

Multisensor-

# Allrounder

Algorithmen für 360°-Umfelderfassung auf kompaktem und robustem Prototyping-System entwickeln

Hochautomatisierte Fahrzeuge setzen eine zuverlässige 360°-Umfelderkenntnis voraus. Die dabei anfallenden großen Datenmengen von beispielsweise Kamera-, Radar- oder Lidarsensoren müssen zeitsynchron erfasst, vorverarbeitet und fusioniert werden. Entsprechende Sensor- und Busschnittstellen kombiniert dSPACE daher jetzt mit neuester NVIDIA-Prozessor-Hardware zu einem einzigartig kompakten und robusten Prototyping-System für automatisierte Fahrfunktionen: der MicroAutoBox Embedded SPU.

**F**ragt man Branchenkenner heute nach den momentan wichtigsten Innovationstreibern der Automobilindustrie, lautet die Antwort meist einhellig: das hochautomatisierte und autonome Fahren. Nahezu jeder OEM und Tier-1-Zulieferer sowie viele Start-ups arbeiten bereits mit Hochdruck an diesen Themen. Und es werden Fortschritte erzielt, die noch vor wenigen Jahren kaum denkbar erschienen. So dürfte nach aktueller Einschätzung nur noch eine kurze Zeit vergehen, bis erste Funktionen für hochautomatisiertes Fahren in Serie gehen. In definierten Verkehrsszenarien, beispielsweise auto-

matisiertes Fahren auf der Autobahn oder autonomes Ein- und Ausparken, bedürfen diese Funktionen dann keiner permanenten Überwachung mehr durch den Fahrer. Darüber hinaus wird auch bereits an vollständig autonomen Systemen wie Roboter-Taxis gearbeitet, die das „Fahrpersonal“ schließlich überflüssig machen.

#### Wettlauf zum autonomen Fahren

In diesem Kontext entsteht in der Automobilindustrie quasi ein Wettlauf, wer als erster Anbieter Funktionen für autonomes Fahren mit dem erforderlichen Reifegrad in die Serie bringen kann. Doch die immer kürzer

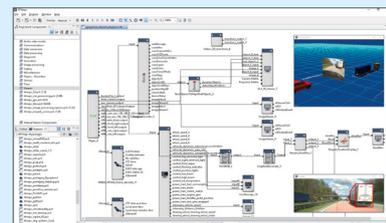
werdenden Innovationszyklen stellen die Branche auch vor eine Herausforderung, wenn es darum geht, die stetig komplexer werdenden Algorithmen in schnellen Iterationen zu entwickeln und frühzeitig im Fahrzeug zu erproben. In der Folge entsteht ein sehr hoher Bedarf an leistungsfähigen Prototyping-Systemen, mit denen die Funktionsentwicklung nicht nur komfortabel umgesetzt, sondern auch erheblich beschleunigt werden kann. Basierend auf einer Vielzahl von Umgebungssensoren wie Kamera-, Radar-, Lidar-, Ultraschall- und GNSS-Sensoren müssen die entsprechenden Algorithmen

>>

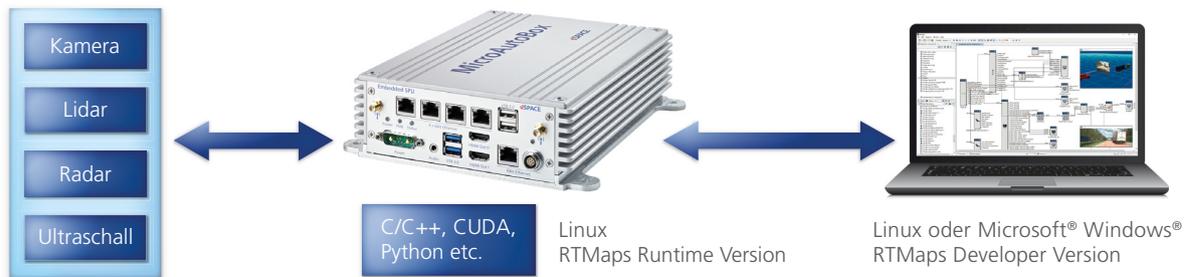
## RTMaps

RTMaps von Intempora, das dSPACE seit 2016 vertreibt und in seine Werkzeugkette integriert, ist eine komponentenbasierte Software-Entwicklungs- und Laufzeitumgebung, mit der Anwender Daten von unterschiedlichen Sensoren und Fahrzeugbussen präzise erfassen, zeitstempeln, synchronisieren und verarbeiten können. Mit Hilfe von Blockdiagrammen und der Integration von eigenem C++, Python- oder Simulink-Code schafft das Werkzeug eine leistungsstarke

