

Drahtlose ATM-Netze auf dem Weg zum Standard

Walter Franz • Khaled Ben Younes • Christian Sinner • Rolf Sigle

Die europäische Gemeinschaft fördert bereits seit einigen Jahren Forschungsarbeiten, die drahtlose ATM-Systeme betreffen. Diese Projekte erarbeiten wichtige Grundlagen, die in die Standardisierung bei ETSI einfließen. Und nur standardisierte Lösungen können solche Systeme zu wirtschaftlichen Preisen ermöglichen.

Mit der gerade einsetzenden Verbreitung von ATM-Netzen im privaten und öffentlichen Bereich und dem seit Jahren zu beobachtenden Anstieg der mobilen Kommunikation wurden auch die Standardisierungsgremien nach Abschluß der Arbeiten zu den drahtlosen lokalen Netzen auf die Thematik des drahtlosen Zugangs zu ATM-Netzen aufmerksam. So beschloß die ETSI-Arbeitsgruppe RES 10 nach der Spezifikation des Standards für HiperLAN weitere Spezifikationen für Funk-LAN auf Basis der ATM-Technik für die nichtöffentliche Anwendung zu erarbeiten. Man bezeichnet diese neuen Systeme als HiperLAN Typ 2, 3 und 4. Der ursprüngliche HiperLAN-Standard wurde in HiperLAN Typ 1 umbenannt. Tabelle 1 faßt die Eigenschaften der HiperLAN-Familie zusammen, die in [1] beschrieben sind. Parallel zu den Arbeiten bei ETSI gründete das ATM-Forum Mitte 1996 die Arbeitsgruppe „Wireless ATM“ zur Erarbeitung von Spezifikationen für drahtlose ATM-Systeme.

Da die grundsätzlichen Probleme zu den Schnittstellen zwischen ATM-Festnetz und ATM-Funksystemen gelöst werden müssen, arbeiten diese Gruppe und das ETSI-Gremium RES 10 gemeinsam an dieser Thematik. Während ETSI schwerpunktmäßig die unteren Schichten wie die Funkübertragungstechnik und den Medienzugriff bearbeitet, spezifiziert die Arbeitsgruppe des ATM-Forums unter anderem die nötigen Erweiterungen der ATM- und AAL-Schichten.

HiperLAN Typ 2, Typ 3 und Typ 4

Nach der Fertigstellung des Standards für HiperLAN Typ 1 wurde festgestellt, daß bei der Übertragung zeitkritischer, kurzer Datenblöcke HiperLAN-Typ-1-Systeme in ihrer Leistungsfähigkeit Einschränkungen bezüglich der Kapazität besitzen [2, 3]. Es wurde daher beschlossen, zur Erweiterung von ATM-Netzen ergänzende Standards zu erarbeiten. Dabei wurden drei

Architekturen identifiziert, für die jeweils ein Standard erarbeitet wird. Diese werden als HiperLAN Typ 2, 3 und 4 bezeichnet, Tabelle 1. Jeder Typ ist für eine unterschiedliche Anwendung ausgelegt.

HiperLAN Typ 2 beschreibt ein Netz, das mobilen Terminals über kurze Entfernungen den Zugang zum ATM-Festnetz ermöglicht. Die Anbindung läuft über Basisstationen, die über Kabel oder Glasfasern an ATM-Vermittlungsrechner angeschlossen sind. Flächendeckende Netze können durch die Vernetzung der Basisstationen über drahtgebundene ATM-Netze und einer Trennung der Zellen, z. B. über die Frequenz, erreicht werden. Dies erfordert bei einem Zellenwechsel zudem das Weiterreichen der Verbindungen in die nächste Funkzelle möglichst unter Beibehaltung der bisherigen Dienstgüte. Die hierfür nötige Erweiterung der ATM-Signalisierung wird durch die WATM-Gruppe des ATM-Forums erarbeitet.

