob es sich bei dem ATM-Netz um ein privates oder öffentliches Netz handelt. Private ATM Netze werden ebenfalls über eine UNI Schnittstelle an ein anderes ATM-Netz angeschlossen.

### 2.2 Die ATM-Zelle

Die ATM-Zelle besteht aus einem 5 Byte großen Header und der Payload<sup>8</sup> in Höhe von 48 Byte.

Es wird unterschieden, ob sie via UNI oder NNI übergeben wird.

Eine ATM-Zelle welche von einem Host zu einem ATM-Switch gesendet wird, also an einer UNI Schnittstelle, enthält in den ersten 4 Bits die GFC<sup>9</sup>-Information. Diese Bits haben Zellen an anderen Schnittstellen nicht. Es dient zur Unterscheidung der Zellen zwischen UNI und NNI Schnittstellen und wird in den heutigen ATM Netzen nicht mehr berücksichtigt. Deshalb wird es vom ersten ATM-Vermittler überschrieben.

- VPI: Virtual Path Identifier. Definiert den Virtuellen Pfad
- VCI: Virtual Channel Identifier. Definiert den Virtuellen Kanal
- PT: Payload Type. Definiert den Typ der Payload
- CLP: Cell Loss Priority. Vom Host definierte Priorität der Zelle, die bei Überlast einer Leitung durch den ATM Vermittler berücksichtigt wird
- HEC: Head Error Checksum. Checksum für die Headerinformation. 1 Bit Fehler können korrigiert- und 2 Bit Fehler können erkannt werden

---

<sup>6</sup>User-Network Interface

<sup>7</sup>Network-Network Interface

<sup>8</sup>Nutzdatenfeld

<sup>9</sup>Generic Flow Control

8	7	6	5	4	3	2	1
GFC/VPI				VPI			
VPI				VCI			
VCI							
VCI			PT		CLP		
1 Byte HEC							
48 Byte Payload							

[1]

### 2.3 ATM Zell-Multiplexing

Die Dienstklasse einer ATM-Verbindung definiert, ob der Bitstrom zum nächsten ATM Vermittler konstant sein darf oder ob Zellen nur eine variable Bandbreite ausfüllen dürfen. Steht eine CBR-Verbindung zur Verfügung, so lassen sich mehrere asynchrone Verbindungen synchronisieren und in einem konstanten Bitstrom versenden.

Ein Buffer fängt alle ATM-Zellen auf und versendet sie nach einem bestimmten Queuing Mechanismus<sup>10</sup>. Besteht ein Overflow, so werden zuerst die Zellen mit dem gesetzten CLP<sup>11</sup> Bit verworfen.

Ist der Buffer leer und es fallen keine neuen Daten an, so sendet der Multiplexer eine leere Zelle, um den Bitstrom aufrecht zu erhalten. Diese Zellen werden beim nächsten Vermittler wieder verworfen oder gegebenenfalls wieder neu generiert.

---

<sup>10</sup>Es können z.B. sein: FIFO, LIFO, LLC, Priority Queuing, ...

<sup>11</sup>Cell Loss Priority

## 3 Routing

### 3.1 Der ATM Layer

Im Gegensatz zum verbindungslosen IP-Protokoll, wo sich jedes IP-Paket seinen Weg zum Ziel selbst sucht<sup>12</sup>, ist ATM eine verbindungsorientierte Technologie. Sowohl Multicast Verbindungen als auch point-to-point Verbindungen müssen erst aufgebaut werden, bevor man sie benutzen kann.

Ein ATM Netz besteht aus Knoten und Endpunkten. Alle Verbindungen beginnen und enden bei einem Endpunkt. Knoten leiten die Daten innerhalb des Netzwerks weiter und ihre Funktionalität ist genau definiert. Zellen, die bei einem Knoten eintreffen, welche von einem anderen Knoten oder einem Endpunkt kommen, werden zuerst überprüft. Danach wird der Zellkopf eingelesen und aktualisiert. Als nächstes wird die Zelle weitergeleitet.

Sobald eine Verbindung zwischen zwei ATM-Enpunkten steht, so nimmt jede ATM-Zelle mit dem gleichen Ziel, die gleiche Route durch das Netzwerk. Die einzelnen Zellen behalten untereinander ebenfalls ihre relative Reihenfolge bei, in welcher sie vom Startknoten abgeschickt wurden. Diese Eigenschaft unterscheidet ATM von den meisten andern pake-orientierten Netzwerken, welche die Integrität der Zellsequenz nicht einhalten können.[4]

### 3.2 Vermittlung von Zellen

Alle Knoten in einem ATM-Netzwerk bestehen aus sogenannten Switches. Jeder Switch hat eine eigene Switchingtabelle an seiner Eingangsleitung. Eine Zelle erreicht einen Switch über dessen Eingangsleitung und verläßt diese über eine der Ausgangsleitungen. Welche Ausgangsleitung die Zelle zugeteilt bekommt, wird anhand VPI und VCI Einträgen im Header aus der Switchingtabelle ausgelesen.

Jede ATM-Zelle enthält im Header VCI- und VPI-Felder, in denen der aktuelle virtuelle Kanal und der aktuellen virtuellen Pfad gespeichert ist. Erreicht eine Zelle einen Switch, so ändert dieser anhand seiner Switchingtabelle die VPI/VCI-Werte, bevor die Zelle weitergeleitet wird.

