

Drahtlose ATM-Systeme

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

Mobilität der Anwender ist eine der Forderungen unserer Zeit – gleichzeitig reden wir von breitbandigen Netzen wie ATM. Die logische Konsequenz lautet daher: Wir brauchen drahtlose ATM-Systeme – und das zu bezahlbaren Kosten.

Die für das kommende Breitband-ISDN entwickelte Kommunikationstechnik ATM (Asynchroner Transfermodus) bietet seinen Nutzern eine Vielzahl von Übertragungsdiensten mit einem breiten Spektrum von Bitraten. Dabei wird der Nutzer bzw. das Endgerät in zukünftigen Systemen die Dienstgütern der Verbindungen mit dem Kommunikationsnetz aushandeln und eine in heutigen Systemen ungekannte Flexibilität bezüglich Dienstqualitäten und -garantien nutzen können. Der Flexibilität der Teilnehmer wird nur noch durch den festen Netzanschlußpunkt Grenzen gesetzt, der die Mobilität der Endsysteme beschränkt. Drahtlose ATM-Systeme werden mobilen Teilnehmern diese Dimension eröffnen und gleichzeitig die für ATM-Netze typischen Dienstmerkmale transparent unterstützen. Das heißt, der Benutzer wird nicht unterscheiden können, ob eine ATM-Verbindung über Funk oder drahtgebunden geführt wird.

Nutzen von Funk-ATM-Strecken

Analog zur Entwicklung drahtgebundener ATM-Netze, die die Zielrichtungen „Lokales Netz“ und „Öffentliches B-ISDN“

verfolgt, ist bereits in diesem frühen Stadium eine Aufspaltung von drahtlosen ATM-Systemen in folgende Anwendungsbereiche erkennbar:

- In drahtlosen lokalen ATM-Netzen wird mobilen Endgeräten ein transparenter Zugang zu privat betriebenen lokalen ATM-Netzen erlaubt.
- Stationäre Zugangsnetze zu drahtgebundenen ATM-Netzen („Wireless Local Loop“) können z. B. im Teilnehmeranschlußbereich genutzt werden.
- Punkt-zu-Punkt-Verbindungen bieten hochbitratige, direkte Funkverbindungen zwischen zwei stationären Funk-ATM-Endgeräten.
- Ein öffentliches zelluläres ATM-Funknetz kann den Zugang zum öffentlichen B-ISDN für mobile Endgeräte bieten.

Jeder dieser Anwendungsbereiche ist durch spezifische Anforderungen und systemtechnische Randbedingungen gekennzeichnet. Allen gemeinsam ist die Forderung nach transparenter Einbindung in drahtgebundene ATM-Netze und nach deterministischen Dienstgütereigenschaften. Aus diesem Grunde werden als Systemstruktur zentral organisierte Ansätze vorgeschlagen. Im Gegensatz zu Adhoc-Netzstrukturen wird der Zugriff auf den Funkkanal hierbei von einer Basisstation gesteuert. Für die Übertragung von Nutzdaten können in solchen Fällen konfliktfreie Mechanismen verwendet werden. Im Vergleich zu konfliktbasierenden CSMA-Verfahren der standardisierten drahtlosen lokalen Netze wie HiperLAN (High performance radio Local Area Network) oder dem IEEE 802.11 [1, 2] treten bei der Nutzdatenübertragung keine Kollisionen auf.

Durch Verknüpfung der Basisstationen über drahtgebundene oder funkgestützte ATM-Strecken und durch eine geeignete Funkzellentrennung können flächendeckende Funk-ATM-Netze realisiert werden. Nicht zuletzt steht zumindest bei einigen der genannten Anwendungen der Aspekt des Netzzugangs zu konventionellen ATM-Netzen im Vordergrund, so daß die Basisstation dann auch vorteilhaft als Schnittstelle zur drahtgebundenen Welt verwen-

det werden kann. Die Architektur eines solchen Systems ist in Bild 1 dargestellt.