Umgebung für die Entwicklung, den Test und das Benchmarking anspruchsvoller Algorithmen für die Sensor- und Bildverarbeitung sowie die Datenfusion im Kontext von Multisensoranwendungen. Umfangreiche Komponentenbibliotheken für zum Beispiel Kameras, Radarsensoren, Laserscanner und Fahrzeugbusse sowie die Datenvisualisierung, -kommunikation und -verarbeitung vereinfachen dabei die Funktionsentwicklung. Aufgrund



der einzigartigen Leistungsfähigkeit auf Mehrkern-x86- und ARM-Plattformen sowie der hohen Benutzerfreundlichkeit erweitert RTMaps das dSPACE Produktportfolio in idealer Weise.



*Leistungsstark und skalierbar: Embedded SPU als Stand-alone-System.*

jederzeit eine zuverlässige 360°-Erkennung und Bewertung des Fahrzeugumfelds sicherstellen. Kameras und die Bilddatenvorverarbeitung spielen dabei eine zentrale Rolle.

#### Herausfordernde Sensordatenverarbeitung und -fusion

Insbesondere die Vorverarbeitung und die Fusion der dabei in großen Mengen anfallenden Sensorbeziehungsweise Kameradaten stellt eine wesentliche Herausforderung dar. Die entsprechenden Algorithmen sind sehr rechenintensiv und werden meist

auf Mehrkern-CPU und GPUs durchgeführt. Die Implementierung der Algorithmen erfolgt in der Regel mit den Programmiersprachen und Frameworks von C++, CUDA oder OpenCL. Für die Entwicklung entsprechender Algorithmen in kurzen Iterationszyklen werden daher heute meist leistungsfähige Desktop-PCs mit

bedarfs sowie ihrer fehlenden Robustheit und Ausfallsicherheit aber nur äußerst bedingt für den Einsatz im Rahmen von Erprobungsfahrten mit realen Fahrzeugen geeignet. Wenn die Hardware dabei wie üblich im Kofferraum eines Versuchsfahrzeugs montiert werden soll, ist nicht zuletzt ein erheblicher Verbau- und Verdrahtungs-

aufwand erforderlich. Darüber hinaus bieten Desktop-PCs in der Regel keine Rohdatenschnittstellen zu in Serienfahrzeugen

**Die MicroAutoBox Embedded SPU ist eine einzigartig robuste und kompakte Lösung für das fahrzeuggestützte Prototyping von Multisensoranwendungen.**

eingebauter Grafikkarte aus dem Verbraucherbereich verwendet. Diese sind aufgrund ihres hohen Leistungs-

gen verwendeten Kameras wie GMSL-Schnittstellen. Wie lassen sich also die hohen Anforderungen an Rechenleistung und Sensorschnittstellen mit der nötigen Kompaktheit und Robustheit für den Fahrzeugeinsatz in Einklang bringen? Die Antwort auf diese Frage gibt dSPACE in Form einer kompakten, robusten und gleichzeitig sehr leistungsfähigen Linux-basierten Prototyping-Plattform für die Entwicklung von Funktionen für autonomes Fahren direkt im Fahrzeug: der MicroAutoBox Embedded SPU (Sensor Processing Unit). Im Zusammenspiel mit der grafischen Modellierungsumgebung für Multisensorsysteme RTMaps eröffnet sie völlig neue Möglichkeiten, um die Entwicklung entsprechender Algorithmen erheblich zu vereinfachen und zu beschleunigen. >>

## Steckbrief: MicroAutoBox Embedded SPU

**Einordnung:** ■ Prototyping-System für Multisensoranwendungen

**Schlüsselfunktionen:** ■ Leistungsstarke Mehrkern-CPU mit integrierter NVIDIA®-GPU  
 ■ Schnittstellen für automotive Busnetzwerke, Umgebungssensoren, drahtlose Kommunikation und GNSS-Empfang  
 ■ Intuitive grafische Software-Umgebung RTMaps zur blockbasierten Implementierung von Algorithmen  
 ■ Optionale Data-Logging-Einheit

**Anwendungsbereiche:** ■ Funktionsentwicklung für  
 ■ Fahrerassistenzsysteme  
 ■ Hochautomatisiertes und autonomes Fahren  
 ■ Robotik-Anwendungen  
 ■ Data Logging

## Große Bandbreite von Anschlussmöglichkeiten

### Anschlüsse Rückseite:

#### 1 1x GNSS-Empfänger:

Empfang von globalen Satellitennavigationsdaten (GPS, GLONASS, Beidou, Galileo). Im Falle eines unterbrochenen Satellitenkontakts bestimmt der GNSS-Empfänger uBlox NEO-M8U über Inertialsensoren die genaue Position.