Das Bild zeigt das bisher bei ETSI diskutierte Referenzmodell für HiperLAN Typ 2. Die Basisstation (Access Point) stellt im wesentlichen ein Funkmodem dar, das an den um Mobilitätsfunktionen erweiterten ATM-Vermittlungsrechner angeschlossen ist. Die eigentliche Kanalzuteilung über-

nimmt der Vermittlungsrechner, die Basisstation setzt die Steuerung auf die Funkebene um. Das grüne Band stellt den Nutzdatenfluß dar, während die rote Linie den Weg der Verbindungssteuerung beschreibt.

HiperLAN Typ 3 soll sich an die Technik des Typs 2 anlehnen, wobei durch die Verwendung direktonaler Antennen die Reichweite bis auf 5000 m erhöht werden soll. Die Stationen in HiperLAN-Typ-3-Netzen werden stationär sein. HiperLAN-Typ-4-Systeme schließlich werden im 17-GHz-Frequenzband arbeiten und zur Kommunikation von stationären Endgeräten mit Übertragungsraten bis zu 155 Mbit/s ausgelegt sein.

Mittlerweile wurde durch die ETSI-Arbeitsgruppe RES 10 eine technische Richtlinie verfaßt, in der die Anwendungsgebiete und Anforderungen an die HiperLAN-Typen 2, 3 und 4 definiert wurden [4].

ATM-Forum

Mitte 1996 etablierte das ATM-Forum eine Arbeitsgruppe mit dem Ziel, Standards für drahtlose ATM-Systeme zu spezifizieren. Die „Wireless ATM“-Spezifikationen, die von dieser Gruppe entwickelt werden, werden sowohl die Anforderungen an die Mobilitätssteuerung in ATM-Festnetzen als auch die Anforderungen an die drahtlose Ankopplung mobiler Geräte an ATM abdecken. Die Arbeitsschwerpunkte werden in die Mobilitätsunterstützung (Steuerung in den höheren Schichten und Signalisierung für Mobilitätsunterstützung) und die Funkschnittstelle (Funkprotokolle) aufgeteilt.

Die nötigen Erweiterungen der ATM-Standards für den Schwerpunkt Mobilitätsunterstützung betreffen

- die Handover-Steuerung,
- das Verwalten des Aufenthaltsorts und die Authentifikation,
- die Verkehrs- und Dienstgütesteuerung und
- das Netzmanagement.

Die Handover-Steuerung ermöglicht das Wechseln des Aufenthaltsorts, während eine Verbindung aktiv ist. Dafür sind Erweiterungen der Signalisierung der UNI- und der NNI-Schnittstelle nötig. Bei der Verwaltung des Aufenthaltsorts und der Authentifikation wird die Kennung und der Standort der mobilen Endgeräte in

auf einen Blick ...

ATM ist auf dem Weg in den betrieblichen Alltag. Doch im Zuge der Mobilitätswelle stellt sich die Frage, ob und wie man mobile Teilnehmer in das ATM-Netz einbinden kann. Nur wenn dieses zufriedenstellend und kostengünstig gelingt, wird sich ATM endgültig seinen Platz sichern können. ETSI und ATM-Forum widmen sich dieser Fragestellung mit Hochdruck.

entsprechenden Datenbanken verwaltet. Desweiteren umfassen diese Arbeiten die notwendigen Mechanismen für die Authentifikation des Benutzers. Die Mobilität eines Terminals kann unter Umständen bei einem Wechsel in eine benachbarte Zelle die dynamische Neuverhandlung der Dienstgüte erforderlich machen. Die Erweiterung des Netzmanagements ist erforderlich, weil drahtlose mobile Netze die Fähigkeit zum dynamischen Umkonfigurieren erfordern. Die Leistungsüberwachung und Fehleridentifikation sind erheblich schwieriger als in einem Festnetz, können jedoch zentral in der Basisstation oder einem Vermittlungsknoten ausgeführt werden.

Bei den Arbeiten zur Funkschnittstelle wird eine enge Kooperation mit dem ETSI angestrebt.

