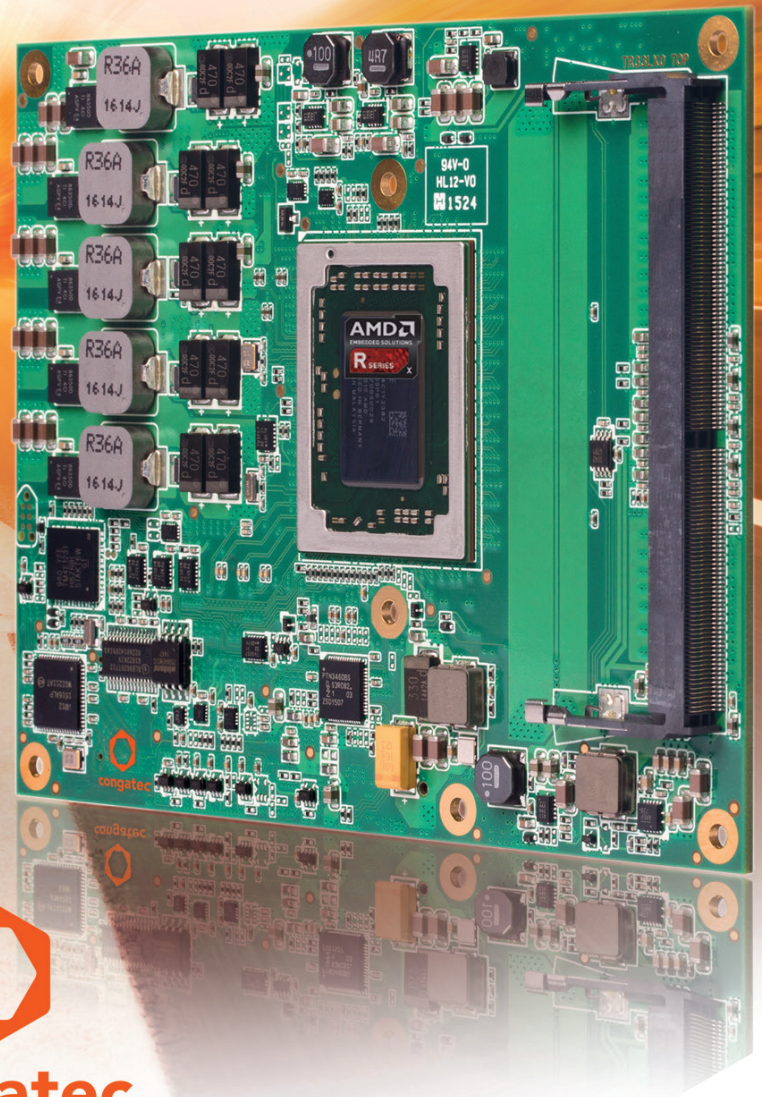




congatec



congatec

---

## Whitepaper

HIGH-END EMBEDDED COMPUTING FROM 12W UP

AMD Embedded R-Series SoC processors on congatec COM Express modules

## High-end embedded computing from 12W up

**Mit dem Launch der ersten SoC-Variante der AMD Embedded R-Series Prozessoren sind diese High-End Desktop Prozessoren nun auch für Embedded Applikationen verfügbar. Dank der skalierbaren TDP ab 12 Watt können sie erstmals sogar in komplett geschlossenen, lüfterlosen Systemen zum Einsatz kommen. congatec bietet sie auf COM Express Computermodulen an.**

Die bislang verfügbaren AMD Embedded R-Series Prozessoren, die als APU (Accelerated Processing Unit) die CPU und GPU auf einem Die vereinen, haben eine konfigurierbare TDP von 30 bis 35 Watt. Einzelne Dual-Core Varianten (z.B. RX-225FB und RX-219NB) 15 bis 17 Watt. Die neuen AMD Embedded R-Series Prozessoren sind SoCs. Sie integrieren neben der CPU und GPU nun auch den Platform Controllerhub (ehemals Southbridge) und sind dadurch deutlich platzsparender und vor allem auch energieeffizienter. So benötigen die neuen CPU-Kerne bei rund 5 Prozent gesteigener Performance rund 40 Prozent weniger Energie. Gleichzeitig ist die konfigurierbare TDP von 12 bis 35 Watt besonders weit skalierbar. Bei Auslegung mit rund 12 bis 15 Watt können sie erstmals in vollständig lüfterlosen Designs eingesetzt werden.

