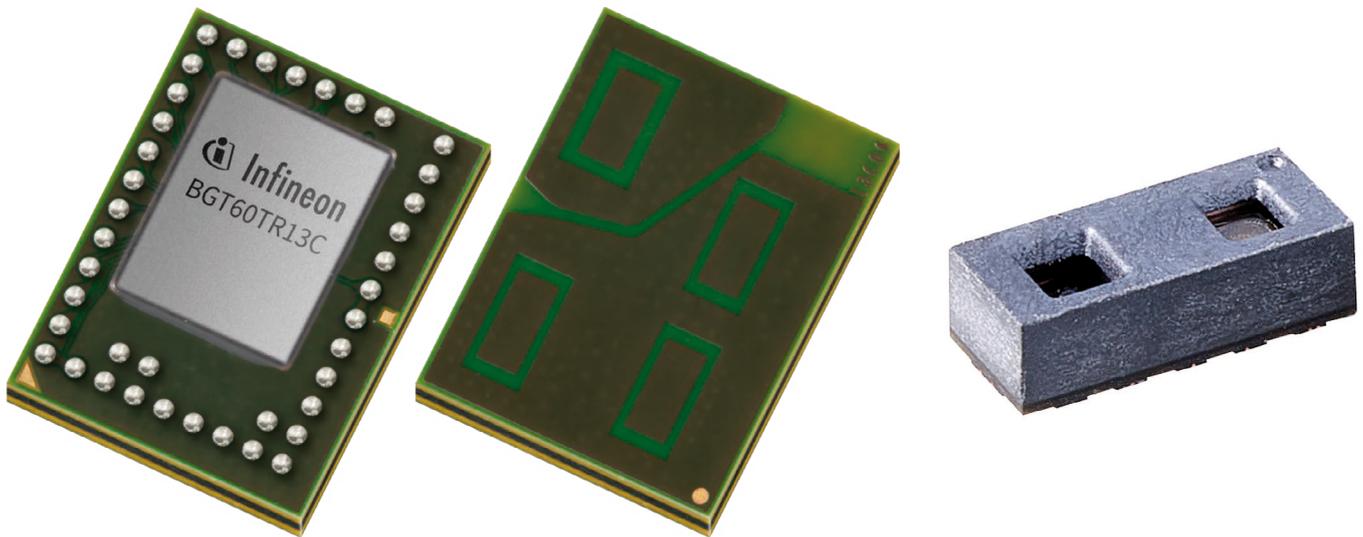


## Radar versus Time-of-Flight

Wie fahrerlose Transportsysteme das Sehen lernen



Für Abstands- und Anwesenheitsmessung werden der ToF-Sensor TMF882x von ams OSRAM (rechts) und der XENSIV 60 GHz-Radarsensor BGT60TR13C von Infineon (links) eingesetzt. Beide Lösungen sind nicht standardmäßig auf dem Development Kit RDK3 vorinstalliert.

Einst eine Utopie, inzwischen aber eine für fast alle greifbare Realität: Die voll automatisierte Fabrik, in der die Produktion nie unbeabsichtigt stillsteht, alle Ressourcen optimal genutzt werden und alle vorhandenen Maschinen fehlerlos interagieren. Da aber nicht nur stationäre Roboteranwendungen miteinander arbeiten, sondern auch mobile Lösungen wie fahrerlose Transportsysteme (Automated Guided Vehicle, AGV) ein wichtiger Teil der Produktion sind, werden neben den Steuerungseinheiten auch „Augen“ benötigt. Sensorlösungen wie Radar oder Time-of-Flight (ToF) bieten hier Lösungsansätze, da sie erkennen können, ob sich ein Hindernis auf dem Weg befindet und messen zudem den Abstand. Diese Fähigkeit ist essenziell für AGVs um die Mensch-Maschine-Interaktion sicher zu gestalten und um kollisionsbedingte Ausfälle in der Produktion sowie zerstörte Komponenten zu vermeiden.

Ob eine der beiden Technologien dabei die Nase vorn hat und wie Entwickler mit der Unterstützung von Rutronik bereits in der Vorentwicklungsphase Zeit sparen können, erklärt der folgende Beitrag von Stephan Menze, Head of Global Innovation Management bei Rutronik.

Autor:  
Stephan Menze,  
Head of Global Innovation  
Management  
Rutronik  
www.rutronik.com

### Evaluierung

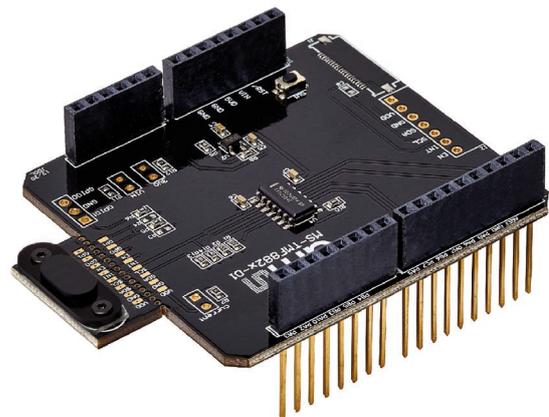
Ausgangspunkt für die Evaluierung, welcher Sensor einer geplanten AGV-Anwendung die Fähigkeit zu „Sehen“ geben soll, ist ein selbst entwickeltes Development Kit des Distributors. Dieses stellt eine Komplettlösung für Wireless Low-Power-Bluetooth Verbindungen mit hohen Sicherheitsstandards bei extrem niedrigem Stromverbrauch dar.

