

**BAND 3**

**ELEKTRONIK & ELEKTROTECHNIK BIBLIOTHEK**

**RALF KUHLMANN, RITTAL ELECTRONIC SYSTEMS**

# ATCA

**ADVANCED TELECOM COMPUTING ARCHITECTURE -  
DIE PLATTFORM DER ZUKUNFT FÜR TELEKOMMUNIKATIONSSYSTEME**

**FRANZIS**

Deutschlands ältester Technik-Verlag

# Einleitung und Grußwort

Liebe Leserinnen und Leser,

wohl kaum ein Ereignis hat die Telekommunikationsindustrie so stark und nachhaltig beeinflusst wie der wirtschaftliche Abschwung Anfang des neuen Jahrtausends. Auch heute, fast eine Dekade später, hat sich die Branche noch nicht vollständig erholt. So erleben wir aktuell einige bedeutende Übernahmen und Zusammenschlüsse großer namhafter Unternehmen, um den zukünftigen technischen, wie kommerziellen Herausforderungen gewachsen zu sein.

Hauptgründe hierfür sind, neben häufigen Ressourcen- und Kapazitätsproblemen bei den Neuentwicklungen, die wechselnden Prioritäten durch den fortschreitenden Wegfall proprietärer Lösungen und die deutlich schnelleren Produktzyklen bei den zukünftigen Systemgenerationen.

Mehr und mehr verschmelzen die Telekom-Applikationen mit *Triple-Play*, der Zusammenführung drahtgebundener und mobiler Telefonie, der digitalen Daten- und Bildübertragung *HDTV* und der Breitband-Internetkommunikation (z. B. *VoIP*).

Zudem gibt es einen deutlichen Trend der Zusammenführung bei einigen Kommunikations- und Industrieanwendungen; z. B. in der Robotik, bei schnellen Maschinensteuerungen, in der Prozessüberwachung, aber auch in der digitalen Medizintechnik, wie z. B. bei Patienteninformationssystemen und in der Kernspintomographie. Überall dort, wo schnelle Datenverarbeitung und -übertragung oder aber Datenspeicherung mit hoher Kapazität und Datendichte gefordert ist, ist die Tendenz zur Zusammenführung zu erkennen.

Mobile Kommunikationsnetzwerke und die fortschreitende Digitalisierung brauchen neue Produktlösungen – von high-end bis low-end, zentral und dezentral.

Hervorzuheben sind hier, neben dem *WLAN*, den *Hubs* und *Switch-Servern*, Anwendungen wie *WiFi* (Wireless Fiber), *WiMax* (Wireless Breitband) und als neuester Trend das digitale Fernsehen, mit dem neuen Telekommunikationsstandard *UMTS/3G* (Uniform Mobile Telecommunication Service), auch auf dem Mobiltelefon.

In der Synergie vieler dieser Anwendungen und Applikationen werden neue, modulare und flexible Plattformstrategien und Systemlösungen benötigt. Dabei sind die Grundstrukturen der neuen Kommunikationsinfrastruktur standardisiert und mit offenen sowie zukunftsweisenden Übertragungs- und Busarchitekturen versehen.

Ziel und entscheidendes Element für den weiteren Erfolg sind dem Standard angepasste Komponenten mit deutlich reduzierten Kosten bei den neuen Gerätegenerationen (CapEx) und den zukünftigen Carrier-Kosten (OpEx).

Dabei setzen die Entwickler verstärkt auf die neu definierten Standards aus den Normungsaktivitäten der unterschiedlichen Standardisierungsgremien, wie *PICMG* und *IEEE*.

Durch die Verschmelzung der Systeme bedarf es neuer, schnellerer Bustopologien, wie der *Advanced Telecommunication Computing Architecture (ATCA)* oder *CPCI Express* sowie den dazugehörigen Standardsystemplattformen, als *commodity of the shelf (COTS)*, also direkt vom Lager.

Als neuester Standard wurde zudem Ende Juli 2006 mit *MicroTCA* eine weitere erste Spezifikationsstufe der weiteren Verkleinerung und Migration verabschiedet und weltweit freigegeben. Im Fokus stand hierbei die Grunddefinition des flexiblen, digitalen Minikommunikationsrechners für die Industrie und quasi jeden Haushalt. Gemeinsam mit dem neuen *AMC-Standard* (Advanced Mezzanine Cards) für kleine Aufsteckkarten ergeben sich dabei zusätzliche und vielfältige Ansätze für neue Produktentwicklungen der Lieferanten von Standardkomponenten und der spezialisierten Systemintegratoren, im großen Marktumfeld der Telekommunikation, Industrieautomatisierung und im Service.

Das Potenzial liegt in der Summe und der Vielzahl der im Markt etablierten Bustechnologien und Systemarchitekturen. So wurde laut Lieferstatistik des Jahres 2005 das Umsatzvolumen im wichtigen Prozessormarkt mit rund 2,5 Milliarden US\$ angegeben.

Das Wachstumspotenzial für die nächsten 2–3 Jahre ist deutlich zweistellig prognostiziert.

Auch *ATCA* und *MicroTCA* sollen schnell wachsen und die älteren Standards in der Telekommunikation ablösen. Allerdings gibt es bei der Aufteilung der möglichen Kommunikationsanwendungen und den Wachstumsprognosen der neuen *ATCA*-basierten System- und Produktgenerationen unterschiedliche Schätzungen und Aussagen verschiedener Marktforschungsinstitute.

Eher konservative Einschätzungen geben die Marktchancen mit einem durchschnittlichen Wachstum von 146 % und prognostizierten 3 Milliarden US\$ im Jahr 2009 an. Vergleichbare Prognosen sehen den weltweiten Gesamtmarkt sogar bei 10 Milliarden US\$.

Welche Studie auch gewählt wird, das jeweils aufgezeigte Marktpotenzial ist riesig und mehr als attraktiv.

Deutlich zu erkennen ist hier auch die zukünftige Bedeutung der asiatischen Märkte. Bereits von 2005 auf 2006 verdoppelte sich der Marktanteil in Asien.

Die zukünftigen Innovationen konzentrieren sich auf Modularität, Flexibilität und die Möglichkeit der Systemintegration. Dabei ist eine deutliche Reduzierung der Komplexität und Typenvielfalt angestrebt.

Die Integrationsleistung kommt aus den Backplane-Entwicklungen (backplane = Rückwand) und modularen Elektronikkomponenten, wie z. B. intelligente Stromversorgungen, Alarmkarten, Vernetzung, System- und Klimaüberwachung (Shelf Management Control, ShMC), als stärkstes Argument.

Eine der ganz großen Herausforderungen bei *ATCA*- und *MTCA*-Systemen wird das Thema Klimatisierung von Baugruppen sein. Aufgrund des

kompakten Designs von z. B. MicroTCA-Systemen ist pro Chassis mit Verlustleistungen von 600 W und mehr zu rechnen. Hier gilt es, effiziente Kühlsysteme bereitzustellen, bevor bei den Anwendern die Probleme entstehen. Komplexe Lösungen sind gefragt, abgestimmt auf die individuellen Anforderungen, die dem Anwender maximale Sicherheit bieten.

Letztere ist unser stärkstes Verkaufsargument, denn die hohe Datenübertragung und -verdichtung sowie die Migration der Systeme führen zu großen Herausforderungen bei der Wärmeabfuhr und benötigen Antworten für neue Kühltechnologien. Mit einer Verlustleistung von immerhin rund 3,5 kw pro ATCA-System, benötigt man maßgeschneiderte Lösungen für die vielfältigsten Problemstellungen, von der Systemkühlung bis zum klimatisierten Schaltschrank.

Dieses Buch möchte Ihnen einen Überblick über die derzeit geführten Standardisierungsdiskussionen geben, technische Ansätze aufzeigen und erste verfügbare Systemplattformen beschreiben sowie einen Ausblick auf die zukünftigen Anwendungen geben.

Mein besonderer Dank geht dabei an die Autoren und Co-Autoren des Buches, insbesondere Herbert Erd (GE Fanuc, Augsburg) sowie Uwe Markus, Markus Witte und Michael Seele (HARTING Technology Group, Espelkamp), den Rittal-Mitarbeitern der Abteilungen Produktmanagement, Entwicklung und Qualitätssicherung. Und schließlich bedanke ich mich herzlich bei Liane Hötger und Hans-Robert Koch, die durch Lektorat und Koordination wesentlich zur Entstehung des vorliegenden Werkes beigetragen haben.

Ich wünsche Ihnen viel Begeisterung beim Lesen und Studieren der vielfältigen Möglichkeiten und Anwendungen in der neuen multimedialen Informations- und Telekommunikationstechnik.