#### 2 4x Gigabit Multimedia Serial Link (GMSL):

Anbindung von hochauflösenden Kameras mit GMSL-Schnittstellen für die Bildverarbeitung. Auf Anfrage können über ein Piggyback-Einsteckmodul alternative Kameraschnittstellen unterstützt werden.

#### 3 2x HDMI-1.4b-Eingang:

Anbindung von hochauflösenden Kameras mit HDMI-Schnittstellen für die Bildverarbeitung. Auf Anfrage können über ein Piggyback-Einsteckmodul alternative Kameraschnittstellen unterstützt werden.



#### 4 2x LTE/Bluetooth-Antennenschnittstelle:

Unterstützung der drahtlosen Kommunikation über LTE und Bluetooth

#### 5 Busschnittstellen:

Anbindung von vier CAN/CAN-FD-, zwei LIN (Master/Slave)- und zwei BroadR-Reach-Schnittstellen

#### 6 1x Serial-ATA-Schnittstelle (SATA III):

Ankopplung von bis zu vier SSDs für die performante Datenaufzeichnung

#### 7 I/O-Schnittstellen:

Bereitstellung von jeweils vier Digital-In-, Digital-Out- und Analog-In-Kanälen

#### 1x SIM-Karten-Steckplatz:

SIM-Karten-Einschub für die Mobilfunkkommunikation

### Anschlüsse Frontseite:

#### 1 2x WLAN-Antennenschnittstelle:

Unterstützung von Wireless LAN IEEE 802.11 n/ac

#### 2 4x Gigabit-Ethernet-Schnittstelle:

Direkte Ankopplung von Gigabit-Ethernet-fähigen Geräten ohne zwischengeschalteten Ethernet Switch. Pro Schnittstelle werden jeweils 1 Gbit/s Datendurchsatz unterstützt.

#### 3 2x Gigabit-Ethernet-Schnittstelle (über internen Switch):

Direkte Ankopplung von Gigabit-Ethernet-fähigen Geräten

#### 4 2x USB-2.0-Schnittstelle:

Anschluss von USB-2.0-fähigen Geräten

#### 5 1x Stromversorgung:

6 bis 40 V Gleichstrom



#### 6 1x Klinkenbuchse:

Anschluss für Mikrofon und Tonausgabe

#### 7 2x USB-3.0-Schnittstelle:

Anschluss von USB-3.0-fähigen Geräten, zum Beispiel Kameras

#### 8 2x HDMI-2.0-Ausgang:

Anschluss von zwei HDMI-fähigen Monitoren. Auf Anfrage kann eine der HDMI-Schnittstellen durch ein Modul zur Ansteuerung von im Serienfahrzeug verbauten Displays wie Fahrerinformationssystemen ersetzt werden.

## Technische Daten MicroAutoBox Embedded SPU

Parameter	Spezifikation
Prozessor	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ CPU: Zwei NVIDIA®-Denver-2-Kerne und vier ARM®-A57-Kerne (mit jeweils bis zu 2 GHz und 2 MB L2-Cache)</li> <li>■ GPU: NVIDIA Pascal™ mit 256 Kernen bei bis zu 1300 MHz</li> </ul>
Speicher	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ RAM: 8 GB 128-bit LPDDR4 RAM</li> <li>■ Flash: 32 GB eMMC und 128 GB M2-Karte</li> <li>■ Optionaler Massendatenspeicher</li> </ul>
Betriebssystem	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Linux für Tegra von NVIDIA</li> </ul>
Software-Unterstützung	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Grafische Entwicklungsumgebung: RTMaps (Real-time Multisensor applications)</li> <li>■ GPU-Programmiersprache: NVIDIA CUDA®</li> <li>■ Deep Learning: NVIDIA TensorRT™, cuDNN®</li> <li>■ Maschinelles Sehen: NVIDIA VisionWorks™, OpenCV</li> </ul>
Technische Merkmale	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Gehäusemaße: Circa 200 x 225 x 50 mm (7.9 x 8.9 x 2.0 in)</li> <li>■ Betriebstemperaturbereich (Gehäuse): -20 ... +70°C (-4 ... +158°F)</li> </ul>
Zertifizierungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Die MicroAutoBox Embedded SPU erfüllt einschlägige Normen zur elektromagnetischen Verträglichkeit sowie zur Vibrations- und Schockfestigkeit, vergleichbar mit der MicroAutoBox II. Weitere Details auf Anfrage.</li> </ul>

Die MicroAutoBox Embedded SPU wird voraussichtlich im dritten Quartal 2017 erhältlich sein.

