

## 1. Einführung / Abstract

Die Diplomarbeit beschäftigt sich mit einigen Spezifikationen in der drahtgebundenen (Kapitel 2 und 5) und drahtlosen (Kapitel 3, 4 und 6) Datenübertragung. Die Spezifikationen für das Funk-ATM (Kapitel 6) sind noch nicht veröffentlicht, so daß die von mir zusammengetragenen Forschungsergebnisse nur Ideen und Vorschläge darstellen. Bei der Auswahl der Vorschläge habe ich mich auf Forschungen gestützt, die nach meinen Erkenntnissen eine geeignete Basis für die ersten Standardisierungen durch die entsprechenden Gremien (ATM-Forum, ETSI und IEEE) darstellen.

Die Vernetzung von Rechnern wurde notwendig, weil alle Mitarbeiter eines Unternehmens mit den gleichen Datenbeständen arbeiten sollen und die Administration der einzelnen Arbeitsplatzrechner so vereinfacht werden kann. Durch Netzwerke können Kosten bei Druckern, Systemperformanz und der Datensammlung eingespart werden. Die ersten Vernetzungen begannen mit der Einführung der PCs für jeden Mitarbeiter. Die früheren Großrechner waren meist Einzelrechner, die keine Anbindung an die Außenwelt haben. Nach dem damaligen Stand der Technik wurde mit dem Ethernet-Standard (Kapitel 2.5) ein leitungsgebundener Netzwerk-Standard geschaffen, der ein billigen Aufbau eines Inhouse-Netzes ermöglicht. Da jeder Standard für die jeweiligen Anwendungen ausgelegt war, konnten Sprachdienste (Echtzeit-Anwendung, hohe Fehlertoleranz) und Datendienste (Nicht-Echtzeit-Anwendungen, keine Fehlertoleranz) nicht über das gleiche Leitungssystem geführt werden. Die Komponenten mußten für jedes Netz einzeln angeschafft werden, und die Administration lag meist in getrennten Bereichen. Die Mobilität war durch die Netzverkabelung nicht mehr gegeben. Mit der Einführung von digitalen Übertragungsverfahren für Funktelefone wurde zumindest erst einmal für die Sprachdienste eine kostengünstige Alternative geschaffen. Die Mitarbeiter sind jetzt zumindest mit dem Telefon schon flexibel.

Durch die Globalisierung von vor allem großen Unternehmen wuchs das Datenaufkommen sehr rasant. Die gesteigerte Leistungsfähigkeit der Computer und die immer größeren Anforderungen der Applikationen bedingten, daß die Leistungsfähigkeit der Netzwerke an seine Grenzen stieß und nur durch neue Standards zu verbessern war. Die Entwicklungen gingen in zwei Richtungen. Eine Gruppe, von der IEEE angeführt, entwickelte das Fast-Ethernet (100 Mbit/s) und das Gigabit-Ethernet (1 Gbit/s). Diese Technik ist mit der des Ethernet (10 Mbit/s) eng verbunden, und ermöglicht eine gute Implementierung in die vorhandene Rechner- und Netzwerkarchitektur. Die getrennte Verkabelung für Sprach- und Datendienste bleibt dabei aber weiter bestehen. Eine zweite Gruppe bildete das ATM-Forum, das einen Standard schaffen sollte, mit dem eine Übertragung des ganzen Dienstespektrums (konstante Bitraten bis zufällige Bitraten) möglich sein sollte. Das entwickelte Verfahren nennt sich Asynchroner Transfer-Mode (ATM). Mit diesem Übertragungsverfahren können sowohl Sprach- als auch Datendienste über ein Medium und die gleichen Komponenten übertragen werden. Es stehen Übertragungsraten von bis zu 622 Mbit/s zur Verfügung, womit die Forderungen nach einer höheren Bandbreite für die Video und Datenübertragung ausreichend erfüllt werden. Der Einsatz erfolgte Anfangs nur zwischen den Hauptvermittlungsstellen der Ballungszentren, da die technischen Komponenten noch sehr teuer waren und für die Übertragung nur ein fast verlustfreies und störungsunempfindliches Medium (LWL) in Betracht kam. In neueren Entwicklungen werden Spezifikationen erarbeitet, die Datenraten von bis zu 5 Gbit/s ermöglichen sollen. Mit dieser Entwicklung wird eine wesentliche Forderung der Benutzer an ein schnelleres

Übertragungsmedium, das auch noch alle Dienste abdeckt und die Administration somit vereinfacht, erfüllt.