Denn es gibt sie, die spürbare Aufbruchstimmung in der Telekommunikation – möge der positive Trend lange anhalten.

Ralf Kuhlmann, Geschäftsführer Rittal Electronic Systems  
Herborn, Sommer 2007

# Inhalt

<b>Einleitung und Grußwort</b> .....	5
<b>1 Grundlagen und Anforderungen</b> .....	13
1.1 Einführung und Philosophie .....	15
1.2 Warum AdvancedTCA? .....	17
1.3 Vorteile, die eine klare Sprache sprechen .....	19
1.4 Typische und spezielle Anwendungsgebiete .....	21
1.4.1 Übersicht möglicher Applikationen .....	22
1.5 Anforderungen an den mechanischen Aufbau .....	25
1.5.1 Das AdvancedTCA-Gehäuse (Shelf) .....	28
1.5.2 Belüftungssysteme mit Hochleistungs-Gebläsen .....	30
1.5.3 Luftfiltermatte .....	30
1.5.4 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) .....	33
1.5.5 Elektrostatische Entladung .....	33
1.5.6 GND-(Ground-)Kontakt .....	34
1.5.7 Die Shelf-Mechanik .....	35
1.5.8 Zubehör .....	35
1.5.9 AdvancedTCA-Carrier für AMC-Module .....	39
1.5.10 Advanced Mezzanine Card-(AMC-)Module .....	43
1.6 Entwärmung/Klimatisierung .....	43
1.6.1 Physikalische Grundlagen .....	45
1.6.2 Kühlung mit Luft .....	50
1.6.3 Alternative Kühlkonzepte .....	56
1.6.4 Wärmetransport per Heatpipe .....	57
1.6.5 Wärmetransport per Flüssigkeit .....	58
1.6.6 Simulation erspart Umwege .....	62

1.7	Die Märkte .....	68
1.7.1	Die Telekommunikation in radikaler Umbauphase .....	74
1.7.2	Immer höhere Geschwindigkeit im Internet .....	76
1.7.3	Anwendungen, Systeme und Produkte .....	83
<b>2</b>	<b>Systeme und Komponenten .....</b>	<b>91</b>
2.1	AdvancedTCA ist dynamische Realität .....	93
2.2	Mechanischer Aufbau .....	96
2.3	Shelf und virtueller Baugruppenträger .....	99
2.3.1	AdvancedTCA-Entwicklungssysteme .....	100
2.3.2	AdvancedTCA-Systeme für das Backoffice .....	100
2.3.3	AdvancedTCA-Systeme für erweiterte Applikationen .....	103
2.4	Backplane (Rückwand) .....	106
2.4.1	Stromversorgung, Datentransfer und benutzerdefinierte Funktionen werden in drei getrennten Zonen geregelt .....	108
2.4.2	Simulationen .....	114
2.4.3	Einflussgrößen, welche die Signalintegrität prägen .....	116
2.5	Power Entry-Module .....	120
2.6	Steckverbinder .....	122
2.6.1	Neue Steckverbinder entstehen in einer virtuellen Welt .....	125
2.6.2	Steckverbinder für AMC-Module .....	130
2.7	Shelf-Management .....	140
2.7.1	Das dreistufige Management bei AdvancedTCA .....	140
2.7.2	Definitionen / Schnittstellen des Shelf-Managers .....	141
2.7.3	IPMB per Bus oder Stern .....	142
2.7.4	Überwachte Komponenten .....	142
2.7.5	Dedicated Shelf-Management .....	143
2.7.6	Field Replaceable Units (FRUs) .....	145
2.7.7	Alarmfunktionen .....	147
2.7.8	Cross Connect .....	147
2.8	Klimatisierungslösungen in der Praxis .....	148
2.8.1	Kühlung per Luftstrom .....	149
2.8.2	Flüssigkeitskühlung .....	151

2.8.3	Wasser plus Luftstrom für Bladeserverracks .....	154
2.8.4	Eine ökonomische Klimatisierung will gut geplant sein .....	156
<b>3</b>	<b>AMC und AMC Carrier Blades .....</b>	<b>159</b>
3.1	Die Advanced Mezzanine Card .....	164
3.1.1	Luftstrom und thermisches Umfeld .....	169
3.1.2	Leistungskritische E/A-Entscheidungen .....	173
3.2	Von Carriern, Blades, Frontboards und Servern .....	177
3.2.1	Wie AMC-Carrier-Blades die Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der AdvancedTCA-Systeme steigern .....	179
3.3	Einsatzmöglichkeiten für AMC-Module .....	182
3.4	Zusammenfassung und Ausblick .....	184
<b>4</b>	<b>MicroTCA .....</b>	<b>187</b>
4.1	Grundlagen MicroTCA .....	189
4.1.1	Entwicklungsziele in den Basisspezifikationen .....	190
4.1.2	Ziele und Entwicklungen bei Telekom-Anwendungen .....	193
4.2	Wie MicroTCA entstand .....	194
4.2.1	MicroTCA-Systeme .....	198
4.2.2	Anwendungen .....	204
4.3	Kaskadierende Wärme im Rack vermeiden .....	207
4.4	PicoTCA .....	210
4.5	Ausblick .....	214
4.5.1	Zukünftige Anforderungen .....	215
4.5.2	Marktschätzungen .....	218
<b>5</b>	<b>Normative Grundlagen .....</b>	<b>221</b>
5.1	Spezifikationen, Standards und Normen für Anwendungen der AdvancedTCA-Technologie .....	223
5.1.1	Die zuständige Standardisierungsorganisation .....	223
5.1.2	Standards in der Schnellübersicht: Die Inhalte der PICMG 3.X und PICMG 2.X .....	225
5.1.3	Wesentliche Komponenten der TCA-Spezifikationen .....	227



5.1.4	AdvancedTCA-Spezifikationen .....	228
5.2	AMC-Spezifikationen .....	232
5.3	MicroTCA-Spezifikationen .....	236
5.4	Schlussbemerkungen .....	237
<b>6</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>239</b>
	<b>Sachverzeichnis .....</b>	<b>253</b>

# **1 Grundlagen und Anforderungen**

## 1.1 Einführung und Philosophie

Die Advanced Telecom Computing Architecture – AdvancedTCA oder ATCA – ist die erste hersteller- und anwenderübergreifende Spezifikation für skalierbare Vermittlungsrechner-Architekturen (Carrier-Grade-Systeme), in der die hochmoderne Switched-Fabric-Technik verwirklicht ist. Der hierbei vollzogene Technologiewechsel – weg von der parallelen und hin zur seriellen Bustechnologie – befähigt AdvancedTCA-Systeme, in einem einzigen Shelf 2,5 Terabit pro Sekunde zu schalten und zu verarbeiten. Die visionäre Idee vom kompletten Vermittlungsamt in einer einzigen Blackbox ist damit ein gehöriges Stück näher gerückt.

Bereits im Januar 2003 wurde durch die PCI Industrial Manufacturers Group (PICMG) mit der PICMG 3.0/Version 1.0 die Basisspezifikation

### Single-ended bussted signaling (CompactPCI)

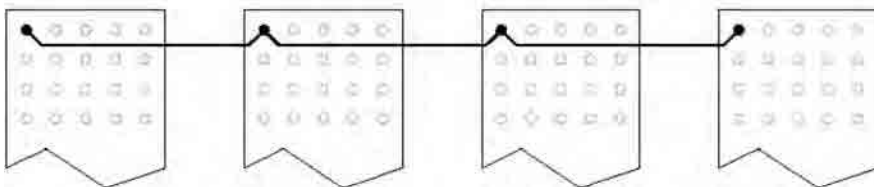


Abb. 1.1: Paralleler Datenbus (z. B. bei CompactPCI)

### Differential point-to-point signaling (AdvancedTCA)

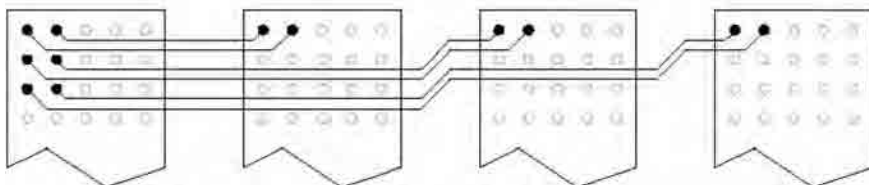


Abb. 1.2: Serieller Bus = Switched Fabric bei AdvancedTCA

für den Bereich AdvancedTCA verabschiedet. Seit der ersten Publikation und dem sofortigen regen Interesse aller namhaften Hersteller und Telekommunikationsbetreiber kann man die Test- und Erprobungsphase als erfolgreich abgeschlossen bezeichnen. AdvancedTCA hat sich dabei mehr als bewährt und geht seit Mitte 2005 mit Standardsystemen in den praktischen Betrieb.