Damit erschließt sich die AMD Embedded R-Series neben dem High-Performance Embedded Computing auch neue Anwendungsfelder, die hohe Anforderungen an die Robustheit oder den Schutzgrad der Systeme stellen. So sind komplett geschlossene Systeme ein Muss im klinischen Bereich, wenn es besonders hygienisch sein soll. Im industriellen Umfeld ist der Schutz vor Staub und Schmutz wichtig. Auch die Wartungsfreiheit ist ein wesentlicher Aspekt, der für lüfterlose Systeme spricht. Es gibt also vielfältige Anwendungsbereiche, die nun erstmals vor der Wahl stehen, auf AMD Embedded R-Series Prozessoren zu setzen.



Figure 1:  
High-End Performance auf nur 125 x 95 mm: conga-TR3  
Computermodul mit aktiver Heatpipe Kühlösung montiert auf einem  
Carrierboard.

In vielen Fällen sind dabei die Argumente für die AMD Embedded R-Series die gleichen, wie die im höher performanten Bereich, der immer auch einen Lüfter braucht: Es sind vor allem die High-End Embedded Applikationen, die entweder von der eingebetteten höchst leistungsfähigen AMD Radeon Grafik profitieren oder aber Applikationen, die den offensiven Support AMDs bei OpenCL und der Heterogeneous System Architektur als Wettbewerbsvorteil nutzen.

Anwendung finden die neuen AMD Embedded R-Series Prozessoren deshalb in Applikationen, die eine besonders leistungsfähige, hoch integrierte Grafik und/oder parallele Rechenleistung erfordern. Diese finden

sich unter anderem im High-End Gaming wie digitale Flipper- und Arcade-Automaten, in anspruchsvollen Digital Signage Installationen mit großformatigen 4k-Panels sowie der Bild- und Videoanalytik in industriellen Vision-Systemen sowie bildgebenden Verfahren der Medizintechnik. Auch Sicherheitsapplikationen wie die Videoüberwachung mit Gesichtserkennung oder Netzwerk-Firewalls mit Deep-Packet-Inspection sowie IoT-Systeme mit integrierter Big DataAnalytik



profitieren von der hohen GPGPU-Performance der neuen AMD Embedded R-Series Prozessoren. Welche Verbesserungen wurden aber gegenüber der bisherigen APU erzielt?

### Die neue AMD Embedded R-Series SoC

Während der Wettbewerb die Prozessoren noch als Multi-Chip-Module auslegt, ist die AMD Embedded R-Series das erste SoC-Design im x86 High-Performance Segment, bei dem GPU, CPU und I/O Controller auf einem einzigen Die integriert sind. Diese gesteigerte Integration hat AMD dazu genutzt, die Energieeffizienz zu optimieren und den Leistungsbedarf zu verringern. Die CPU basiert zudem auf der neuen Excavator Architektur. Wie auch bei den R-Series APUs teilen sich zwei x86er-Cores einen gemeinsamen L2-Cache. Bei der neuen Architektur wurde der Platzbedarf einzelner Funktionseinheiten zudem optimiert. So konnten

zum Beispiel der Floating-Point-Scheduler, die Fused-Multiply-Accumulate (FMAC) Einheiten und der Befehls-Cache verkleinert werden, was zu einem geringeren Energiebedarf führt.