---

<sup>12</sup>Es kann vorkommen, das Pakete mit dem selben Ziel über unterschiedliche Routen dahin gelangen

Es gibt zwei Arten des Switching:

VP-Switches	VC-Switches
Es wird nur der virtuelle Pfad gewechselt	Sowohl der virtuelle Pfad als auch der virtuelle Kanal werden gewechselt

Der VP-Switch entspricht einer Vorstufe, welche die Pfadänderung des Transitvolumens (entspricht dem größten Teil) bearbeitet. Der restliche Teil des Transitvolumens, bei welchem eine feinere Vermittlung in einzelne Kanäle vorgenommen werden muss, wird an den VC-Switch weitergeleitet.

Mit Hilfe von VP's können logische Routen eingerichtet werden, welche sich über mehrere Knoten erstrecken. Die Tatsache, dass in den Zwischenknoten nur ein VP-Switch durchgeführt wird und sich somit lediglich der VPI-Wert im Header verändert, erhöht die Effizienz erheblich.

### 3.3 Verbindungsarten

ATM unterstützt sowohl permanente als auch vermittelte virtuelle Kanäle. Die permanenten virtuellen Kanäle sind immer vorhanden und können bei Bedarf wie Standleitungen benutzt werden. Die vermittelten virtuellen Kanäle müssen jedesmal vor Verbindung aufgebaut werden, wie etwa ein Telefongespräch.

### 3.4 ATM-Adressierung

Jeder Endpunkt eines ATM-Netzwerkes besitzt entweder eine eindeutige öffentliche ATM-Adresse oder eine eindeutige private ATM-Adresse, je nachdem ob es einem öffentlichen oder einem privaten Netzwerk angehört.

Öffentliche ATM-Adressen haben das gleiche Format, wie die üblichen Telefonnummern, welche nach dem International Public Telecommunication Numbering Plan (ITU-T E.164) funktioniert. Oft wird noch eine Subadresse, welche aus dem Format der privaten Adressen besteht, hinzugefügt. Diese besitzt die notwendige Information um das entsprechende

Endgerät zu identifizieren.

Private Adressen besitzen im Gegensatz zu öffentlichen Adressen eine einheitliche Länge von 20 Bytes. Die Gestaltung der Adresse ist von Netzwerk zu Netzwerk unterschiedlich.

### 3.5 Dienstqualität und Dienstklasse

#### 3.5.1 Dienstqualität

Je nach Benutzer können die Ansprüche an eine Verbindung verschieden sein. Die Breite an Erwartungen kann sich von Echtzeitanwendungen wie z.B. Real-Time Video oder Audio bis hin zu einem bestimmten konstanten Datendurchsatz für die Emulation einer Standleitung erstrecken.

Eine Verbindung lässt sich durch verschiedene Dienstgüteparameter (QoS Parameter)<sup>13</sup> spezifizieren. Hierbei wird grundsätzlich zwischen zwei Parameterklassen unterschieden:

- Verkehrsbeschreibung (Was erwartet der Kunde von seiner Verbindung?)
- Dienstqualität des Netzes (Aussagen, wie der Dienst erbracht wird!)

Diese Dienstgüteparameter werden verwendet um eine Verbindung zu charakterisieren und den Betreiber an seine Leistungsversprechen zu binden.

Parameter	Abkürzung	Bedeutung
Peak Cell Rate	PCR	Maximale Zellenrate
Sustained Cell Rate	SCR	Langfristiger Durchschnitt der Zellenrate
Minimum Cell Rate	MCR	Minimale Zellenrate
Cell Transfer Delay	CTD	Dauer der Zustellung (min/max)
Cell Delay Variation Tolerance	CDVT	Maximaler Zellenjitter
Cell Loss Ratio	CLR	Anteil der verlorenen Zellen
Cell Error Ratio	CER	Anteil der fehlerfrei zugestellten Zellen

[5] ATM Dienstgüteparameter

#### 3.5.2 Dienstklasse

Es existiert eine ATM-Spezifikation 4.0, in welcher verschiedene Dienstklassen enthalten sind. Diese decken die typischen ATM Anwendungen ab. Die Dienstklassen wurden spezifiziert um den Anwendern, Herstellern und Betreibern die Abstimmung ihrer Hard-

---

<sup>13</sup>Quality of Service Parameter

und Software auf eine oder mehrere dieser Dienstklassen vorzunehmen.

Folgende Dienstklassen sind im ATM-Standard vorhanden:

Klasse	Bezeichnung	Anwendungsbeispiel
CBR	Constante Bit Rate	- Emulation einer Standleitung - Real-Time Audio/Video (unkomprimiert)
rt-VBR	Real-Time Variable Bit Rate	- Real-Time Audio/Video (komprimiert) z.B. - Videokonferenzen - Video on Demand
nrt-VBR	Non-Real-Time Bit Rate	- Multimedia E-Mail - Audio/Video (Cached) - Transaktionssysteme
ABR	Available Bit Rate	- Lan Emulation - Internet
UBR	Unspecified Bit Rate	- Datentransfer im Hintergrund - E-Mail

[5] ATM Dienstklassen

## Literatur

- [1] Wikipedia: The Free Enzyklopedia. <http://de.wikipedia.org>, 2007-12-08.
- [2] Asynchronous Transfer Mode (ATM). <http://www.siemes.com>, 2007-12-08, 2007.
- [3] Asynchronous Transfer Mode Switching. <http://www.cisco.de>, 2007-12-08, 2007.
- [4] William Stallings. *Data and Computer Communications*. 8. Auflage Prentice Hall International, 2007.
- [5] Andrew S. Tanenbaum. *Computernetzwerke*. 3. Auflage Prentice Hall International, 1998.