Durch seine offene Plattformstruktur lassen sich mit AdvancedTCA unterschiedlichste Netzwerkkonfigurationen und -komponenten realisieren. Diese können besonders ökonomisch aus kommerziellen Standardbausteinen aufgebaut werden. Dort – und nur dort – wo deren Funktionalität zur Lösung einer speziellen Aufgabenstellung nicht ausreicht, werden neue Module geschaffen. Durch die bei AdvancedTCA eindeutig festgelegten Schnittstellen lassen sich diese mit den Standardbausteinen zu einem Shelf mit neuer Funktionalität kombinieren. Wie in einer Art „Hardwarebibliothek“ stehen sie darüber hinaus für neue – ähnliche – Aufgaben generell zur Verfügung. Das hält den Aufwand für Sonderentwicklungen überschaubar gering und sichert selbst für „exotische“ Anwendungen ein schnelles Time-to-Market.

Die hohe Leistung und Zuverlässigkeit, die AdvancedTCA bereits per Definition in die Wiege gelegt wurde, vereinfacht die Entwicklung und den Aufbau äußerst leistungsfähiger Systeme erheblich und erschließt Anwendungen von Wireless-, Wirelane- und Breitband-Plattform-Diensten der nächsten Generation(en). Beispielhaft seien hier Core Applications, Digital Subscriber Line Access Multiplexer (DSLAM), Fiber-to-the-Home Terminals (FttH), Cable Modem Termination Systems (CMTS), Edge-Switches oder komplexe Firewall-Funktionen aufgeführt, die sich mit einem AdvancedTCA-System verwirklichen lassen.

Geradezu unschlagbar wird AdvancedTCA durch die herstellerunabhängige Definition der Aufbaumechanik (Formfaktor), der Energieverteilung, der Kühlung, des Systemmanagements, der Kommunikationsstrategie und

der einzelnen Backplane-Topologien: Dies schafft die Voraussetzung, zukünftig auf ein geradezu riesiges Potenzial unterschiedlichster Komponenten zugreifen zu können. Der VME-Bus in all seinen Ausprägungen und der PCI-Standard in unterschiedlichsten Applikationen zeigen eindrucksvoll auf, welcher dauerhafte Erfolgsweg sich Produkten durch eine Standardisierung erschließt. Auch AdvancedTCA hat sich auf dieser Erfolgsspur eingeordnet und gibt bereits zügig Gas.

## 1.2 Warum AdvancedTCA?

Um ihre ganz spezifischen Leistungen zu unterstreichen und die jeweilige Leistungsfähigkeit zu stärken, haben Telekommunikationsgesellschaften in der Vergangenheit ihre ureigenen Systeme entwickelt, respektive von ihren – jeweils mehreren – Lieferanten als proprietäre Systeme entwickeln lassen. Vor diesem Hintergrund waren sie von dem Gedanken, eine einheitliche Systemplattform für alle Anwender der Branche zu schaffen, zunächst nicht sonderlich begeistert. Andererseits bestanden jedoch – verschärft gerade in den Jahren nach der Jahrtausendwende – enorme finanzielle Zwänge durch den immer lebhafter werdenden gegenseitigen Wettbewerb. Dieser Kostendruck, der auch die Entwicklungsseite der Hersteller mehr und mehr belastete, konnte auch durch das geradezu explodierende Informationsaufkommen in den Netzen nicht aufgefangen werden. Mehr noch: Er wurde durch diese Situation sogar verschärft; denn das größere Verkehrsaufkommen ließ sich nur durch neue, sehr viel leistungsfähigere Technik bewältigen – was eine neue Drehung der Entwicklungskosten-Spirale bedeutete.

Gleichzeitig war auch klar, dass eine Neuentwicklung dieser schnellen Technik als proprietäre Lösung mit den Ressourcen Einzelner nicht zu realisieren war. Noch viel schwerer wog allerdings die Tatsache, dass die bereits jetzt schon existierende „babylonische Sprachverwirrung“ der unterschiedlichsten Hard- und Softwarekomponenten mit weiteren Systeme-



Abb. 1.3: Oberste Priorität ist höchste IT-Performance

men endgültig unauflösbar geworden wäre. Schon jetzt durchläuft der Daten- und Kommunikationsverkehr verschiedene Stationen, von denen viele auf unterschiedlichen Architekturen basieren: Gateways, Soft-Switches, Videoserver, E-Commerce-Server, Filter, Web-Services und Firewalls.

Die dringend gebotene Verbesserung der monetären Effizienz und der technischen Effektivität der Systeme hat letztlich die Telekommunikationsunternehmen zu überzeugten Mitstreitern des AdvancedTCA-Gedankens der PICMG werden lassen, die in ihrem Kreis mehr als 400 Unternehmen zählt. Konvergenz ist das zukünftige Einmaleins der Tele- und

Datenkommunikation. Schließlich bietet ein einheitliches, standardisiertes Produkt viele Vorteile gegenüber der proprietären Einzellösung: Es ist günstiger in der Beschaffung, die Zahl der benötigten Ersatzkomponenten bleibt überschaubar klein, Standardmodule stehen in vielfältiger Auswahl zur Verfügung, es sind nicht dutzende unterschiedlichster Softwarepakete zu pflegen und – last, not least – reduziert sich der Schulungsaufwand für Betrieb und Service durch weniger Teilevielfalt beträchtlich. Hinzu kommt ein Gewinn an Betriebssicherheit; denn bei AdvancedTCA ist die Austauschbarkeit von Modulen im laufenden Betrieb realisiert. Kurz: AdvancedTCA verwirklicht die COTS-Philosophie: Commercial-Of-The-Shelf, also „ab-Lager-Verfügbarkeit“ von Kernprodukten und daraus modifizierten Sonderprodukten. Eine leistungsfähige Telekommunikationsindustrie benötigt für ihre zukünftigen Aufgaben auf Hersteller- und Betreiberseite eine solche COTS-Telecom-Supportinfrastruktur. Diese ist der durch VITA-VME im kommerziellen, wissenschaftlichen (CERN) und militärischen Bereich geschaffenen oder der bei CompactPCI verwirklichten Standardisierung ähnlich.

### **1.3 Vorteile, die eine klare Sprache sprechen**

Die „5 mal 9“, die von heutigen Systemen mit einer Systemverfügbarkeit von 99,999 Prozent gefordert werden, bedeuten eine Ausfallzeit pro Betriebsjahr bei Rund-um-die-Uhr-Betrieb von gerade einmal 325 Sekunden. Dabei laufen die Wünsche und Bestrebungen in dieser Branche, wo Betriebszeit direkt mit Geld gleichzusetzen ist, bereits auf die „6 mal 9“ hin! Man kann sich diese Zuverlässigkeit für technische Betriebssysteme kaum noch vorstellen, denn die daraus resultierenden 30 Sekunden Ausfallzeit pro Jahr reichen kaum zum Lokalisieren des Einschubs, Betätigen der Entriegelung, Ziehen der Karte, Einstecken der neuen Karte und deren Verriegelung aus. Sie entsprechen ungefähr der Zeit, die Sie gerade zum lauten Lesen der letzten zwei Sätze benötigt haben. Auf dem Weg zur Verwirklichung können schließlich sogar mechanisch stabile Bauteile wie

Steckverbinder zum Risikofaktor Nummer eins werden (siehe Kapitel 2.4). Umso wichtiger ist es deshalb, dass AdvancedTCA gemäß Definition und Spezifikation gewichtige Vorteile auf der Habenseite verbuchen kann:

- Designed für und fokussiert auf die Belange der Telekommunikation (Edge, Core, Transport).
- Unterschiedliche Backplane-Topologien für den seriellen Datentransfer (Dual-Star-, Dual-Dual-Star-, Full-Mesh-Architektur).
- Bis zu 2,5 Terabit pro Sekunde Gesamtbandbreite in einem Shelf (Full-Mesh).
- Unterstützung von bis zu 14 bzw. 16 Boards je Shelf.
- Volle Hot-Swap-Fähigkeit: Alle Boards und aktiven Module sind als Field Replaceable Units für den Austausch im laufenden Betrieb konzipiert.
- Extern zugeführte und in der Vermittlungsstelle unterbrechungsfrei bereitgestellte  $-48$  V DC. Interne Spannungsversorgung über redundant aufgebaute Power Entry Modules (PEM) mit Überwachungsfunktionen; dadurch hohe Versorgungssicherheit und, durch die höhere Spannung, geringere Stromstärken in der Backplane.
- Bis zu 200 W erlaubte Verlustleistung pro Board ermöglicht höchste Rechnerleistungen, bedeutet aber auch maximal 2,8 (3,2) kW Wärmeerzeugung je Shelf. Deshalb:
- Vorgeschriebenes Mindest-Entwärmungskonzept per Zwangskonvektion über Lüfter. Andere Kühlkonzepte sind ebenfalls zulässig (z. B. Flüssigkeitskühlung).