Durch die Mobilität der Endgeräte und funkspezifische Randbedingungen ist eine Reihe zusätzlicher Funktionen und Mechanismen erforderlich, um die von ATM-Netzen unterstützten Dienstgüteparameter für jede ATM-Verbindung garantieren zu können. Hierzu gehören besonders:

- **Vielfachzugriffverfahren:** Steuern des Zugriffs auf den Funkkanal in Abhängigkeit des Verkehrsaufkommens;
- **Fehlerbehandlung:** Erkennen und Beheben von Übertragungsfehlern auf den fehleranfälligen Funkstrecken;
- **Handover-Mechanismen:** Weiterschalten von virtuellen Verbindungen bei einem Zellenwechsel einschließlich der Neuverhandlung von Dienstgüteparametern;
- **Verwaltungsmechanismen:** Verwalten von mobilen Endgeräten und Teilnehmern sowie des Aufenthaltsorts bzw. der Erreichbarkeit der einzelnen Teilnehmer;
- **Übertragungssicherheit:** Authentifizieren von Nutzern und Systemen und Verschlüsseln der Funkübertragung.

Eine weitere grundlegende Frage beim Entwurf eines jeden neuen Funksystems ist das Frequenzband. Für Europa stehen hierzu die Hiperlan-Frequenzbänder von 5,15 GHz bis 5,25 GHz bzw. 5,3 GHz und von 17,1 GHz bis 17,3 GHz für drahtlose ATM-Systeme nach den sich derzeit im Anfangsstadium der Standardisierung befindlichen Hiperlan-Standards Typ 2, 3 und 4 zur Verfügung [1, 3]. Weitere Frequenzbänder liegen bei 38 GHz, z. B. für Systeme im Teilnehmeranschlußbereich, bzw. in den ISM-Bändern bei 60 GHz, wobei letztere aufgrund der heute noch

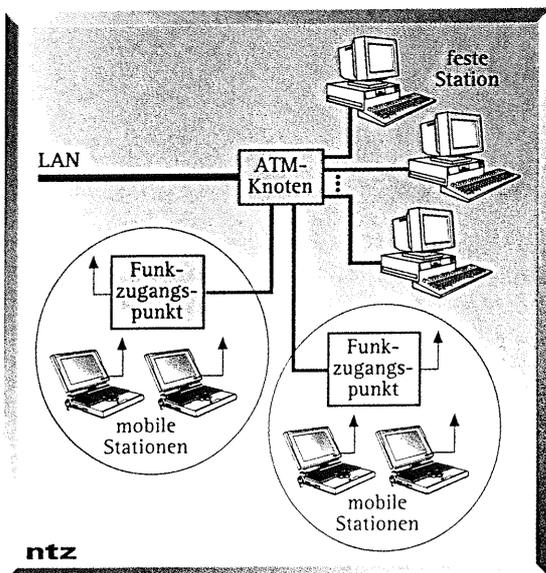


Bild 1. Drahtlose ATM-Netze benötigen Funk-Zugangspunkte

auf einen Blick ...

ATM über Festnetze wird bereits kommerziell angeboten. Für den mobilen Anwender aber stellt sich damit die Frage, wie er denn Zugang zum ATM-Netz erhalten kann. Weltweit wird an Lösungen gearbeitet; die Problematik ist jedoch recht komplex, und bis wir einfach eine ATM-Funkkarte in unseren Laptop schieben können, wird es noch etwas dauern ...

Wo braucht man drahtlose ATM-Verbindungen?

Die Verwendung drahtloser ATM-Systeme ist in nahezu allen Bereichen denkbar, in denen mobile Teilnehmer kommunizieren. Ist eine mobile multimediale Kommunikation gefordert, so erscheinen drahtlose ATM-Netze als ideales Medium.

Drahtloses Netz für mobile Benutzer an wechselnden Arbeitsplätzen: Dieses Szenario geht von einem Benutzer mit einem tragbaren Rechner aus, der nicht nur im Büro, sondern auch z. B. in einem Besprechungszimmer, in Hörsälen oder Warteräumen auf Netzressourcen wie Dateiserver oder Drucker zugreifen möchte. Weiterhin könnte man öffentlich zugängliche Basisstationen, z. B. in Bahnhöfen, Flughäfen oder Einkaufszentren, bereitstellen, die Telefax-Dienste, Internet-Zugang oder Druckerdienste anbieten. Zukünftig werden diese Systeme auch multimediale Informationen übertragen, etwa wenn Videosequenzen abgerufen werden.