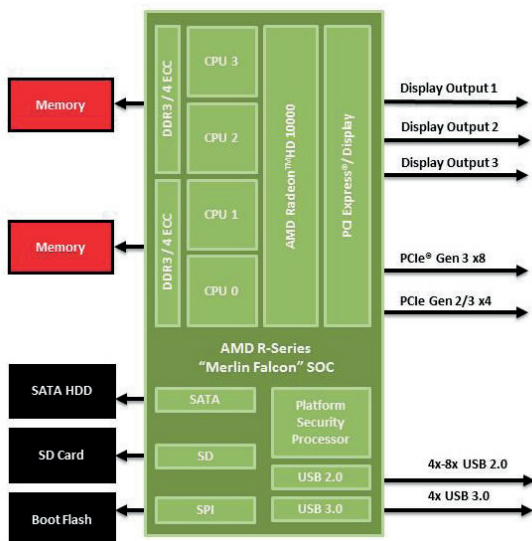


Figure 2:  
Alles auf einem Die integriert: Die AMD Embedded R-Series SoCs integrieren CPU, GPU und I/O-Controller. Durch Architekturoptimierungen konnte der Energiebedarf der CPU bei gegebenem Performanceanspruch auf rund 57 Prozent gedrosselt werden. Prozent gedrosselt werden.

Auch das Powermanagement, das bereits schon vorher CPU und GPU verwaltete, hat AMD noch weiter verfeinert. Pro Excavator-Kern kommen 10 sogenannte Adaptive Voltage Frequency Scaling Module (AVFS) zum Einsatz. Sie optimieren die Spannung und Taktfrequenz der einzelnen Funktionseinheiten, damit jeder Core das vorhandene Power- und Thermal-Budget noch feiner ausnutzen kann. Bei all diesen Maßnahmen ist die maximale TDP des SoCs gegenüber den vorherigen APUs gleich geblieben – trotz der Integration der Southbridge, deren Verbrauch als Fusion Controller Hub A75 mit nicht unwesentlichen 7,8 Watt ins Gewicht fiel (das sind

22% der maximalen 35 Watt TDP).

Gleichzeitig hat AMD die Performance erhöht. In der Summe bietet die Excavator-Architektur 5% mehr Instructions pro Taktzyklus bei 40% geringerer Leistungsaufnahme und 23% weniger Fläche auf dem Die, gegenüber dem Vorgänger Steamroller und damit auch signifikant mehr Performance pro Watt. Rechnet man diese Werte auf eine Performancesteigerung bei gegebenem Watt um, kommt man auf bis zu theoretische 175% ( $100\% \text{ Watt} * 100 / 60\% * 1,05 = 175\%$ ) – ein enormer Performanceboost bei gegebenem Watt. Designs mit der ersten Generation APUs könnten bei unveränderten Performanceansprüchen sogar auf lüfterlose 15 Watt umsteigen.

### Die neue Radeon GPU und HSA

Neben der CPU ist auch die GPU neu. Die integrierte AMD Radeon HD 10000 Grafik basiert nun auf der dritten Generation der Graphics Core Next (GCN 1.3) Architektur. Die Radeon HD 10000 bietet bis zu 8 Compute Units mit jeweils 64 Execution Units. Dies summiert sich auf 512 Ausführungseinheiten. Sie bieten Applikationsentwicklern nochmals gesteigerte Grafikperformance mit neuesten 3D-Features von DirectX12 und Open GL 4.4. Damit eignen sich die neuen SoCs für Applikationen, die eine Grafikleistung auf Spielkonsolen-Niveau mit bis zu drei Bildschirmen erfordern.

Gleichzeitig können Entwickler die AMD Radeon HD 10000 Grafik auch für GPGPU Aufgaben nutzen. Und das geht dank dem vollen Support der jüngst verabschiedeten 1.0 Spezifikation für Heterogene System Architekturen (HSA) nun noch einfacher. HSA vereinheitlicht für Programmierer die Ansprache der relevanten Recheneinheiten. Dazu baut HSA die Programmierungsbarrieren zwischen CPU und GPU ab und minimiert über ein einheitliches Speicherinterface die Latenzen bei der Kommunikation zwischen CPU und GPU. Programmierer können mit HSA ihre Applikationen so entwickeln, dass sie die jeweiligen Vorteile von CPUs und GPUs optimal ausnutzen. Die einzelnen Workloads werden mit HSA von der AMD R-Series SoCs automatisch auf der jeweils optimalen Recheneinheit abgearbeitet, was zu bestmöglicher Performance bei minimiertem Energieverbrauch führt. Der einheitliche Speicher für CPU und GPU von HSA beschleunigt dabei die Kommunikation zwischen diesen beiden Recheneinheiten.