- Standardisiertes, sehr effektives Systemmanagement mit Überwachung aller wichtigen Funktionen und Selbstdiagnose des Systems.
- Unterstützung mehrerer Übertragungsprotokolle wie Ethernet (bis 10 Gigabit), Fibre Channel Infiniband, Starfabric, Rapid-IO, PCI Express, Advanced Switching Fabrics.
- Separate, doppelt redundante Ethernet Control Plane Fabric.
- Einhaltung der NEBS-Spezifikationen bezüglich Erschütterung, Vibration und Umgebungsbedingungen.
- Unterstützung für die Bauformen 600 mm ETSI und 19“ (beide mit max. 14 Boards) und 23“ (max. 16 Boards).
- Hochgeschwindigkeitsverbindungen über optionale Rear Transition Modules.
- Weitgehende Prozessorunabhängigkeit (beispielsweise DSP, Netzwerkprozessoren).
- Unterstützung von Mezzanine-Modulen wie PMC, AMC (siehe Kapitel 3.1). Dadurch kostengünstiger Zugriff auf ein großes Reservoir bestehender Lösungen. (Weiterer Vorteil: Mit AMC-Modulen lassen sich direkt – ohne Carrier – MicroTCA-Systeme aufbauen).

## 1.4 Typische und spezielle Anwendungsgebiete

Durch seine skalierbare Architektur unterstützt AdvancedTCA eine Vielzahl standardisierter und proprietärer Fabric-Schnittstellen. Der Datenverkehr kann dabei über zwei grundsätzliche Architekturen erfolgen:

- Die Dual-Star-Architektur definiert für AdvancedTCA die Mindestanforderungen. Dabei sind zwei Fabrics mit zwei bis 14 Knotensteckplätzen (Nodes) sternförmig verbunden.
- Die Full-Mesh-Architektur stellt den Königsweg dar: Dabei sind alle Steckplätze mit allen anderen verbunden, homogen aufgebaut und unterstützen sowohl Fabrics als auch Knoten.

(Die oft erwähnte Dual-Dual-Star-Architektur ist eine Variante der Dual-Star-Architektur und weist gegenüber dieser die doppelte Zahl an Hub-Steckplätzen auf. Dadurch erfordert sie jedoch ebenso viele Layer wie die Full-Mesh-Lösung, ohne deren Vorteile zu haben.)

Damit erschließt sich dieser Technologie der Zugriff auf ein breites Programm modularer Baugruppen, das täglich um weitere Lösungen wächst. Neben seinem systemtypischen Anwendungsschwerpunkt Telekommunikation (siehe Abb. 1.4.) ermöglicht dies generell auch Lösungen, die eine anspruchsvolle, sehr schnelle und stabile Rechnerarchitektur fordern, wie dies beispielsweise für komplexe Automatisierungsaufgaben gilt. Darüber hinaus können mit den ursprünglich spezifisch für AdvancedTCA entwickelten Funktionsträgern „Advanced Mezzanine Cards (AMC)“ sehr kostengünstig MicroTCA-Systeme aufgebaut werden (siehe Kapitel 4).

### 1.4.1 Übersicht möglicher Applikationen

#### **Engbandkabel-Einheiten**

Ortsanschluss an den Digital Loop Carrier (internationale Bezeichnung für moderne, breitbandige Netzzugangskonzepte, die in der Lage sind, mehrere Dienste – beispielsweise Sprache und Daten – zu bündeln und den daraus resultierenden Datenstrom über elektrische oder optische An-

schlussleitungen zu übertragen), Optical Network Units (ONU, teilnehmerseitiger optischer Netzabschluss) und digitale Nebenstellenanlagen.

### PSTN-Elemente

PSTN steht für Public Switched Telephone Network und ist damit das öffentliche Telefonnetz. Hierzu gehören Universal AIN Elemente, SCP, SCC, NCP, STP, DLC / GR-303 Hostterminal, TDM Switch Core Replacement, PBX E911, CALEA-Host.

### Drahtlose Elemente

Das sind Basis-Transceiver-Station, Basisstationssteuerung, drahtloses Zugangsgateway, Funknetzsteuerung, SGSN/GGSN, Home Location Regulator.

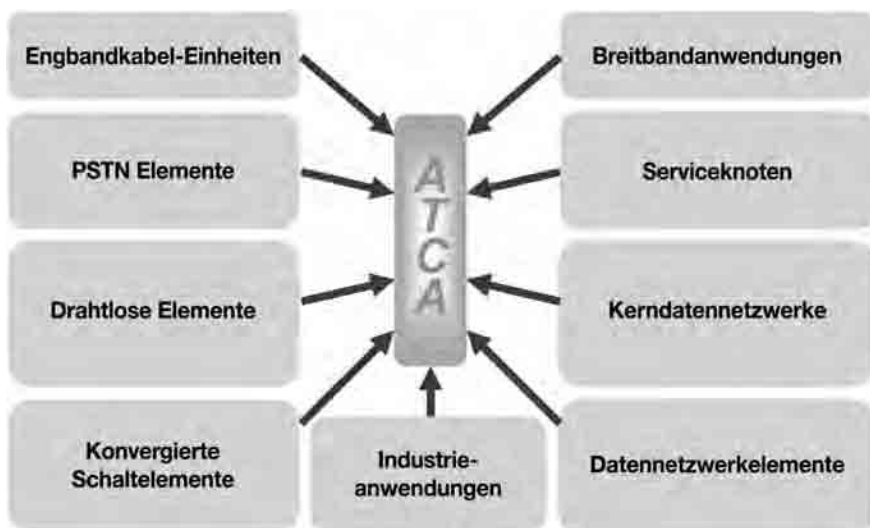


Abb. 1.4: Typische Anwendungen für AdvancedTCA

**Konvergierte Schaltelemente**

wie Softswitch, Kabelzugangsgateway, Anschlussstellengateway, Signalgateway, Host für Internettelefonie, Gateway für das Komprimieren, Vocoder und Verschlüsselung.

**Industrieanwendungen**

wie Fabrikautomation und komplexe Robotersteuerung, Multimediastudios, Verkehrssteuerung, Schifffahrt, Luftfahrt und militärische Aufgabenstellungen.

**Breitbandanwendungen**

wie DSL-AM, Kabelmodemanschlusssystem und Kopfstelle, FTTx als Ausbaustufe eines optischen Teilnehmeranschlussnetzes.

**Serviceknoten**

mit Echosperrung, Netzwerkressourcenserver mit intelligenter Peripherie, Fernanschlussserver/Modempool, Interactive Voice Response (IVR, Oberbegriff für computergestützte Kommunikationsanwendungen, die einen weitgehend automatisierten Telefondialog des Anrufers mit einem zentralen System/ICR-System ermöglichen. Steuerung über Stimme und/oder Tastatur.) und Voicemail-Systeme.

**Kerndatennetzwerke**

Vermittlung zum LAN-Hub; Intelligent Peripheral (Komponente eines intelligenten Netzes, die in einem separaten Modul spezielle Telekommunikationsfähigkeiten zur Verfügung stellt); Router; ATM-Vermittler (Asynchronous Transfer Mode, international standardisierte Übertragungs- und Vermittlungstechnologie, um den Bandbreitenbereich von einigen Mbit/s bis zu einigen Gbit/s abzudecken); optisches Transportterminal (digitales Vermittlungssystem DACS, Wellenlängenmultiplexverfahren WDM) und metaoptisches System.

## 2.3 Shelf und virtueller Baugruppenträger

Standardisierter, durchgängig modularer Aufbau (skalierbare Architektur) heißt der Erfolgsschlüssel bei AdvancedTCA. Für die Shelves bedeutet das, dass je Shelf bis zu 14 Slots bei 19“-Systemen (theoretisch auch im ETSI-600-mm-Standard, der allerdings für diese Technologie bisher keine praktische Bedeutung erreicht hat) und bis zu 16 Slots in 23“-Systemen für den ETSI-Standard bestückt werden können.