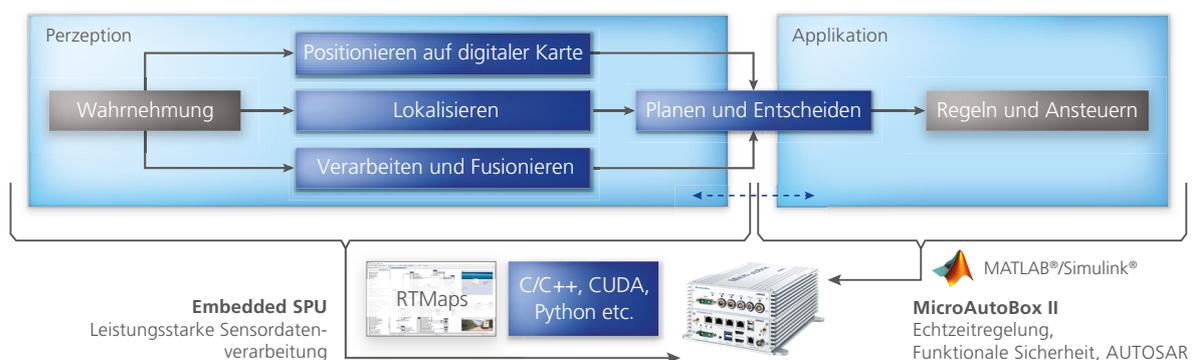
### Hohe Rechenleistung und umfangreiche Schnittstellen

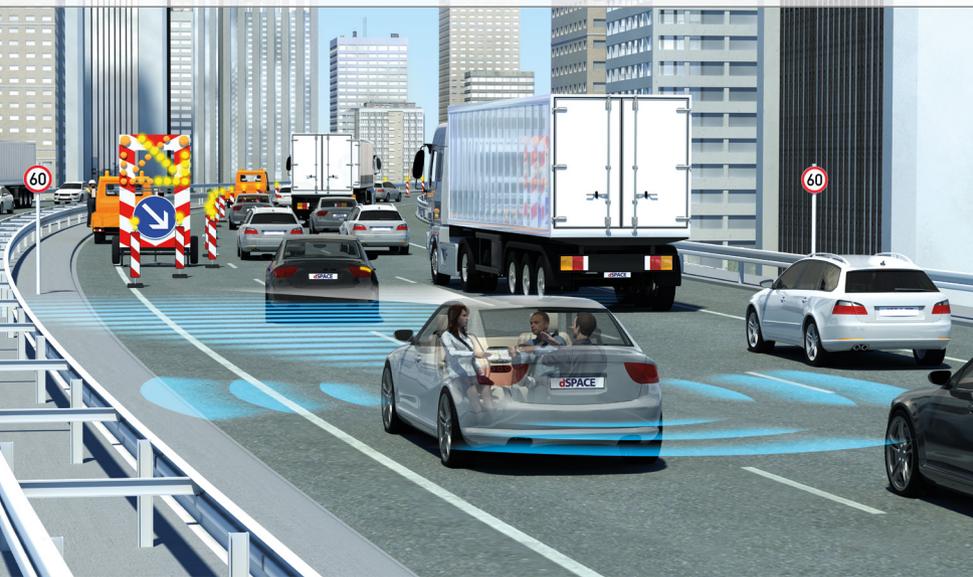
Die MicroAutoBox Embedded SPU basiert auf der brandaktuellen NVIDIA®-Parker-Architektur. Sie stellt

eine Sechskern-64-bit-ARM-CPU mit integrierter NVIDIA-Pascal-GPU und 256 Kernen bereit, die bis zu 1,5 TeraFlops Rechenleistung bietet. Das Einzigartige an der MicroAutoBox