Damit hat der Arbeitsspeicher auch eine hohe Bedeutung für die Gesamtpformance. Hier unterstützt die neue AMD Embedded R-Series den bandbreitenstarken DDR4 RAM mit ECC, so dass auch die Anforderungen von datenkritischen Server- und Big-Data-Applikationen erfüllt werden. DDR4 RAM ist zudem rund 20% energieeffizienter als der bisherige DDR3 RAM, was sich zusätzlich positiv auf die Performance und Leistungsaufnahme des Gesamtsystems auswirkt.

### Weitere Funktionseinheiten

Für ein leistungsfähiges Handling von Multimedia-Daten integrieren die AMD Embedded R-Series SoCs eine neue Universal Video Decoding Unit 6, die den aktuellen Codec HEVC (H.265) für 4k-Videos unterstützt sowie auch 18 H.264-komprimierte Videostreams in 1080p decodieren kann. Für videolastige Anwendungen kann die ebenfalls verbesserte Video Compression Engine VCE in der Version 3.1 bis zu neun Full-HD Videostreams in H.264 komprimieren.

Zudem hat AMD auch einen Platform Security Prozessor (PSP) integriert, der neben einer hardwarebasierten RSA, HSA und AES Verschlüsselung auch einen True Random Number Generator integriert. Mit dieser zusätzlichen Sicherheits-Engine sowie einem TPM können Entwickler höchste Daten- und Kommunikationssicherheit in ihren Applikationen umsetzen. Insbesondere für sicherheitskritische IoT- und Kommunikationsapplikationen ist dies von entscheidender Bedeutung, um Daten vor Abfluss und Manipulationen zu schützen. Und auch I/O-seitig bieten die neuen AMD Embedded R-Series SoCs mit PCI Express Gen 3.0 und USB 3.0 State-of-the-Art Technologie. Mit diesem Featureset sind sie quasi wie geschaffen für COM Express Implementierungen, die mit Type 6 Pin-Out alle Leistungsmerkmale der neuen SoCs ausführen.

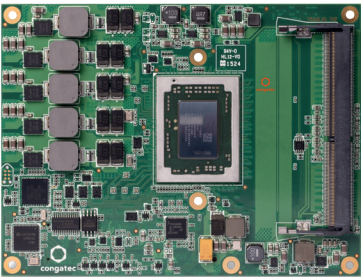


Figure 3:  
Das conga-TR3 Computermodule von congatec mit 12-35 Watt AMD Embedded R-Series Prozessor bietet höchst leistungsfähige SoC-Grafik und HSA 1.0 Support bei einer theoretisch bis zu 75 Prozent höheren Performance pro Watt.

### COM Express Basic

Die ersten drei congatec COM Express Basic Module mit AMD R-Series Prozessoren sind entweder mit einem der beiden 2,1 GHz / 1,8 GHz Quadcore AMD Embedded R-Series Prozessoren (RX-421BD/ RX-418GD) oder mit 1,6 GHz Dualcore Prozessor (RX-216GD) bestückt. COM Express Basic ist für diese Prozessorgeneration bestens ausgelegt, da dieser Formfaktor zum einen eine für das erforderliche Kühlkörperdesign hinreichend große Grundfläche von 125 x 95 mm bietet und zum anderen zwei zweireihige SMD-Steckverbinder mit 440 Pins für zahlreiche High-Speed

Schnittstellen. Zudem ist COM Express für die leistungsfähigen Interfaces von Standard-PCs optimiert und dank des stabilen Steckers zum applikationsspezifischen Carrierboard auch für höchste Robustheitsanforderungen geeignet. Es sind also vielfach genau die High-End Embedded Designs mit individuellen Schnittstellensatz, die auf COM Express setzen, sofern das Standardfeatureset von Mini-ITX Motherboards nicht ausreicht bzw. der Platz für die Applikation beschränkt ist.