AdvancedTCA nutzt grundsätzlich die volle Breite dieser Systemwelten (19“, 23“). Bei 8 HE hohen Frontboards und mit zusätzlichem Bauraum oberhalb und unterhalb der Steckkarten, beispielsweise für Lüfter und Luftfilter, ergibt dies mächtige, würfelartige Gebilde von bis zu 600 mm Kantenlänge (Höhe 13 HE, 578 mm, Tiefe 505 mm, Breite 482,6 oder 584,2 mm).

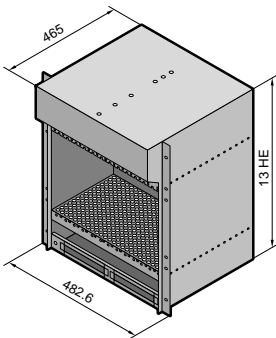


Abb. 2.3: Bautiefenoptimiert und dennoch ein mächtiger Würfel ist dieses typische Backoffice-System.

Da nicht grundsätzlich 14 oder 16 Slots benötigt werden – vor allem bei Test-, Erprobungs- und Servicesystemen –, lag es nahe, für diese Anwendungsbereiche handlichere Gehäuse bereitzustellen. Möglich ist dies durch den horizontalen Einbau der Systemkarten. Nachfolgend werden von beiden Bauvarianten – stehender Karteneinbau für den Einsatz im

Backoffice und liegender für Testsysteme oder weitere Applikationen – Beispiele vorgestellt.

Die hier gezeigten Systeme sind Edelstahlkonstruktionen mit einer zum Patent angemeldeten, einteiligen Kartenführungs-/Luftfilter-Kombination. Verwirklicht ist dabei das *typische hexagonale Lochbild*, das – bei Einhaltung der  $\lambda/2$  Bedingung für die Wellenlänge des abzuschirmenden Störsignals – mit rund 70 % freier Durchgangsfläche für den kühlenden Luftstrom ein Optimum darstellt.

### 2.3.1 AdvancedTCA-Entwicklungssysteme

Entwicklungssysteme sind für Anwender gedacht, die um die PICMG 3.X herum schnelle Systemkarten für Telekommunikations-Anwendungen entwickeln. Sie stehen von unterschiedlichen Herstellern in verschiedenen Ausführungen zur Verfügung. Das System von Rittal beispielsweise ist ein voll funktionsfähiges MPS mit 14 Slot in Open-Frame-Bauweise für optimale Zugänglichkeit von allen Seiten. Die mechanischen Abmessungen sind 19“ (482,6 mm) x 14 HE (622 mm) x 385 mm Tiefe. Ausgerüstet ist es mit einer Full Mesh Backplane und 48-V-DC-Eingang auf der Rückseite. Die Entwärmung erfolgt über sechs Lüfter unterhalb der Karten. An allen Steckplätzen können, zusätzlich zu den vorderen Systemkarten, rückseitige I/O-Module (RTM) gesteckt werden.

### 2.3.2 AdvancedTCA-Systeme für das Backoffice

Ein typischer Vertreter dieser Systeme, der bereits breiten Einzug in Backoffice-Anwendungen gefunden hat, ist das AdvancedTCA-System VS1 von Rittal.

Shelves für professionelle AdvancedTCA-Anwendungen in 19“-Bauweise sind optimalerweise bereits vom Gehäuselieferanten voll funktionsfä-

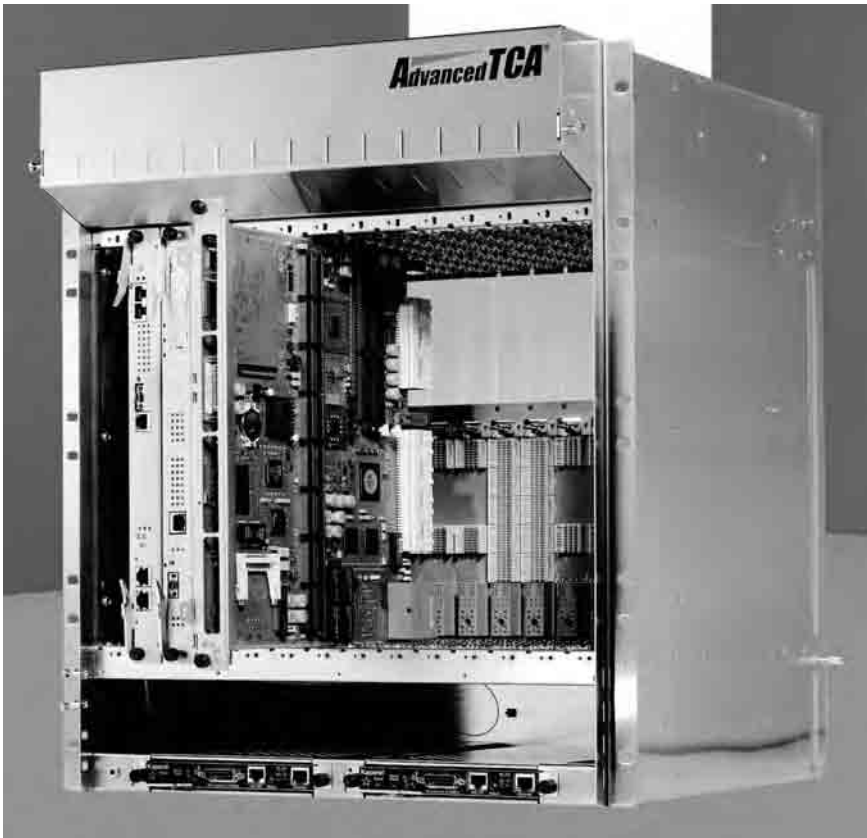


Abb. 2.4: Das VS1 in 19"-Bauweise ist ein 13 HE AdvancedTCA-System mit 14 Slots, wie es typisch in Backoffice-Anwendungen eingesetzt wird.

hig aufgebaut. Sie sind für 14 Steckplätze front- und rückseitig, zwei, vier oder mehr Power Entry Module, Kabelmanagement, Steckplätze für die Shelf-Management-Cards sowie für eine Dual Star oder eine Full Mesh Backplane geprüft. Ferner sind sie mit kräftigen Entwärmungssystemen für die maximal rund 3 kW an erzeugter Verlustwärme ausgestattet. Das System der obigen Abbildung nutzt dazu beispielsweise vier kräftige Gleichspannungsgebläse RiCool mit je 320 m<sup>3</sup>/h Luftleistung. Diese sind Hot-Swap-fähig und redundant so ausgeführt, dass bei Ausfall eines Gebläses – selbst bei voll bestückten 14 × 225 W – die Kühlung des Shelves gewährleistet bleibt. Unterschieden wird, je nach Shelf-Management-Controller, in zwei Ausführungen: den *Intel WT* oder *Pigeon Point PP 500*. Darüber hinaus gibt es Varianten mit kundenspezifischen ShMCs, die über das „Muss“ der Standardisierung hinausgehen und zusätzliche Managementfunktionen wahrnehmen, wie dies beispielsweise Alcatel-Lucent bei seinen Systemen macht. Die weiteren Details der Standard-Systeme sind wie folgt:

- 19“ (482,6 mm) x 13 HE (578 mm) x 465 mm (plus 40 mm hinterer Überstand für die PEMs)
- 14 Slots à 6 TE für Front- und Rearboards
- Busplatine für Dual-Star- oder Full Mesh mit *bussed* oder radialem IPMI
- Vier rückseitig gesteckte PEMs für 48 V/50 A
- Plug-&-Play-Steckplätze für zwei ShMC
- Freiraum für rückseitigen Telecom-Service-Anschluss
- Frontseitig gesteckter Filterrahmen mit Luftleitblech und Filtermatte



Zukünftige Shelves im ETSI-Standard werden bei 23“ Breite 16 Steckplätze bieten. Mit dem Marktwachstum ist damit zu rechnen, dass – trotz oder gerade wegen der klaren Vorgaben der Standardisierung – auch kundenspezifische Ausführungen vermehrt angefragt werden und zum Einsatz kommen. Hier heißt es für die Packagingspezialisten, zwischen beratender Lenkung des Kunden hin zum standardisierten System mit all seinen Vorteilen und dem Umsetzen individueller Lösungen einen tragfähigen Kompromiss zu finden. Ziel dabei muss sein, nicht in die proprietäre Falle der Vergangenheit zu tappen.

### 2.3.3 AdvancedTCA-Systeme für erweiterte Applikationen

Erfolg ist der Vater des Erfolgs. Dies bewahrheitet sich einmal mehr auch bei AdvancedTCA. Die überzeugende Leistungsfähigkeit dieser Technologie und der Vorteil ihrer standardisierten Modularität strahlen bereits auf Applikationen außerhalb des Telecommarktes aus, die ebenfalls auf hohe Datentransferraten und Rechnerleistungen setzen. Aber auch im uralten Einsatzfeld wird nicht immer die Systempower von 14 oder 16 aktiven Einschüben benötigt. Für solche Anwendungsbereiche seien nachfolgend zwei nahezu baugleiche Shelves vorgestellt, die sich dennoch in einem wesentlichen Punkt beinahe dramatisch unterscheiden.