Spezialisierte Anwendungen mit in der Hand getragenen Minirechnern: Eine Variante des vorigen Szenarios ist die Verwendung spezieller Rechner mit auf die jeweilige Verwendung ausgerichteten Programmen. Hierzu gehört die bereits in mehreren Forschungsprojekten betrachtete Arztvisite mit elektronischer Krankenakte und Zugriff auf Untersuchungsergebnisse wie z. B. Röntgenbilder. Ein weiteres Beispiel ist die Wartung von Flugzeugen oder anderen komplexen Anlagen mittels tragbarer Rechner, auf denen ein Online-Handbuch mit Videosequenzen abgerufen werden kann und von denen die erledigten Schritte auf einem Server protokolliert werden.

Universeller Netzzugang zum öffentlichen Breitband-ISDN: Ein Szenario, an das heute ebenfalls gedacht wird, das jedoch eher längerfristig realisierbar erscheint, ist der mobile multimediale Zugang zu öffentlichen B-ISDN-Netzen. Hierbei werden alle denkbaren Dienste bis zu einer oberen Nutzdatenrate unterstützt. Ferner muß die Funkübertragungstechnik größere Geschwindigkeiten der Endgeräte erlauben. Es sind flächendeckende drahtlose ATM-Netze mit zellulärer Struktur denkbar, die die heutigen Mobilfunksysteme nach dem GSM-Standard ergänzen werden.

zu teuren Komponenten eher längerfristig interessant werden.

Wo liegen heute die Probleme?

Drahtlose ATM-Systeme werden zum einen die Eigenschaften der (drahtgebundenen) ATM-Technik transparent unterstützen. Zum anderen muß eine Reihe zusätzlicher Mechanismen eingeführt werden, damit die Mobilität der Endgeräte, d. h. deren Unabhängigkeit von einem festen Netzanschlussspunkt, ermöglicht wird. Weiterhin muß die Übertragung von ATM-Zellen über den von mehreren Teilnehmern gemeinsam genutzten und im Vergleich zu Leitungsübertragungen sehr stör anfälligen Funkkanal realisiert werden.

Als Übertragungsraten für drahtlose ATM-Systeme werden je nach Anwendung Nettodatenraten von 20 Mbit/s bis zu 155 Mbit/s angestrebt. Die Funktechnik steht vor der Herausforderung, diese hohen Bitraten zu unterstützen. Dabei sind in den Funkkanälen Mehrwegeeffekte und somit Symbolinterferenzen zu erwarten. Als Möglichkeit, diese zu umgehen, werden vor allem COFDM-Verfahren [4] diskutiert. Hierbei wird der breitbandige Funkkanal in eine Vielzahl schmalbandiger Kanäle unterteilt, in denen je-

weils mit niedrigerer Bandbreite und somit zeitlich längeren Symbolen übertragen wird. Weiterhin wird die Nutzung adaptiver Antennen untersucht [5]. Bandspreiztechniken hingegen führen zu extrem hohen Bitraten auf der Luftschnittstelle, was Nutzung dieser Techniken eher unwahrscheinlich erscheinen läßt.

Da drahtlose ATM-Netze mobile Endgeräte unterstützen, muß deren Mobilität verwaltet werden. Um Roaming zu ermöglichen, können ähnliche Verfahren wie in zellularen Mobilfunknetzen herangezogen werden [6]. Das Aufrechterhalten bzw. die Neuverhandlung von Dienstgütern bei einem Funkzellenwechsel während einer Verbindung (Handover) bedarf neuer Mechanismen [7]. Zum Mobilitätsmanagement gehört auch die Problematik der Zuordnung bzw. Neuvergabe virtueller Verbindungen und Pfade beim Netzaufbau [8] oder eines Zellenwechsels. Im Verlauf eines Handovers kann es vorkommen, daß das Funksystem die Dienstgüter, die in der alten Funkzelle mit dem Endgerät vereinbart wurden, nicht mehr unterstützen kann. Daher werden Mechanismen vorgesehen, die die Dienstgüter während einer Verbindung anpassen, den Dienstgüterwechsel dem Nutzer signalisieren bzw.