Förderung durch die EU

Die Europäische Gemeinschaft begann schon frühzeitig, Forschungsprojekte im Umfeld von drahtlosem ATM innerhalb der Race-Initiative mit dem Projekt „Mobile Broadband System“ (MBS) zu fördern (Race: Research and Technology Development in Advanced Communications Technologies in Europe, ein inzwischen abgeschlossenes Forschungsprogramm der EU). In den ACTS-Nachfolgeprojekten werden derzeit weitere Vorhaben zu dieser Thematik bearbeitet (ACTS: Advanced Communications Technology and Services, ein neues EU-Forschungsprogramm). Während in den Race-Projekten die technischen Grundlagen im Vordergrund der Forschung standen, wird bei ACTS besonderer Wert auf die Anwendungen gelegt.

Mobile Broadband Systems (MBS)

Ziel des Race-Projekts „Mobile Broadband Systems“ MBS [5] war die Entwicklung eines zellularen Funksystems für öffentliche Netze, das mobilen Teilnehmern Breitbanddienste mit Bitraten von bis zu 34 Mbit/s zur Verfügung stellt. Das System ist für Anwendungen sowohl in Gebäuden als auch im Freien geeignet. Da die für diese hohen Übertragungsraten notwendige Bandbreite in heute zugänglichen Frequenzbereichen nicht zur Verfügung steht, werden der 40-GHz- und der 60-GHz-Bereich verwendet. Die Entwicklung von Hardwarekomponenten sowie die Untersuchung der Funkkanal- und Materialeigenschaften bei 60 GHz waren ebenfalls Teil der Zielsetzungen in diesem Projekt. Ein weiterer wichtiger Punkt betraf die Definition einer universellen Luftschnittstelle. Das dabei entwickelte Kanalzugriffprotokoll ermöglicht eine flexible Aufteilung der zur Ver-

| HiperLAN | Typ 1 | Typ 2 | Typ 3 | Typ 4 |
|--|-------------------------------------|---|--------------------------------|---------------------------------|
| Anwendung | drahtloses LAN | Lokales drahtloses ATM-Netz | Punkt-zu-Mehrpunkt-ATM-Verb. | Punkt-zu-Punkt-ATM-Verbindungen |
| Trägerfrequenz | 5,15 GHz bis 5,25 (5,3) GHz | (Erweiterung wird z. Z. geprüft) | | 17,1 GHz bis 17,3 GHz |
| Topologie | dezentral organisiertes Ad-hoc-Netz | zellulare, zentrale Struktur | Punkt-zu-Mehrpunkt-Übertragung | Punkt-zu-Punkt-Übertragung |
| Antenne | omnidirektional | omnidirektional | direktional | direktional |
| Funkreichweite | < 50 m | 50 m bis 100 m | 5 000 m | 150 m |
| Dienstgütegarantie | keine; statistisches Verhalten | ATM-Dienstklassen: RT-VBR, NRT-VBR, CBR, ABR, UBR | | |
| Betreiber | privat | privat | privat, öffentlich | privat |
| Mobilität | < 10 m/s | < 10 m/s | stationär, quasistationär | stationär, quasistationär |
| Schnittstellen | konventionelle LAN | ATM-Netze | ATM-Netze | ATM-Netze |
| Nutzdatenrate | < 15 Mbit/s | > 20 Mbit/s | > 20 Mbit/s | 155 Mbit/s |
| Verfahren zur Energieeinsp. | ja | ja | nicht zwingend | nicht zwingend |
| Zellenverzögerung (Standardabweichung) | — | < 5 ms (< 1 ms) | < 5 ms (< 1 ms) | < 5 ms (< 1 ms) |
| Zellenrate mit nicht detektierten Fehlern | — | < 5 · 10 ⁻¹⁴ | < 5 · 10 ⁻¹⁴ | < 5 · 10 ⁻¹⁴ |
| Produktreife | 1998 | 2000 (geschätzt) | nach 2000 | nach 2000 |

Tabelle 1. Eigenschaften der HiperLAN-Familie

fügend stehenden Bandbreite, die die momentanen Bandbreitanforderungen aller Teilnehmer im Versorgungsbereich mitberücksichtigt. Das Weiterreichen aktiver Verbindungen bei einem Funkzellenwechsel wird ebenfalls unterstützt.