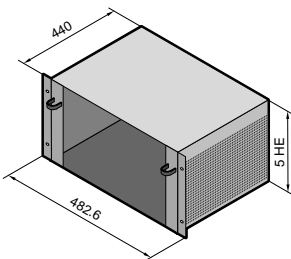


Abb. 2.5: Small is beautiful: So klein kann AdvancedTCA sein.

### **AdvancedTCA-Shelves in 5 HE**

Eine 5 HE (rund 220 mm) hohe Shelf-Variante kann durch ihre kompakte Ausführung für spezielle Telecom-Anwendungen vorteilhaft sein und zusätzliche Einsatzmöglichkeiten erschließen, beispielsweise als Test- oder Servicesystem. Darüber hinaus eröffnen sich einer solchen Ausführung auch Anwendungen, die außerhalb des Backoffices und näher beim Endgeräteanschluss liegen. Vorteilhaft ist dabei, dass der PICMG-Standard durchgängig erhalten bleibt.

Die technischen Daten:

- 19" (482,6 mm) x 5 HE (222 mm) x 440 mm
- Sechs Slots frontseitig horizontal angeordnet, davon zwei Switch Slots mit RTM

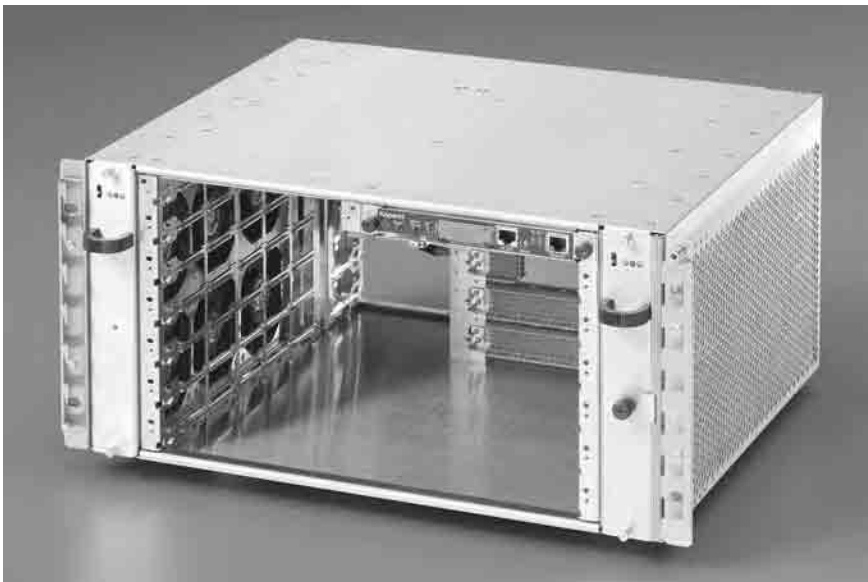


Abb. 2.6: Klein und leistungsfähig: Das 19" Shelf HS1 für 6 Slots horizontal

- Fünf Slots insgesamt für RTM (Input/Output)
- Kühlung von bis zu 200 W/Slot im Front- und 30 W im Rear-Bereich
- Zwei Hot-Swap-Lüftereinheiten mit je sieben Lüftern, herausziehbarer Filter
- Plug-&-Play-Shelf-Management-Controller PP 500 oder Intel WT
- Full Mesh-Busplatine oder Dual-Star
- Zwei PEMs 48 V, 50 A

#### **AdvancedTCA- Shelf in 5 HE mit Wechselspannungs-Versorgung**

Die *Wechselspannung* in der Überschrift ist kein Druckfehler – auch wenn AC und AdvancedTCA ursprünglich nicht zusammengehören. Für diese Anwendungen sind 36 bis 72 V DC spezifiziert. Aber nicht überall stehen die ausfallgesicherten Gleichspannungen der Vermittlungsämter zur Verfügung – schon gar nicht bei Anwendungen außerhalb dieses Genres. Um auch hier die hohe Leistungsfähigkeit der AdvancedTCA-Bausteine nutzen zu können, hat Rittal ein flachbauendes System mit Wechselspannungsversorgung aufgelegt. Seine technischen Daten und die mechanischen Abmessungen sind praktisch deckungsgleich mit dem oben beschriebenen Shelf, lediglich die PEMs entfallen zu Gunsten eines

- Weitbereichsnetzteil 90 – 264 V AC/48 V DC, 1.000 W

# 4 MicroTCA

## 4.1 Grundlagen MicroTCA

MicroTCA-Systeme (*MTCA*, *MTCA*,  $\mu$ *TCA*) sind ein Teil der Telecommunications Computing Architecture (TCA) und für die kompakten Abmessungen von AMC-Modulen optimiert. AMC-Module (Advanced Mezzanine Cards) sind moderne (advanced) Aufsteckkarten (Mezzanines). *Mezzanine* leitet sich ursprünglich aus dem Italienischen ab und bezeichnet bautechnisch ein „Zwischengeschoss“. Deshalb ist der Name bei den hier beschriebenen Telekommunikationsanwendungen auch etwas irreführend, denn sie werden sowohl in AdvancedTCA-Carriern als auch in MicroTCA-Systemen direkt und nicht als Aufsatz auf eine Trägerplatine gesteckt.

MicroTCA-Systeme bieten eine besonders große Anwendungsvielfalt. Es können Kleinsysteme (zwei AMC-Karten), mittlere Systeme mit bis zu 12 AMC-Karten in einem Shelf und große, schrankfüllende Systeme aus mehreren Shelves aufgebaut werden. Alle denkbaren Zwischengrößen sind theoretisch machbar. Durch die Vielfalt an bereits verfügbaren und zukünftigen AMC-Modulen, die in MicroTCA-Systemen als normale Einsteckkarten, also ohne Carrier, genutzt werden, ergibt sich eine immer größer werdende Anwendungsvielfalt für neue Applikationen. Die grundlegende MicroTCA-Spezifikation MTCA.0 (Micro Telecommunications Computing Architecture Base Specification) wurde am 24. Juli 2006, nach knapp zwei Jahren Entwicklungszeit, von der PICMG (PCI Industrial Computer Manufacturers Group) ratifiziert. Ab diesem Zeitpunkt können nun mit der Spezifikation konforme Anwendungen gebaut, installiert und betrieben werden.

Kapitel 4 befasst sich mit den Zielen der Hersteller, Systemintegratoren und Endanwender sowie mit einem Überblick über die gegenwärtig verfügbaren Marktentwicklungsabschätzungen. Ein Teil der Ziele ist klar



Abb. 4.1: AMC-Module sind integraler Bestandteil von MicroTCA-Systemen.

und offiziell in den Basisspezifikationen MTCA.0 und AMC.0 angegeben. Diese werden also auch bei zukünftigen Erweiterungen und bei der Formulierung neuer Ziele automatisch berücksichtigt. Für einen Ausblick ist es aber auch wichtig, was sonst noch zu erwarten ist. Das sind hauptsächlich Tendenzen und daraus abgeleitete Ziele in Bezug auf andere Anwendungen in Industrie, Transportwesen, Medizin, Wissenschaft und Militär; denn bisher sind ausschließlich Telekom-Anwendungen definiert.