Welche der beiden Technologien über die zielführendsten und effizientesten Eigenschaften für eine Anwendung verfügt, hängt von verschie-

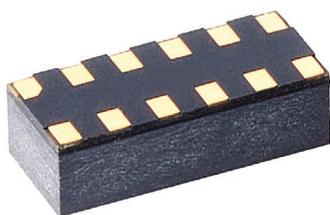
denen Faktoren ab. Bisher gingen Entwickler davon aus, dass Radar aufgrund der überzeugenden Performance eine tendenziell hochpreisige Lösung darstellt, während ToF die deutlich präziseren Ergebnisse im Millimeterbereich liefert. Da sich aber beide Technologien stetig weiterentwickeln, nähern sich relevante Parameter an oder überzeugen durch zusätzliche Eigenschaften.

### Durch Wände sehen

wie Superman ist mit Radar möglich. Für einen konstanten Ablauf in



Die Installation ist mittels der zugehörigen Adapter Boards, entweder via Arduino-Header (mit dem Arduino Uno Shield Evaluation Kit für TMF8820, TMF8821 & TMF8828 von ams OSRAM) oder Kabel (Infineon BGT60TR13C Shield) problemlos möglich.



**Das Field-of-View ist beim TMF8828 bis zu 63° diagonal justierbar und kann an individuelle Räume angepasst werden.**

einer automatisierten Industrieumgebung ist eine unterbrechungsfreie Leistung der integrierten Anwendungen entscheidend. Sich verändernde Lichtverhältnisse oder Verschmutzungen an der Sensorabdeckung dürfen für AGVs kein Hindernis darstellen. Ansonsten besteht die Gefahr, dass das Fahrzeug stehen bleibt oder im schlimmsten Fall mit einem anderen Gegenstand kollidiert. Eine manuelle Korrektur ist dann zwingend notwendig. Bis diese jedoch erfolgt, kommt es zu einem Ausfall der übrigen Abläufe. Mit Radar kann das vermieden werden, denn die ausgesendeten Wellen sind in der Lage selbst Glas oder Wände zu durchdringen – vorausgesetzt, dass diese nicht bleihaltig oder zu dick sind. Diese Eigenschaft ermöglicht es, den Sensor so anzubringen, dass er unauffällig in ein Gehäuse integriert wird – zum Schutz vor Stößen, zur besseren Reinigung oder aus ästhetischen Gründen – und dennoch problemlos detektiert.

## Sonnenlichtunempfindlicher Sensor

Da Radar mit elektromagnetischen Wellen arbeitet, ist der Sensor auch nicht sonnenlichtempfindlich und damit verlässlich in der Funktionalität. Der äußerst energieeffiziente Radarsensor bietet durch die enorme Bandbreite von 5,5 GHz eine sehr geringe Auflösung bis zu ~3 cm und erreicht in Zusammenarbeit mit einer Hochlaufgeschwindigkeit von 400 MHz/μs eine höhere Dopplergeschwindigkeit. Das Erkennen von Personen oder Objekten in einer Entfernung von bis zu 15 m (in frontaler Ausrichtung) wird hier durch ein hohes Signal-Rausch-Verhältnis (SNR) gewährleistet. Zugleich verfügt der Radarsensor über eine so hohe Empfindlichkeit,

dass er Bewegungen im Submillimeterbereich detektiert, was eine besonders intuitive berührungslose Interaktion erlaubt. Entscheidend für eine sichere Mensch-Maschinen-Kooperation ist das Erkennen, die Verfolgung und die Segmentierung der menschlichen Anwesenheit, die der Radarsensor in Kombination mit einer extrem hohen Genauigkeit bei der Erfassung von Mikro- und Makrobewegungen liefert.

## Höhere Kosten

Aufgrund der aufwendigeren Technik, die die hohe Performanz des Radarsensors ermöglicht, sind die Komponenten kostenintensiver. Das gilt sowohl für die Anschaffung als auch für die Integration, denn es ist deutlich komplexer, den Radar-Beam zu manipulieren und optimal zu justieren, als einen optischen Sensor zu applizieren.