Die heutigen Entwicklungen gehen immer mehr zur Flexibilisierung der Arbeit, dies betrifft sowohl den Arbeitsplatz, als auch die Arbeitszeit. Viele Menschen sind heute im nicht stationären Bereich (Außendienstmitarbeiter, Servicetechniker, usw.) beschäftigt. Viele Mitarbeiter arbeiten mit Laptops und Mobiltelefon, um den Kontakt mit der Zentrale zu halten. Die Möglichkeiten, mehr als nur die Sprachdienste mobil zu nutzen, beschränken sich im GSM-Netz (Kapitel 4) auf das SMS (Short Message Service, Übertragung von max. 160 Zeichen) und die Kommunikation über Mobilmodems, bei denen eine Übertragungsrates von zur Zeit 9,6 kbit/s erreichbar ist. In der Zukunft soll durch die Bündelung von Kanälen eine höhere Datenrate möglich sein, je nach Netzlast bis zu ca. 500 kbit/s (ab dem Jahr 2000). Um heute größere Datenmengen zu übertragen oder Datenbankabfragen zu gestalten, ist die Übertragungsgeschwindigkeit zu klein. Ferner besteht auch in Firmen und bei Außendienstmitarbeitern immer mehr der Wunsch, den „Gegenüber“ nicht nur zu hören, sondern auch zu sehen. Die Übertragung von Echtzeitvideoanwendungen beansprucht aber eine große Bandbreite, welche das GSM-Netz noch nicht bieten kann. Videoüberwachung per GSM ermöglicht die Übertragung von einem Bild pro Sekunde, was für diese Anwendung durch aus ausreichend ist. Auf Grund dieser Anforderungen wurden die Bemühungen, eine mobile (drahtlose) Kommunikation mit höheren Bitraten zu ermöglichen, intensiviert und Anfang 1997 ein erster Standard für ein drahtloses lokales Netzwerk (Funk-LAN, HYPER-LAN 1) (Kapitel 3.4) verabschiedet. Damit besteht die Möglichkeit innerhalb einer Bürolandschaft mit dem Laptop sich zu bewegen oder schnell mal dem Arbeitsplatz zu wechseln, z.B. für einen Vortrag. Die Daten können dann wie gewohnt vom Server abgerufen werden und stehen jederzeit an jedem Platz zur Verfügung. Die Datenübertragung, mit einer Datenrate von 2 Mbit pro Kanal, kann über Funk- oder Infrarot-Sender/Empfänger realisiert werden. Bei einer Installation müssen aber die EMV-Bestimmungen (Gesundheitliche Aspekte, Kapitel 7) beachtet und eine Störung möglicher Laborarbeitsplätze ausgeschlossen werden.

In größeren und mittleren Unternehmen kommt es häufig zur Bildung von neuen Arbeitsgruppen, die auch mit ihren Arbeitsplätzen zusammengefaßt werden sollen. Dabei stoßen die stationären Netze bezüglich ihrer Flexibilität schnell an ihre Grenzen und der Anpassungs- und Verwaltungsaufwand steigt proportional mit der Größe des Netzes. Ein Arbeitsplatz verfügt heute meist über ein Telefon- und einen LAN-Anschluß, den jeder Mitarbeiter gerne an seinen neuen Arbeitsplatz im Hause mitnehmen möchte. Dies erfordert einen hohen Koordinierungsaufwand zwischen den verschiedenen Netzbetreuern. Durch den Aufbau eines ATM-Netzes (Kapitel 5) im Gebäude muß nur noch ein Netzwerk verwaltet werden und der Aufwand für die Realisierung der Anschlüsse würde sich verringern.

Da die Verkabelung eines modernen Bürogebäudes sehr teuer ist und man nie genau weiß, welche Anzahl von Anschlüssen in einem Bereich benötigt werden, erscheint der Einsatz eines Funksystems, das alle Funktionen eines modernen Netzwerkes zur Verfügung stellt, sehr sinnvoll. Die Entwicklung eines Funk-ATM (WATM) wird in Kapitel 6 beschrieben. Seit Anfang der 90er Jahre werden von den verschiedenen Institutionen Projekte durchgeführt, die Wege für einen Standard finden sollen. Die ersten Versuche einer Spezifizierung scheiterten an den nicht genau festgelegten Anforderungen an ein solches System. Es gilt zu klären, welche Frequenzen für die sehr bandbreitenintensive Übertragung zur Verfügung stehen, und in welchem Maße eine Fehlerkorrektur in die ATM-Struktur eingebunden werden kann. Die Fehlerkorrektur wird notwendig, da in

einem Funkkanal nur Bitfehlerraten (BER) von  $10^{-3}$  bis  $10^{-5}$  möglich sind und das drahtgebundenen ATM nur für BER kleiner  $10^{-9}$  ausgelegt ist, was eine Korrekturmechanismus nicht erforderlich macht.

Die Definitionen für die Luftschnittstelle und die Implementierung der zusätzlichen Schichten für die Signalisierung und den Funkverkehr sind schon ziemlich weit fortgeschritten. So das mit der für die zweite Hälfte angekündigten ersten Spezifikation eines drahtlosen ATM-Systems gerechnet werden kann. Die Erforschung der Einflüsse der hohen Frequenzen, die für die ersten Projekte genehmigt wurden (5 GHz bis 60 GHz) auf die Materialien und die Umwelt wird noch eine gewisse Zeit beanspruchen, so daß mit den ersten marktreifen Produkten nicht vor der Jahrtausendwende zu rechnen ist. Für die Netzwerkadministratoren ist es dennoch schon heute sinnvoll ihr Netzwerk so auszulegen, daß eine Einbindung eines Funk-ATM-Netzes nicht schwierig wird. In weitere Zukunft wird es ein drahtloses ATM-Netzwerk geben, das dem heutigen GSM-Netz ähnlich ist und es wird Geräte geben, die in jedem Netz die verfügbaren Ressourcen nutzen können. Nach der Öffnung des Telekommunikationsmarktes ist es auch für neue Netzbetreiber interessant, solche Netze aufzubauen, da damit die Versorgung von Kunden mit der notwendigen Übertragungsbandbreite möglich wird, ohne daß ein teures und aufwendiges Verlegen von Leitungen erforderlich ist.

Die nachfolgende Abbildung gibt einen Überblick über das Thema dieser Arbeit.