#### 4.1.1 Entwicklungsziele in den Basisspezifikationen

Die Basisspezifikation MTCA.0 definiert MicroTCA-Systeme wie folgt:

- Ergänzung zu AdvancedTCA
- Uneingeschränkte Übereinstimmung mit der AMC.0-Spezifikation

- Systemverwaltung kompatibel zu AdvancedTCA-Shelf-Management
- Günstige Kosten-, Größen- und Modularstruktur
- Niedrige Einstiegskosten
- In weiten Bereichen wählbare Leistung und Zuverlässigkeit (Dienstegüte)
- Modular, (dadurch) einfache Wartung
- Verwendbar in 19 Zoll breiten und 300 mm tiefen Standardgehäusen oder Baugruppenträgern
- Zuverlässige Entwärmung bei 20 W bis 60 W (80 W für MCH) Verlustleistung je AMC-Modul
- Einsetzbar in Temperaturbereichen von  $-40^{\circ}\text{C}$  bis  $+65^{\circ}\text{C}$
- Stromversorgung mit 12 V DC
- Geplante Einsatzdauer (life cycle) von 8 Jahren
- Bis zu 40 GB/s Gesamtdatenrate auf der Backplane
- Backplane für Stern, Doppelstern und vermaschtes Netz (mesh)
- Nutzbare Zuverlässigkeit wählbar zwischen 0,999 und 0,99999
- Passend für (einige oder alle) AMC-Modulgrößen
- Modultausch bei laufendem Betrieb (Hot Swap) in Übereinstimmung mit AMC.0 und AdvancedTCA

AMC-Module sind integraler Bestandteil dieser MicroTCA-Systeme. Aus den obigen Definitionen leiten sich daher die Entwicklungsziele gemeinsam ab. Einige (wesentliche) davon seien hier nochmals pointiert: AMC-Module

- sind für den Einsatz in AdvancedTCA-Karten optimiert; erleben keine Einschränkung durch andere Chassis-Spezifikationen
- sind Bausteine für MicroTCA-Systeme
- haben eine Systemverwaltung, die eine Erweiterung des Shelf-Managements in AdvancedTCA-Systemen ist
- erlauben Modultausch bei laufendem Betrieb (Hot-Swap)
- sind optimiert für Datenübertragung mit LVDS (Low Voltage Differential Signaling)
- unterstützen unterschiedliche Prozessoren, DSPs und spezielle Netzwerkprozessoren
- führen zu verkürzten Entwicklungszeiten durch Standardisierung
- sind auf Telekom-Anwendungen in festen, drahtlosen und optischen Netzen konzentriert
- zeichnen sich durch Modularität und flexible Konfigurationsmöglichkeiten aus
- sind vorbereitet auf höhere Übertragungsraten (12 GB/s je Datenkanal und Richtung)



Diese Aufgabenstellung gilt auch für zu erwartende horizontale und vertikale Erweiterungen und Ergänzungen der Spezifikationen. In diesem weitgesteckten Rahmen sind in Zukunft vielfältige Anwendungen möglich.

### 4.1.2 Ziele und Entwicklungen bei Telekom-Anwendungen

In den Spezifikationen wird mehrfach und deutlich auf die Kompatibilität von AMC-Modulen und MicroTCA-Systemen zur AdvancedTCA-Architektur hingewiesen. So sind zukünftige Einsatzbereiche wie die Unterstützung von AdvancedTCA-Systemen mit höherer Flexibilität, die Nutzung als dezentrale Leitungsvermittlung beim Kunden oder der Einsatz als Netzknoten in einem größeren Netz vorgegeben. Dies gilt besonders für MicroTCA-Anwendungen, in denen keine Spitzenleistungen oder Leitungskapazitäten benötigt werden. Wichtig ist dabei die harmonische und optimierte Zusammenarbeit mit komplexen AdvancedTCA-Systemen. Durch die Vielfalt an bereits verfügbaren und zukünftigen AMC-Schnittstellenkarten können entsprechend vielfältige Anforderungen in nahezu beliebigen Konfigurationen erfüllt werden.

Typische Anwendungen für MicroTCA-Systeme finden sich in/als Basisstationen für Mobilfunk, beispielsweise nach OBSAI-Vorgaben (Open Base-Station Architecture Initiativen), Netzzugangsstationen, Netzknoten, Leitungskonzentratoren und kleineren Netzwerken. Auch in Vermittlungen für WiMAX- oder Wi-Fi-Netze und in Knoten für Servicezugänge großer Anlagen kann MicroTCA-Technik eingesetzt werden. Herkömmliche Telefonzentralen, Ethernet-Verteilerstationen und Firewall-Systeme sind in dieser Technik ebenfalls mögliche Anwendungsbereiche. Bei einer späteren Erweiterung auf schnellere Verbindungstechnik wie 10 GB/s Ethernet müssen dann nur die davon betroffenen AMC-Module ausgetauscht werden, während die Aufbauarchitektur komplett erhalten bleibt.

Fibre-Channel-Schnittstellen für leistungsfähige, große Speichersysteme sind bereits definiert, weshalb große Speichersysteme, mit oder ohne RAID-Anordnung, als Standardanwendungen konfigurierbar sind. Das ist sehr praktisch, weil über viele und schnelle Kanäle große Datenmengen eingespeist, gespeichert und wieder ausgegeben werden. Auch modulare PCs mit AMC-Modulen für Medienschnittstellen (Digital-TV, DVD-Spieler, Videokameras, Camcorder, Internetradio, usw.) für den privaten Hausgebrauch sind zukünftig möglich, weil bei Nutzung von HDTV auch dort viele Leitungen mit hohen Datenraten bedient werden müssen. Ein kompletter PC auf einem AMC-Modul ist schon als Katalogprodukt beim Hersteller GE Fanuc Embedded Systems erhältlich.

Der zukünftige Markt für standardisierte AMC-Module und für kleine MicroTCA-Systeme im Telekom-Markt ist so groß, dass eine schnelle Marktentwicklung zu erwarten ist. Anlaufschwierigkeiten sollten dies nicht ernsthaft beeinträchtigen, sondern schlimmstenfalls etwas abbremsen. Anwendungen außerhalb von Telekom sollten sinnvollerweise erst nach einer gewissen Stabilisierung dieses Bereichs angegangen werden.

## 4.2 Wie MicroTCA entstand

Die PICMG 3.x Spezifikationen definieren für den Einsatz in Telefon- und Datenvermittlungszentralen Gehäuse mit relativ großen mechanischen Abmessungen. Auch die AdvancedTCA-Karten sind mit den Maßen  $322,25 \times 280 \times 30,38$  mm deutlich größer als Doubleuropakarten, die für den VMEbus und für CompactPCI eingesetzt werden.

Bei der sehr großen Anzahl an Anwendungs- und Schnittstellenkombinationen ist es recht aufwendig, die dafür benötigte Vielfalt an Kartenvarianten in dieser großen Bauform herzustellen – zumal viele dafür erforderliche „Grundfunktionen“ identisch sind und auf jeder „großen“ Karte stets erneut bereitgestellt werden müssten. Sinnvoll wäre es doch, so die Idee,

diese Grundfunktionen auf einer und die spezifischen Funktionen auf getrennten Modulen abzubilden. Deshalb wurde die beim VMEbus seit über zwei Jahrzehnten bewährte Technik der Aufsteckmodule (mezzanines) übernommen. Ab Ende 2002 wurden entsprechende Spezifikationen für AMC-Module entwickelt. Diese Einsteckkarten (AMC-Module) haben andere Größenmaße, als die beim VMEbus und bei CPCI eingesetzten Aufsteckmodule. Auch werden die AMC-Module nicht auf eine Trägerkarte „huckepack“ aufgesteckt wie bei den meisten anderen Mezzanine-Karten, sondern sind hier eigenständige Module. Deshalb können sie im laufenden Betrieb von vorne gesteckt oder gezogen werden. Bis zu acht einfache oder vier doppelt hohe AMC-Module passen auf die Größe einer AdvancedTCA-Basiskarte (eines *Blades*). Dieses Blade wird

- als Carrier bezeichnet, wenn es solche AMC-Module aufnehmen kann
- als AMC-Carrier-Blade bezeichnet, wenn es mit solchen AMC-Modulen bestückt und damit eine funktionsfähige Einheit ist

Der intelligente Mix dieser standardisierten Aufsteckmodule (die, jedes für sich, nur eine eng begrenzte Funktionalität haben) ergibt dann die benötigte Vielfalt der Anwendung.

Erst als die AMC-Module bereits weitgehend standardisiert waren, gab es ab 2004 Bestrebungen, die kleinen AMC-Karten auch in herkömmlicher Weise einzusetzen – also ohne Adaption in einem Carrier, als normale Steckkarten in einen Baugruppenträger mit entsprechender Backplane. Derart sollten sie als kleine flexible Rechnersysteme für vielfältige Anwendungen (auch außerhalb der Telekom) zu nutzen sein. Aus dem Zusatzprodukt AMC entstand eine eigenständige Systemtechnik. Diese neue Technik erhielt die Bezeichnung MicroTCA. Die AMC-Module aus der AdvancedTCA-Technik sind also die Steckkarten in MicroTCA-Systemen.

Die amerikanischen Originalbezeichnungen orientieren sich an einem liegenden Modul. Das ist insofern logisch, als die AMCs quer (also liegend) in den Carrier eingeschoben werden. Dieser steht als typisches AdvancedTCA-Frontboard senkrecht im Shelf. Auch in MicroTCA-Baugruppenträgern wird meist von einem stehenden Modul ausgegangen. Für die AMCs hat sich, bei identischer Bauform, der Name *Module* für AdvancedTCA-Anwendungen und *Karten* (Steckkarten) für MicroTCA-Applikationen eingebürgert.