## Genaueres Field-of-View in 64 Punkten

ToF-Sensoren sind in der Lage, Personen und Objekte sowie deren absolute Position, Bewegung und Form in 3D zu erkennen. Die technologische Basis ist dabei eine aktive Infrarotbeleuchtung, die Lichtimpulse im Subnanosekundenbereich sendet. Die schnelle Reaktionsfähigkeit ihrer Time-to-Digital-Converter- (TDC) Architektur ist speziell im Bereich AGV wichtig. Bei dieser optischen Lösung zur Abstandsmessung ist die Distanz mit fünf Metern (10 – 5000 mm bei 30 Hz) kürzer als bei der Radar-Option. Auch ihre Empfindlichkeit gegenüber Störfaktoren ist im Vergleich deutlich höher und stellt damit ein potenzielles Risiko dar, denn

- sie ist äußerst sensibel gegenüber Sonnenlichteinstrahlung aufgrund der Überschneidung von Infrarotwellen. Hier arbeitet am OSRAM mit einem optischen Filter mit Algorithmus-Unterstützung, um eine höhere Toleranz gegenüber Umgebungslicht zu erreichen.
- IR-Wellen durchdringen nur wenige Materialien, wie zum Beispiel Kunststoffe oder Fensterglas. Deshalb muss der Sensor relativ exponiert angebracht werden, wodurch er anfälliger für mechanische Defekte wird.
- Verunreinigungen des Cover Glases stören die exakte Messung.

Die optischen Sensoren punkten dagegen durch eine höhere Genauigkeit bei der Messung. Mit einem 8 x 8-Array erfolgt die Abstandsdetektion in 64 Punkten, was ein besonders exaktes Field-of-View möglich macht.

## Höhere Auflösung

Ein weiterer Vorteil ist die deutlich höhere Auflösung, die für Anwendungen, bei denen mehrere Objekte nicht nur erkannt, sondern auch differenziert werden müssen, entscheidend ist. Die Radar-Lösung von Infineon verfügt dagegen über eine Sende- und drei Empfangsantennen. Dank des L-förmigen Antennenarrays wird sowohl eine horizontale als auch vertikale Winkelmessung gewährleistet. Die besondere Präzision des 8 x 8-Array erreicht es jedoch noch nicht.

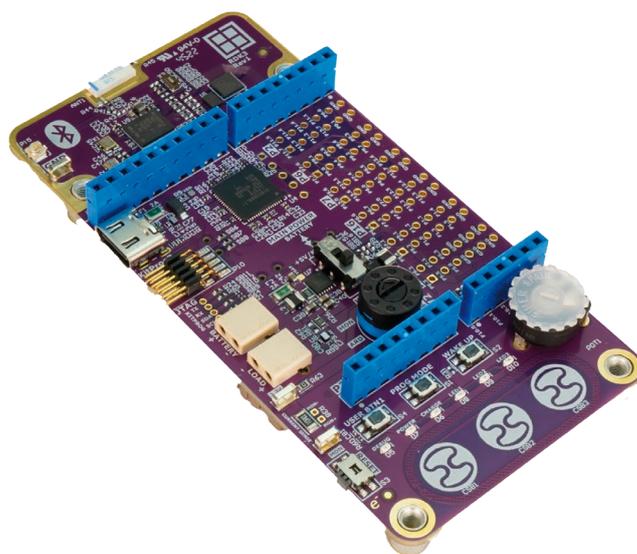
## Alles ist relativ

Welche der beiden vorgestellten Sensorlösungen letztlich das Best-Fit darstellt, hängt von der Zielanwendung ab: Kommt es eher auf eine über längere Distanz stabile und gegenüber externen Faktoren widerstandsfähige Lösung an, fällt die Entscheidung zugunsten der Radarsensoren. Ein Einsatzbeispiel wäre eine Industrieumgebung in der die AGV häufig Strecken zwischen verschiedenen Bereichen – In- wie Outdoor – zurücklegen müssen.

Wenn sich das Fahrzeug jedoch ein genaueres Bild machen muss, um beispielsweise die Reaktionen auf verschiedene Hindernisse differenzieren zu können, empfiehlt sich eher die Nutzung von ToF-Lösungen. Vor- und Nachteile sind dabei jeweils in der Relation zur Gesamtapplikation zu betrachten, da beide Lösungen kontrollierbar sind. Nur variiert der dafür benötigte Entwicklungsaufwand teils erheblich, was für eine wirtschaftliche Pro- / Contra-Entscheidung ebenso relevant ist, wie die technischen Features.

## Entscheidungshilfe in der Vorentwicklungsphase

Development Kits vom Distributor stellen eine Entscheidungshilfe dar. Die drahtlose, intelligente Vernetzung einzelner Elemente oder Arbeitsprozesse wird unter anderem in den Bereichen Advanced Robotics oder Smart Factory immer wichtiger. Stellt ein Entwicklungsboard für diese Szenarien eine Komplettlösung für Wireless Low-Power-Bluetooth Verbindungen mit hohen Sicherheitsstandards bei extrem niedrigem Stromverbrauch dar, reduzieren sich bereits in der Vorentwicklungsphase Zeitaufwand sowie Kosten erheblich und die Time-to-Market verkürzt sich spürbar. Wichtig sind hierbei der Schutz und die Sicherheit der Daten sowie der Kommunikation. ◀



**Das RDK3 setzt auf die PSoC 64 Secured MCU von Infineon mit einer Platform Security Architecture (PSA). Ein weiterer Vorteil des Base Boards ist, dass die Software von Rutronik System Solutions in ModusToolbox von Infineon enthalten ist.**