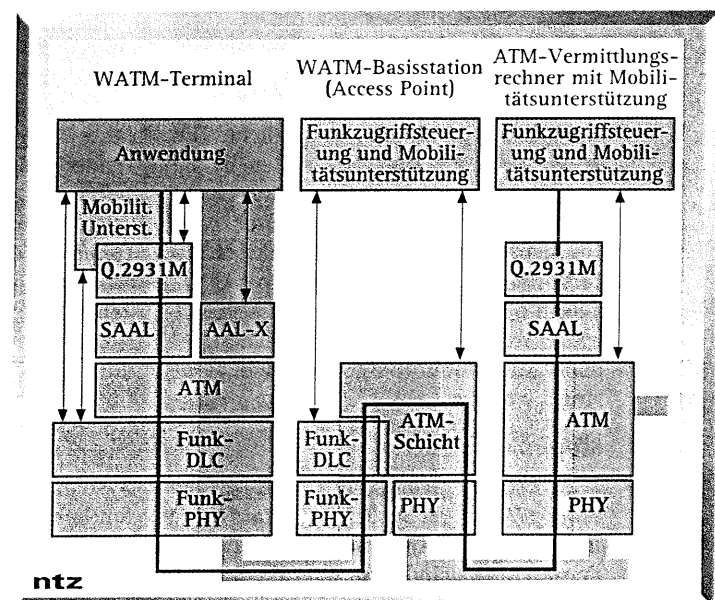
Der entwickelte Demonstrator besitzt lediglich einen Teil der spezifizierten Funktionen und hatte das Ziel, die technische Machbarkeit von 60-GHz-Baugruppen zu einem akzeptablen Preis nachzuweisen. In Feldtests wurde in verschiedenen Umgebungen die Übertragung von Videosignalen mit Übertragungsraten von 16 Mbit/s erprobt und Messungen bei Übertragungsraten von 32 Mbit/s vorgenommen.

System for Advanced Mobile Broadband Applications (Samba)

Die Arbeit der MBS-Gruppe wird in dem ACTS-Projekt Samba [6] weitergeführt. Während das MBS-Projekt stark die Entwicklung von Systemen im Frequenzbereich bei 60 GHz vorantreibt, liegt der Schwerpunkt bei Samba in der Demonstration von Anwendungen mit Datenraten bis zu 34 Mbit/s im 40-GHz-Bereich. Dazu werden die notwendigen Protokolle aus dem MBS-Projekt weiterentwickelt und imple-

mentiert. Zur Steigerung der Akzeptanz des Systems wird außerdem Wert auf die Einflußnahme bei der Standardisierung gelegt.

Samba demonstriert eine Anwendung aus dem medizinischen Bereich und eine drahtlose TV-Kamera. Der Samba-Demonstrator wird in drei Stufen aufgebaut: In der ersten Phase werden mit einer mobilen Station und einer Basisstation die Grundfunktionen erprobt, die Reichweite der Übertragung überprüft und der Anschluß an das B-ISDN Festnetz realisiert. In einer zweiten Phase, mit zwei mobilen Endgeräten, werden Verbindungssteue-