Heimanwendungen: Verbindungen zwischen Geräten wie PC, Druckern, Telefax-Geräten, Alarmanlagen, Fernsehgeräten, Video-recordern, Lautsprechern und Audioanlagen sind heute noch im Versuchsstadium, erscheinen zukünftig jedoch sehr realistisch. So könnte eine Audioanlage z. B. Lautsprecher in verschiedenen Aufenthaltsräumen oder im Freien drahtlos versorgen.

Drahtlose Automatisierung in der Industrie: Im Produktionsbereich gibt es z. B. in Prozeßautomatisierungs- oder Kommissioniersystemen eine Vielzahl intelligenter Einheiten, die sich autonom und automatisiert z. B. in einer Fabrikhalle bewegen. Zur Steuerung dieser mobilen Einheiten sind fehlerfreie Übertragungen mit geringen Verzögerungen erforderlich. Des weiteren müssen Alarmmeldungen und andere zeitkritische Daten in Echtzeit übertragen werden. In industriellen Anlagen treten zudem alle anderen heutigen bzw. zukünftigen Kommunikationsdienste auf, angefangen von asynchroner Datenübertragung über Sprachkommunikation bis hin zu zukünftigem multimedialen Datenaustausch. Alle Dienste können mit einem universellen drahtlosen ATM-Netz abgedeckt werden.

Infrastruktur-Alternative anstatt Verkabelung: Diese Anwendung umfaßt den stationären Netzzugang, die sog. „letzte Meile“ der öffentlichen Telekommunikationsnetze. Drahtlose ATM-Systeme werden eine kostengünstige, schnell installierbare und leistungsfähige Lösung für diese Anwendungen bieten, die besonders für die neuen alternativen Netzbetreiber interessant sein werden. Auch wenn aus anderen Gründen eine Verkabelung nicht möglich oder zu teuer ist, wie z. B. in denkmalgeschützten Gebäuden, bietet sich das drahtlose ATM-Netz als leistungsfähige Alternative an. Der mobile Aspekt steht bei diesen Anwendungen nicht im Vordergrund.

Verbindung zwischen zwei Festnetzen: Die Vernetzung z. B. einer Universität, die über eine Stadt verteilt ist, wird heute noch über spezielle Richtfunkstrecken vorgenommen. Hier werden drahtlose ATM-Systeme einen nahtlosen Übergang zwischen drahtgebundenen ATM-Netzen bieten können.

die zur jeweiligen Anwendung passenden Dienstgüteeinstellungen mit dem Netz aushandeln [9].

Kanalzugriffverfahren

Von besonderer Bedeutung für die Garantie von Dienstgütern ist das Kanalzugriffverfahren. Für den Kanalzugriff in drahtlosen ATM-Netzen ist ein neues Protokoll notwendig, das in verdrahteten ATM-Netzen nicht vorhanden ist. Wie in Bild 2 dargestellt, vermitteln in leitungsgebundenen ATM-Netzen die Vermittlungsknoten die übertragenen ATM-Zellen. Dabei werden diese auf den entsprechenden Ausgangsleitungen entweder zu den

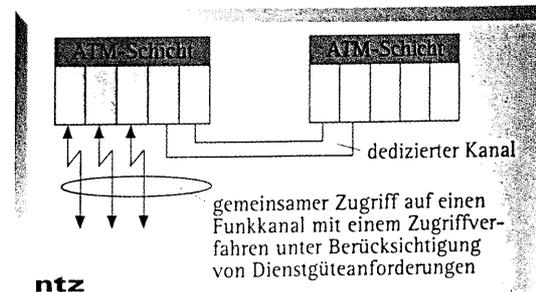


Bild 2. Vielfachzugriff auf den Funkkanal in drahtlosen ATM-Netzen

Endsystemen oder zum nächsten ATM-Vermittlungsknoten gesendet. Ist das Endgerät oder die folgende ATM-Vermittlung jedoch über Funk angebunden, so ist der Funkkanal nicht exklusiv dieser einen Punkt-zu-Punkt-Verbindung zugeordnet, sondern muß mit allen anderen End- bzw. Vermittlungssystemen in Funkreichweite geteilt werden. Hierzu ist ein Kanalzugriffprotokoll notwendig, das die ATM-Zellen aller drahtlosen ATM-Systeme auf dem Funkkanal geeignet multiplext. Dieses ist in Bild 3 als Vielfachzugriffsschicht Funk bezeichnet.