Embedded SPU ist jedoch nicht allein die verfügbare Rechenleistung, sondern ihre Kombination mit Schnittstellen zu allen gängigen automotiven Bussystemen, zu Umgebungssensoren wie Kamera, Radar oder Lidar, zur GNSS-Positionserfassung sowie zur Drahtloskommunikation. Das alles vereint die MicroAutoBox Embedded SPU in einem robusten und kompakten Gehäuse für den Einsatz im Fahrzeug. Ein weiteres Alleinstellungsmerkmal der MicroAutoBox Embedded SPU ist die Tatsache, dass sich Software-Entwickler nicht mehr mühsam um die Anbindung der einzelnen Sensor- und Ausgabeschnittstellen kümmern müssen und sich so voll und ganz auf die Implementierung ihrer Sensordaten-Vorverarbeitungs- und Fusionsalgorithmen konzentrieren können. Um das zu gewährleisten, ist die MicroAutoBox Embedded SPU eng verzahnt mit RTMaps, einer grafischen Modellierungsumgebung für Multisensorsysteme (siehe Infokasten auf Seite 37). Sie stellt eine intuitive Oberfläche zur Verfügung, die sämtliche Schnittstellen der Embedded SPU in Form von fertigen Bibliotheken und I/O-Blöcken bereithält. Innerhalb von RTMaps sind dann nur noch die eigentlichen Algorithmen in C++, NVIDIA CUDA®, Python oder über eine Simulink-Code-Integration zu implementieren.

Kompaktes und robustes Prototyping-System für die Entwicklung von Funktionen für automatisiertes Fahren: Embedded SPU als Erweiterung der MicroAutoBox II.





Zudem ist das System für die Verwendung von dedizierten Software-Frameworks für Deep Learning (Künstliche Intelligenz) und maschinelles Sehen vorbereitet.

### Stand-alone-Lösung und Kombination mit MicroAutoBox oder weiteren SPUs

Die MicroAutoBox Embedded SPU kann sowohl als Stand-alone-System als auch zusammen in einem gemeinsamen Gehäuse mit einer der Standardvarianten der MicroAutoBox II genutzt werden. Während die Echtzeitapplikation (Echtzeitregelung, Mechanismen der funktionalen Sicherheit, Integration von AUTOSAR-Software-Komponenten) in diesem Fall auf der herkömmlichen MicroAutoBox II läuft, verarbeitet und fusioniert die Embedded SPU sämtliche Sensordaten, die für die Regelung notwendig sind. Um die Rechenleistung und die Anzahl der Schnittstellen noch weiter zu erhöhen, ist es auch möglich, mehrere MicroAutoBox-Embedded-SPU-Systeme miteinander zu koppeln. In diesem Fall sorgt RTMaps für die Synchronisation der Uhren und die perfekt

synchrone Abarbeitung aller Algorithmen auf den verteilten Systemen. Ergänzend dazu steht eine Data-Logging-Erweiterung zur Verfügung. Mit zum Beispiel 8 Terabyte SSD-Speicher lassen sich die erfassten Sensordaten einschließlich ihrer Zeitstempel präzise aufzeichnen und später, exakt zeitlich zueinander korreliert, wieder abspielen.

### Fazit

Welche Kombination auch immer der Kunde wählt: Das zeitsynchrone Erfassen, Verarbeiten, Fusionieren und Wiedergeben großer Mengen an Sensordaten in einem derart robusten und kompakten System macht die MicroAutoBox Embedded SPU zu einem einzigartigen Werkzeug. Egal ob es um die Entwicklung hochautomatisierter, autonomer und selbstfahrender Fahrzeuge oder weitere Robotik-Anwendungen geht: Das Gesamtsystem aus MicroAutoBox II und Embedded SPU stellt eine neue Messlatte für das fahrzeuggestützte Prototyping von Multisensoranwendungen dar. ■

Die MicroAutoBox Embedded SPU und RTMaps ergänzen sich zu einer enorm leistungsstarken Entwicklungsumgebung für jede Form von Multisensoranwendungen.

## Strategische Erweiterung des MicroAutoBox-Portfolios

Seit mehr als 15 Jahren gilt die dSPACE MicroAutoBox bei namhaften Automobilherstellern als der Standard für das fahrzeuggestützte Rapid Control Prototyping. Mit ihrem Fokus auf schnelle Echtzeitregelungen adressiert sie ein breites Spektrum automotiver Anwendungen, von der innovativen Verbrennungsmotorsteuerung über alternative Antriebe bis zu modernen Fahrerassistenzsystemen. Mit der MicroAutoBox Embedded SPU folgt jetzt die nächste Ausbaustufe, die insbesondere Multisensoranwendungen auf Basis von zum Beispiel Kamera-, Radar- und Lidarsensoren abdeckt. Damit erweitert dSPACE das MicroAutoBox-Portfolio gezielt um ein flexibles und leistungsstarkes System für die Sensordatenvorverarbeitung und -fusion. Als solches festigt die Embedded SPU den Status der MicroAutoBox-Produktlinie als Industriestandard für alle Prototyping-Anwendungen, von A wie Autonomes Fahren bis Z wie Zero Emissions.