Das Referenzmodell für HiperLAN Typ 2 mit der Verbindungssteuerung (rot)

| | MBS | Samba | Awacs | Wand | Median | Vantage |
|-------------------|-------------------------|-----------------------------------|------------------------|---|-----------------|-------------------------------------|
| Frequenzbereich | 60 GHz (40 GHz) | 40 GHz | 19 GHz (40 GHz) | 5 GHz | 60 GHz | |
| Bandbreite | ≤ 136 Mbit/s | 34 Mbit/s | 34 Mbit/s | 20 Mbit/s | ≤ 136 Mbit/s | ≤ 34 Mbit/s |
| Betreiber | öffentlich, privat | öffentlich (privat) | öffentlich | privat | privat | öffentlich |
| Anwendungsbereich | im Freien, in Gebäuden | im Freien, in Gebäuden | im Freien, in Gebäuden | in Gebäuden | in Gebäuden | im Freien |
| Demonstrator | nur Übertragungstechnik | medizinische Anwendung, TV-Kamera | virtuelles Büro | medizinische Anwendung, Büroanwendungen | Büroanwendungen | Dienstplattform für andere Projekte |

Tabelle 2. Übersicht über die europäischen öffentlich geförderten Pilotprojekte für drahtlose ATM-Netze

zung, Vielfachzugriff und Übertragung zwischen den mobilen Endgeräten gezeigt. In der letzten Stufe wird mit zwei Basisstationen und einem mobilen Endgerät das Weiterschalten von Verbindungen (Handover) sowie die Mobilitätsverwaltung erprobt.

ATM Wireless Access Communication System (Awacs)

In dem Projekt *Awacs* [7] wird ebenso wie bei *Samba* ein System für den öffentlichen Bereich entwickelt. *Awacs* arbeitet im 19-GHz-Band und unterstützt sich langsam bewegende Teilnehmer bei Datenraten bis zu 34 Mbit/s. Es wird eine Reichweite von etwa 100 m angestrebt.

Neben der Netztechnik wird bei *Awacs* auch das Konzept des „virtuellen Büros“ entwickelt. Mit Hilfe dieses Systems sollen multimediale Rücksprachen mit Experten an anderen Standorten möglich werden. Außerdem werden Videokonferenzen zwischen verschiedenen Standorten und der Fernzugriff auf das eigene virtuelle Büro erprobt.

Wireless ATM Network Demonstrator (Wand)

Während bei *MBS* und *Samba* Systeme für öffentliche Netze entwickelt werden, steht beim ACTS-Projekt *Wand* der Bereich der privaten Netze im Vordergrund [8]. Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines Systems, das multimediale Dienste mobilen Teilnehmern zur Verfügung stellt, im 5-GHz-Bereich arbeitet und Datenraten bis zu 20 Mbit/s ermöglicht. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen in die HiperLAN-Standardisierung eingebracht werden. Der *Wand*-Demonstrator wird aus mehreren Basisstationen und mobilen Terminals auf Basis von tragbaren Computern bestehen. Mit diesem System sollen Anwendungen im medizinischen Bereich und in Büroumgebungen demonstriert werden.

Median-Projekt

Im Projekt *Median* ([9]) wird wie im Projekt *Wand* ein System für lokale Netze im privaten Bereich entwickelt. Dabei werden Frequenzbänder im 60-GHz-Bereich verwendet und Datenraten von bis zu 155 Mbit/s angestrebt. Neben Beiträgen

zur Standardisierung sollen bei *Median* auch Fortschritte in der Technik für Bauelemente erzielt werden. *Median* bietet dem Teilnehmer einen drahtlosen Zugang zum B-ISDN. Im Demonstrator sollen die entwickelten Konzepte und Bauelemente mit realen Teilnehmern erprobt werden.

VSAT ATM Network Trials for Applications Groups across Europe (Vantage)

Im Gegensatz zu den bisher vorgestellten Projekten wird in dem Projekt *Vantage* ([10]) ein Satellitensystem entwickelt. *Vantage* bietet europaweite Verbindungen an. In Feldtests mit mehreren Bodenstationen werden über *Vantage* nationale Netze erweitert. Dabei wird im Laufe der Versuche die Datenrate auf über 20 Mbit/s erhöht. *Vantage* weist eine neuartige Netzarchitektur auf, bei der konventionelle Satelliten zusammen mit den Bodenstationen einen verteilten ATM-Switch realisieren. Für *Vantage* ist keine spezielle Anwendung vorgesehen, vielmehr bildet *Vantage* eine Dienstplattform für eine Reihe anderer Projekte, für die teilweise *Vantage* die einzige Möglichkeit der Verbindung darstellt.