Da Dienstgütern auf Basis der virtuellen Verbindungen garantiert werden, muß das Vielfachzugriffverfahren Kenntnisse über die Dienstgüteparameter der virtuellen Verbindungen besitzen. Diese sind bisher auf der Ebene der ATM-Schicht nicht verfügbar. Innerhalb der konventionellen ATM-Technik wurden hierfür die Adaptionsschichten spezifiziert, die den Dienst der ATM-Schicht an die geforderten Dienstgütern anpassen. Die ATM-Schicht, in der die ATM-Zellen vermittelt werden, unterscheidet hier nach dem Verbindungsaufbau keine Dienste mehr, sondern vermittelt die ATM-Zellen so schnell und so gut wie möglich, so daß in den Schichten unterhalb der ATM-Schicht keine Daten über die Parameter virtueller Verbindungen zur Verfügung stehen. Die für die Verbindungssteuerung notwendige Signalisierung wird durch die Protokolle der Steuerungsebene ausgeführt, so daß diese für ATM-Funknetze dahingehend erweitert werden müssen, daß unterhalb der ATM-Schicht auch im Kanalzugriffprotokoll Informationen über die Dienstgütern der zu übertragenden virtuellen Verbindungen zur Verfügung stehen („Steuerung Funk“ in Bild 3).

Da das Vielfachzugriffverfahren wesentlich für die Einhaltung von Dienstgütereigenschaften verantwortlich ist, kommen nichtkonfliktfreie Zugriffsverfahren z. B. auf CSMA-Basis nicht in Frage. In der Literatur findet man Ansätze, die alle auf zentral organisierten Verfahren beruhen und somit auch zellulare Netzstrukturen

unterstützen [u. a. 10, 11, 12]. Man unterscheidet dabei die Kommunikation im Up- und Downlink. Up- und Downlinkphasen sind entweder durch ein Zeit- oder ein Frequenzduplexverfahren voneinander abgetrennt.

Die Kommunikation ist in den meisten Ansätzen in periodische Rahmen organisiert. Dabei bestimmt die Basisstation mit einer geeigneten Signalisierung bedarfsgesteuert die konfliktfreie Kommunikation im Uplink. Das hierbei auftretende Problem ist die Signalisierung von Übertragungswünschen bei virtuellen Verbindungen mit variablen Bandbreiten. Bei Diensten mit konstanter Bitrate oder konstanter Mindestbitrate kennt die Basisstation zumindest einen Teil der Generierungszeitpunkte zukünftiger Pakete und kann die Mobilstationen entsprechend zur Kommunikation auffordern. In [13, 14] wird dies als vertikale Reservierung bezeichnet.

Schwieriger ist die Signalisierung für Dienste, deren Bitraten entweder schwanken oder bei denen ganz spontan ATM-Zellen erzeugt werden. In diesen Fällen tritt das Problem auf, daß die Mobilstationen spontan die Ankunft neuer ATM-Zellen der Basisstation mitteilen müssen („horizontale Reservierung“). Zu diesem Zweck können Signalisierkanäle verwendet werden, auf die alle Stationen bei Bedarf in einem „Slotted Aloha“-Verfahren zugreifen können. Die Kapazität dieser Kanäle ist jedoch sehr begrenzt, zudem treten bei diesen nichtkonfliktfreien Verfahren Kollisionen auf, die bei zeitkritischer Übertragung zu Zellenverlusten aufgrund von Zeitüberschreitungen führen können.