### Passt das Systemdesign zum Prozessor?

Eine große Herausforderung für Embedded Design Engineers ist bei solch individuellen Systemauslegungen jedoch immer die Frage: Passt mein Systementwurf wirklich zum Prozessor und kann ich das System wirklich dauerhaft und ohne Überhitzung betreiben oder ‚schießt‘ mir meine Applikation das Systemdesign ab, wenn es zu Belastungsspitzen kommt? Es muss also sichergestellt werden, dass mein Design den Prozessor nicht überhitzt und damit die Standzeit reduziert oder gar extrem frühe Ausfälle produziert.

Glücklicherweise gibt es hierfür mittlerweile nicht nur einen sondern zwei Stellhebel, die es Entwicklern erleichtern, Hardwaredesign, Prozessor und Applikation in Einklang zu bringen.

Der erste Stellhebel ist die konfigurierbare TDP des Prozessors. Der zweite Stellhebel sind die zum Computermodul und Prozessor passenden lüfterlosen Kühlösungen, sodass man sich bei gegebenem Hardwaredesign und gegebener Applikation an das Limit optimal herantasten kann. Die Bandbreite der konfigurierbaren TDP der neuen AMD Embedded R-Series SoC Prozessoren beträgt 12 bis 35 Watt. Neigt die Applikation also in

bestimmten Szenarien dazu, das System thermal zu überlasten, kann man durch die Drosselung der maximalen Wärmeabgabe den Hotspot an bestimmten Stellen soweit minimieren, dass das System stets im Sollbereich des erlaubten thermischen Bereichs bleibt. Auf der anderen Seite kann man auch mit Kühlkörpervarianten spielen, sofern für einen identischen Footprint unterschiedliche Kühlungskonzepte angeboten werden.

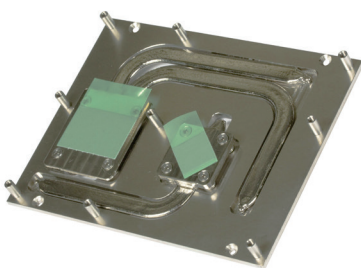


Figure 4:  
congatecs Heatspreader sorgt als thermales Interface für eine definierte Bauhöhe, um footprint-identische Kühlösungen anzubieten.

Im Rahmen der PICMG Spezifikationen von COM Express kann man die Abmessungen des Heatspreaders auf eine maximale Bauhöhe begrenzen und damit footprint-identische

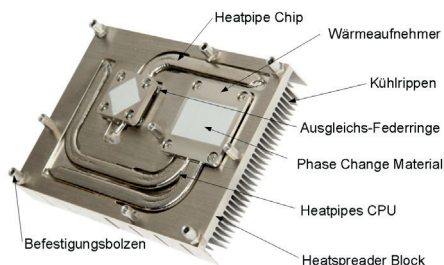


Figure 5:  
Um das conga-TX3 Modul auch bei 35 Watt Leistungsaufnahme gut zu kühlen kommen die von congatec patentierten Kühllösungen mit besonders flachen Heatpipes zum Einsatz

Kühlkörperlösungen anbieten, die unterschiedliche Optionen bieten. Mögliche Optionen können beispielsweise vom einfachen Embedded Kühlkörper mit Kühlrippen über einen Kühlkörper mit Gehäuseanbindung bis hin zu Hochleistungskühlern mit kombinierter Heatpipe- und Heatspreader-Technologie reichen oder aber auch aktive Lüfter integrieren.

Die Verfügbarkeit der konfigurierbaren TDP zusammen mit Starterkits, die flexible Kühlkörpervarianten bieten, wird Systementwickler schneller und einfacher ans Ziel führen, als Trial & Error-Versuche am Systemaufbau und Gehäuse. Das

thermische Design wird mit der neuen AMD R-Series Prozessorgeneration also folglich deutlich einfacher. Dennoch werden auch dann noch Fragen beim OEM-Entwickler auftauchen, die einen direkten Zugriff auf die Spezialisten des Modul-Lieferanten erfordern. Dann ist es vorteilhaft, wenn der Hersteller einen transparenten Prozess definiert hat, der einen persönlichen Support garantiert, sodass man nicht von Pontius zu Pilatus laufen und jedes Mal alles neu erklären muss.



Author: Christian Eder | Director Marketing | congatec AG