ATMmobil-Projekt des BMBF

Neben der europäischen Gemeinschaft begann das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) 1996 das Projekt *ATMmobil* im Bereich der drahtlosen ATM-Netze zu fördern. Das auf insgesamt vier Jahre angelegte Projekt wurde in vier Teilprojekte gegliedert, wobei jedes dieser Teilprojekte eigene Demonstratoren realisieren wird. Innerhalb der verschiedenen Teilprojekte arbeitet eine Vielzahl von Partnern aus der deutschen Industrie und den Hochschulen zusammen.

Das erste Teilprojekt beschäftigt sich mit zellularen drahtlosen ATM-Netzen für den öffentlichen Sektor. Dabei werden Nutzdatenraten von bis zu 20 Mbit/s unterstützt. Im zweiten Teilprojekt wird ein System für den Teilnehmerzugang zu öffentlichen Netzen entwickelt. Dieses System soll den flexiblen und schnellen Anschluß von Teilnehmern an ein festes öffentliches B-ISDN ermöglichen. Im Teilprojekt „Drahtlose lokale ATM-Funknetze“

werden Lösungen erarbeitet, die den drahtlosen Anschluß mobiler Arbeitsplatzrechner an lokale ATM-Festnetze ermöglichen. Hierbei werden auch Szenarien im Consumer-Bereich und in industriellen Anlagen wie z. B. in Produktionshallen oder Warenverteilanlagen betrachtet. Darüber hinaus werden mobile multimediale Endgeräte unterstützt.

Das vierte Teilprojekt arbeitet an einer integrierten Lösung für ein drahtloses ATM-System, das in Gebäuden und im Freien unterschiedliche Datenraten zur Verfügung stellt. Eine weitere wesentliche Aufgabe des Projektes *ATMmobil* ist die Mitarbeit bei der Standardisierung zukünftiger drahtloser ATM-Systeme.

Diese Arbeit wurde gefördert im Rahmen des BMBF-Förderschwerpunkts „Breitbandige Mobilkommunikation für Multimedia auf ATM-Basis“.

Literatur

- [1] Franz, W.; Wolf, M.; Aldinger, M.: Überblick über die europäische Standardisierung von FunkLANs (HiperLAN). Proc. Kommunikation in verteilten Systemen 97 (KIVS 97). Berlin: Springer, 1997
- [2] Franz, W.: HiperLAN – Der ETSI-Standard für lokale Funknetze. ntz Nachr.-tech. Z. 48 (1995) H. 9, S. 10–17
- [3] Wolf, M. Franz, W.: Reduction of hidden node interference in HiperLAN. Proc. Personal Communications Workshop, Frankfurt/M, Dez. 1996
- [4] ETSI TC RES/RES10: Radio equipment and systems (RES): High performance radio local area networks (HiperLAN) Requirements and Architecture. ETSI-Server, Januar 1997
- [5] Mitglieder des MBS-Projekts: Upgraded version of system description document. Dezember 1995, R2067/UA/WP215/DS/P/68b1
- [6] System for Advanced Mobile Broadband Applications. Online-Informationen im Internet: <http://hostria.cet.pt/samba/index.htm>
- [7] ATM Wireless Access Communication System. Online-Informationen im Internet: <http://www.uk.infowin.org/ACTS/ANALYSIS/PROJECTS/AC228.html>
- [8] Wireless ATM Network Demonstrator. Online-Informationen im Internet: <http://www.tik.ee.ethz.ch/~wand/>
- [9] Mobile and Satellite Communications. Online-Informationen im Internet: <http://www.tno.nl/instit/fel/div3/median.html>
- [10] VSAT ATM Network Trials for Applications Groups across Europe. Online-Informationen im Internet: <http://www.uk.infowin.org/ACTS/ANALYSIS/PROJECTS/AC009.html>