Übertragungsfehler im Funkkanal

Ein wesentliches Element beim Entwurf der ATM-Technik war die Randbedingung, daß man von sehr fehlersicheren Übertragungsleitungen und -systemen ausgehen konnte. Somit konnten Fehlerkorrektur- bzw. -erkennungsverfahren von den Netzknoten in die Endsysteme verlagert werden. Ein Vorteil ist dabei die schnelle Vermittlung von ATM-Zellen ohne aufwendige und langsame Softwareprozeduren. Der Funkkanal ist jedoch – verglichen mit modernen Übertragungsleitungen – ungleich störanfälliger. Daher ist man gezwungen, in den Funkknoten eben solche Fehlererkennungs- und -korrekturmechanismen wieder einzuführen. Diese müssen innerhalb der Dienstgütebedingungen, die die jeweilige virtuelle Verbindung stellt, realisiert werden. Man sieht daher vor, für zeitkritische Dienste Fehlerkorrekturverfahren anzuwenden. Für zeitunkritische Verbindungen werden besonders Fehlererkennungs- und -wiederholverfahren diskutiert.

Die Problemstellungen drahtloser ATM-Systeme sind heute Gegenstand intensiver Forschungs- und Entwicklungsbestrebungen. Allerdings können die drahtlosen ATM-Systeme die Vielzahl von Anwendungen und Märkten nur dann erschließen, wenn standardisierte Systeme kommerziell verfügbar sind. Im nächsten Heft der **ntz** werden daher die Standardisierungsarbeiten für drahtlose ATM-Systeme vorgestellt und derzeitige öffentlich geförderte Forschungsprojekte beschrieben, welche die Standardisierung unterstützen.

Literatur

- [1] Franz, W.: HiperLAN – Der ETSI-Standard für lokale Funknetze. *ntz Nachr.-tech. Z.* 48 (1995) H. 9, S. 10 – 17
- [2] LeMaire, R. O.; Krishna, A.; Bhagwat, P.; Panian, J.: Wireless LANs and mobile networking: Standards and future directions. *IEEE Commun. Mag.* (Aug. 1996), S. 86 – 94
- [3] 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
- [4] Aldinger, M.: A multicarrier scheme for HiperLAN. *Wireless Personal Commun.* 4 (1997) H. 1, S. 81 – 91
- [5] Falconer, D.: A system architecture for broadband millimeter-wave access to an ATM LAN. *IEEE Personal Commun.* 3 (Aug. 1996), S. 36 – 41
- [6] Eberhardt, R.; Franz, W.: Mobilfunknetze – Technik, Systeme, Anwendungen. Wiesbaden: Vieweg, 1993
- [7] ATM Forum Wireless ATM-Group: WATM-Tutorial. ATM-Forum-Arbeitspapier, 1996
- [8] Sinner, C.: Protocol and management aspects of ATM based wireless networks. *Proc. Wireless 96*, Calgary, 1996
- [9] Diehl, N.; Grill, D.; Held, A.; Kroh, R.; Reigber, T.; Ziegert, T.: System integration for mobile computing. In: *Distributed Platforms*. Chapman & Hall, 1996
- [10] Dastango, S.: A multimedia medium access control protocol for ATM based mobile networks. *Proc. Sixth IEEE Int. Symp. on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC '95)*, Toronto, Kanada
- [11] Petras, D.: Untersuchung eines Kanalzugriffsprotokolls für eine mobile Erweiterung von ATM-Netzen. ITG-Fachber. 135: Mobile Kommunikation. Tagungsunterlagen, 26. – 28. September 1995, Neu-Ulm. Berlin · Offenbach: VDE-VERLAG, 1995
- [12] Ayanoglu, E.; Eng, K. Y.; Karol, M. J.: Wireless ATM: Limits, challenges, and proposals. *IEEE Personal Commun.* 4 (Aug. 1996) H. 4
- [13] Petras, D.; Krämling, A.; Hettich, A.: MAC protocol for wireless ATM: Contention free versus contention based transmission of reservation requests. *Proc. 7th IEEE Int. Symp. on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC '96)*, S. 903 – 907
- [14] Raychaudhuri, D.: Wireless ATM networks: Architecture, system design and prototyping. *IEEE Personal Commun.* 4 (Aug. 1996) H. 4
- [15] Phipps, T.; Loraine, J.; Shipp, N.; Neal, L.; Leach, M.: Wireless ATM physical layer requirements. *ATM Forum 96-1004*
- [16] Agrawal, P.; Hyden, E.; Krzyzanowski, P.; Mishra, P.; Srivastava, M. B.; Trotter, J. A.: SWAN: A mobile multimedia wireless net-