Die AMC-Module haben keinen Steckverbinder, sondern vergoldete Kontaktstreifen als Kontaktfläche am hinteren Ende (vergleiche hierzu Kapitel 2.6.2). Ist nur eine Seite (Single-Sided) mit Kontakten ausgerüstet, dann ist dies ein einfacher Steckverbinder, z. B. *B connector* mit 85 Kontakten auf der Bauteilseite (Seite 1). Sind beide Seiten (Double-Sided) mit Kontakten bestückt, dann wird dies als *extended connector* und mit einem nachgestellten Plus-Zeichen bezeichnet (z. B. *B+ connector*). Dieser hat dann 170 Kontakte. Die Signalkontakte werden auf der einen Seite von rechts nach links und auf der anderen Seite von links nach rechts fortlaufend gezählt. Doppelt breite AMC-Karten haben nur einen Kontaktsatz (normal = 85 Kontakte oder extended = 170 Kontakte). In jedem Fall müssen auf den AMC-Modulen immer die Kontaktflächen auf beiden Seiten vorhanden sein, auch wenn sie nicht mit Signalen belegt sind. Im Steckverbinder auf dem AdvancedTCA-Carrier oder auf der MicroTCA-Backplane wird die Seite 1 immer komplett mit Kontakten bestückt, die Seite 2 wahlweise entweder komplett oder gar nicht.

Der Datentransfer geht über die maximal 21 Links je AMC-Karte zu je einem Sende- und einem Empfangspaar in LVDS-Technik (Low Voltage Differential Signal, siehe nachfolgende Tabelle). Nominell können je Link minimal 3,125 GB/s übertragen werden, wobei bis zu 12,5 GB/s geplant sind. Die Links sind für diese Übertragungsrate bei einer Impedanz von 100 Ohm spezifiziert. Dabei sind schon mehrere Übertragungsprotokolle für die Nutzung dieser Links definiert.

Tabelle 1: Gruppeneinteilung der Signalleitungen bei AMC/MicroTCA

Kontaktzahl	Bezeichnung	Beschreibung
84	21 LVDS links (0 ... 20)	Jeder Link besteht aus zwei Paaren (Tx und Rx)
6	CLKx	Taktsignale für die Synchronisation für SONET/SDH u. a.
5	Txx	JTAG-Schnittstelle für Modul- und Chiptest (IEEE 1349.1)
2	ETH100	100 Mb/s Ethernet für Kommunikation und Parameterübergabe
8	Gax, PSx, Sxx, Enable	IPMI- und Modulsteuerung
56	GND	Masseleitungen zwischen den Paaren und anderen Leitungen
8 und 1	PWR und MP	Stromversorgung

Die einzelnen AMC-Module dürfen, je nach Baugröße, zwischen 20 und 60 W Verlustleistung abgeben. Das nur für den Einsatz in MicroTCA-Systemen benötigte Systemmodul (der MicroTCA-Carrier-Hub, MCH) ist mit bis zu 80 W Verlustleistung definiert. Auch die Luftmengen für die Kühlung und der maximal zulässige Temperaturanstieg sind für den Einsatz als AdvancedTCA-Module und als MicroTCA-Steckkarten festgelegt.

Wegen der Vielfalt der Kartentypen wird keine mechanische, sondern eine elektronische Modulcodierung (E-Keying) genutzt. Beim Stecken werden zunächst die Parameter des Moduls abgefragt, beim Ziehen wird ein definierter Ruhezustand erzeugt. Erst nachdem eine gefahrlose Entnahme festgestellt wurde, kann dieses entnommen werden. Beim Stecken erfolgt die Überprüfung, ob eine den Funktionen des Steckplatzes entsprechende Inbetriebnahme des Moduls gegeben ist, und erst dann wird es mit der Betriebsspannung versorgt und initialisiert. Dabei wird beim Einsteckvorgang neben Schnittstellentyp und Übertragungsrate

auch die Verlustleistung abgefragt. Es wird auch überprüft, ob diese Leistungen (Stromzufuhr und Wärmeableitung) im MicroTCA-System oder auf der AdvancedTCA- Karte noch verfügbar sind.

### 4.2.1 MicroTCA-Systeme

Wo die hohe Leistungsfähigkeit „ausgewachsener“ AdvancedTCA-Systeme nicht gebraucht wird, sollen in Zukunft die wesentlich kleineren MicroTCA-Systeme eingesetzt werden. Die kompakten AMC-Karten werden meist stehend in 19“-Baugruppenträger (482,6-mm-Bauweise) eingebaut. Neben der vollen Breite sind auch schmalere Chassis möglich, wie z. B.  $\frac{1}{2}$  mal 19“. Eine weitere Variante ist der liegende Einbau nebeneinander in breite, flache Gehäuse. Wegen der geringen Tiefe der AMC-Karten von 180,6 mm können diese, inklusive Verkabelung, in 300 mm tiefe Gehäuse eingesetzt werden. Die 300-mm-Technik ist in Telekom-Anwendungen weit verbreitet. Eine weitere Gehäusevariante ist ein Würfel (Cube) mit einfach oder doppelt breiten/hohen AMC-Modulen. Für die Stromversorgung der AMC-Karten wird nur eine Versorgungsspannung (+12 V) benötigt. Die Steuerspannung wird getrennt über einen einzelnen Kontakt zugeführt (+3,3 V, 110 mA bis 150 mA). Diese Steuerspannung wird benötigt, um die zuvor beschriebenen Überprüfungen durchführen zu können.

#### **Zusammenfassung der Entwicklungsziele**

Die spezifischen Ziele bei der Definition und Entwicklung der MicroTCA-Systeme sind im Kapitel 4.1.1 aufgelistet. Komprimiert sind dies:

- uneingeschränkte Übereinstimmung mit der AMC.0-Spezifikation,
- Systemverwaltung kompatibel zum AdvancedTCA-Shelf-Management,

BAND 3

# ATCA

ADVANCED TELECOM COMPUTING ARCHITECTURE -  
DIE PLATTFORM DER ZUKUNFT FÜR TELEKOMMUNIKATIONSSYSTEME

Die Advanced Telecom Computing Architecture (AdvancedTCA, ATCA) ist die erste Spezifikation für skalierbare Vermittlungsrechner (Carrier-Grade-Systeme), in der die serielle Bustechnologie verwirklicht ist. Damit können in einem einzigen Gehäuse 2,5 Terabit pro Sekunde geschaltet und verarbeitet werden. Das explo-

dierende, weltweit zu vermittelnde Datenvolumen und die ebenso rasante Verschmelzung bisher getrennter Bereiche – wie Festnetz-Telekommunikation einerseits sowie mobilen Netzen und Unterhaltungsangeboten andererseits – macht solche Bandbreiten heute bereits zum „Muss“.

Die visionäre Idee vom Vermittlungsamt in einer einzigen Blackbox rückt mit AdvancedTCA und der damit verwandten AMC-Technologie (Advanced Mezzanine Card) ein gehöriges Stück näher.

Die hier vorgelegte Einführung in die AdvancedTCA-Technologie ist ein praktisches Handbuch. Dem Fachmann soll es den Bogen schlagen von seinem eigenen hin zu angrenzenden Fachgebieten. Dabei wahrt es den Gesamtüberblick und ordnet Spezialistenwissen in diesen Rahmen ein. Das Buch ist darüber hinaus einfach und leserfreundlich formuliert und vermittelt so auch dem engagierten „Noch-Laien“ ein übergreifendes Verständnis dieser zukunftssträchtigen Technologie. Dies wird erleichtert durch den Rückblick auf historische und bisher praktizierte Lösungen im Telekombereich sowie die damit mögliche Eingliederung dieser neuen Technik und ihrer Vorzüge in ein Gesamtbild dieses Genres.

Steigende Leistung ist gleichzusetzen mit steigender Verlustwärme. Das gilt für alle elektronischen Systeme. Aus diesem Grund ist sowohl den theoretischen Grundlagen als auch den möglichen praktischen Ausführungen leistungsfähiger Klimatisierungskomponenten viel Raum gewidmet.

Dem Aufbau von AdvancedTCA-, MicroTCA- und Blade-Rechnern mittels modularer AMC-Komponenten sowie deren interdisziplinärer Verwendung trägt diese Einführung ebenfalls Rechnung. Dabei liegt besonderes Augenmerk auf der Vermeidung von Stolperfallen bei der praktischen Verwirklichung.

Besuchen Sie unsere Website · [www.franzis.de](http://www.franzis.de)

EUR 69,- [D]

ISBN 978-3-7723-4129-8



9 783772 341298