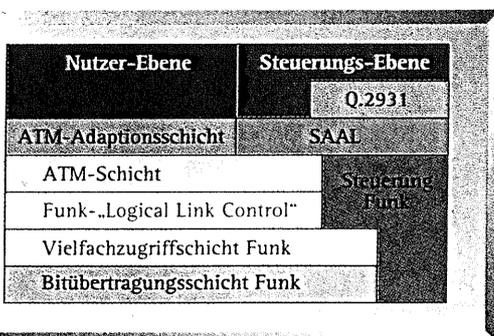


Bild 3. Referenzmodell für drahtlose ATM-Systeme

Funk-ATM-Prototypsysteme

Die meisten der hier beschriebenen Systeme arbeiten mit bereits erhältlichen Funkmodems im 2,4-GHz-Bereich, während die neueren Entwicklungen aufgrund der größeren verfügbaren Bandbreite zum Teil für das 5-GHz-Frequenzband ausgelegt sind.

Symbionics

Symbionics hat einen Prototypen auf Laborniveau aufgebaut, der eine maximale Datenrate von 8 Mbit/s erlaubt und im ISM-Frequenzbereich bei 2,4 GHz arbeitet [15]. Das System hat eine geringe Paketverlustrate von 0,1 % bei Datenpaketen von einer Länge von 2 kByte. Es erlaubt optional die Benutzung mehrerer Antennen und von Fehlerkorrekturverfahren mittels „Forward Error Correction“.

Swan und Bahama der AT&T Bell Laboratories

Das in [16] beschriebene „Seamless wireless ATM network“ (Swan) benutzt kommerziell erhältliche Funkmodems, die ebenfalls im 2,4-GHz-Frequenzband arbeiten. Das Netz ist für den Betrieb in Gebäuden ausgelegt. Die Funkversorgung arbeitet mit sehr kleinen Funkzellen, sogenannten Picozellen. Diese werden von Basisstationen versorgt, die die Endgerätemobilität verwalten und die wiederum über ein ATM-Festnetz untereinander verbunden sind. Die maximale Bandbreite für eine bidirektionale Verbindung beträgt 312 kbit/s, wobei Zweiwegeverzögerungen von bis zu 25 ms bei einer Zellenverlustrate von unter 0,25 % auftreten. Swan besticht durch sein neuartiges Routingverfahren. Es weist eine schnelle Reaktionszeit auf und beruht auf leistungsüberwachten Netzneukonfigurationen, wobei die VPI/VCI-Felder zur Auswahl der Route im Netz benutzt werden. Die Eigenschaften der ATM-Technik werden sowohl im Festnetz als auch im drahtlosen Zugangsbereich durchgängig unterstützt.

Das „Broadband adhoc ATM anywhere“-Projekt (Bahama [17]) hingegen ist ein bereits einige Zeit zurückliegender Versuch, ein drahtloses lokales ATM-Netz aufzubauen, das mobile Benutzer mit breitbandigen Zugängen versorgt. Die Bezeichnung „adhoc“ betrifft jedoch nur die Verbindung der sogenannten „Portable Base Stations“ (PBS) untereinander, während die mobilen Benutzer sich in einem auf die Basisstation ausgerichteten Netz befinden. Eine technische Implementierung wird im Rahmen eines Folgeprojekts namens „Mobile information infrastructure“ in Zusammenarbeit mit Sun Microsystems und mit der Unterstützung des amerikanischen National Institute of Standards and Technology angestrebt.

WATM-Net von NEC C&C Research Laboratories

Das WATM-Net-System [14, 18, 19] ist ein Prototyp eines drahtlosen ATM-Netzes für multimediale Kommunikation. Die für den experimentellen Aufbau benutzten Geräte umfassen Laptop-Computer mit speziellen PC-Card-Adaptoren für Funk, mehrere VME-basierte Basisstationen und einen um Mobilitätsfunktionen erweiterten ATM-Vermittlungsrechner. Die Netzadapterkarten arbeiten mit Datenraten von bis zu 8 Mbit/s im 2,4-GHz-ISM-Frequenzband. Als ATM-Transportdienste werden ABR, CBR und VBR unterstützt. Der Kanalzugriff arbeitet mit einem TDMA/TDD-Protokoll. Da ein erheblicher Teil des Netzprotokolls über den Prozessor der Mobilstationen abgearbeitet wird, können Anwendungen bisher nur Datenraten von rd. 1 Mbit/s erreichen. Bis Ende 1997 soll jedoch das derzeitige Modem durch ein 5-GHz-Funkteil ersetzt werden, um einen Bruttodurchsatz von 25 Mbit/s zu ermöglichen.

work. IEEE Personal Commun. 3 (1996), H. 2, S. 18 - 33

[17] Eng, K. Y.; Karol, M. J.; Veeraraghavan, M.; Ayanoglu, E.; Woodworth, C. B.; Pancha, P.; Valenzuela, R. A.: A wireless broadband adhoc ATM local-area network. Wireless Netw. 1 (1995) S. 161 - 174

[18] Johnston, C. A.: A network interface card for wireless ATM networks. 7th IEEE Int. Symp. on Per-

sonal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC '96), Taipei

[19] Raychaudhuri, D.; French, L. J.; Siracusa, R. J.; Biswas, S. K.; Yuan, R.; Narasimhan, P.; Johnston, C.: WATM-Net: A prototype wireless ATM system for multimedia personal communication. NEC USA, C&C Research Laboratories, Princeton, NJ/USA

Verlagsverzeichnis 1997

VDE
50 JAHRE
KOMPETENZ
VERLAG

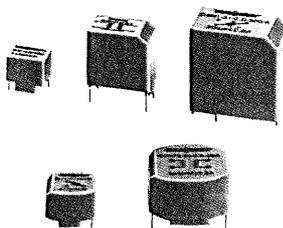
Über 400 Fachbücher, fünf Fachzeitschriften und das VDE-Vorschriftenwerk (mit Auswahlen) werden Ihnen in dieser Programmübersicht mit Kurzbeschreibungen vorgestellt.

VDE-VERLAG GMBH · Postfach 12 23 05 · D-10591 Berlin
Telefon: (030) 34 80 01-0 / Fax: (030) 341 70 93
Internet: <http://www.vde-verlag.de>

TIMONTA

Ringkerndrosseln für Printmontage

Jetzt auch in SMD-Ausführung



Bei geringstem Platzbedarf bietet die neue TIMONTA Drosselgeneration hervorragende elektrische Werte bei optimalem Preis-/Leistungsverhältnis. Das Programm umfaßt 3 Familien:

- Lineardrosseln
- Speicherdrosseln
- Magnetisch kompensierte Drosseln

Je nach Applikation kann der Anwender zwischen Gehäusen für stehende oder liegende Montage wählen.

Neu!! Miniaturdrosseln konform VDE 0565 für 250V-Anwendung.

TIMONTA GmbH + Co.

79108 Freiburg i.Br. · Wöhlerstraße 1-3
Tel. (07 61) 50 41 50 · Fax (07 61) 50 21 87

CoBRA

Der Komplett-Tester für's ISDN: Inbetriebnahme, Service und Wartung



Multifunktional

Der CoBRA ist der portable Mehrzweck-Analysator für den ISDN-Basis- und Primärmultiplex-Anschluß: Protokollanalyse, Übertragungsmessung, Überprüfung von Diensten und Dienstmerkmalen.

...liefert auch ohne PC das komplette Protokoll!

Modular

Die drei Steckplätze des CoBRA lassen sich mit verschiedenen Anschlußeinheiten bestücken - je nach Meßaufgabe. Erhältlich sind für den Basisanschluß die Schnittstellen S₀ und U_{VO} (4B3T, 2B1Q) und für den Primärmultiplexanschluß S_{2M} die Varianten ITU (CCITT) und North America T1.

Bedienerfreundlich

Das hintergrundbeleuchtete 10 x 12 cm große VGA-Display läßt Sie den CoBRA komfortabel bedienen und Fehler schnell erkennen.

Fordern Sie ausführliche Informationen an!

EHS Electronic Systems GmbH
Landsberger Str. 398 • 81241 München
Telefon 0 89 / 54 67 29-0 • Telefax 0 89 / 54 67 29-25
E-mail: ehs@aol.com

EHS