# 5G TESTBED-INDUSTRIE 4.0

## INDUSTRIEANWENDUNGEN MIT 5G TESTEN

Martin Tittel | Ralph Dümmler | Fraunhofer IIS | 3. Februar 2021

© Victoria - Fotolia.com



© Fraunhofer IIS

# 5G Testbed – Industrie 4.0

## Anforderungen an die Funktechnik für Fabrik- und Prozessautomatisierung

- **Dienstgüte** (QoS): Unterstützung verschiedener Datenübertragungsmodi mit
  - Ende-zu-Ende-Latenz: 0,5 ms bis 500 ms
  - Datenrate: Bis hin zu mehreren Gbit/s
  - Zeitsynchronisation: Mit bis zu 1 µs Genauigkeit
- **Verlässlichkeit**: Dienstverfügbarkeit und Zuverlässigkeit
- **Nahtlose Integration** mit drahtgebundenen und drahtlosen Technologien
- **Sicherheit**: Verfügbarkeit, Integrität und Vertraulichkeit
- **Slicing** (Netztrennung), Isolation
- **Positionsgenauigkeit**: Zwischen 0,2 m und 10 m
- **Effizienz**: Spektrum, Energie und Protokoll
- **Einfacher Betrieb** und Wartung

Einsatzbereiche und zugeordnete Anwendungsbeispiele

| | Motion control | Control-to-control | Mobile control panels | Mobile robots | Massive wireless sensor networks | Remote access and maintenance | Augmented reality | Closed-loop process control | Process monitoring | Plant asset management |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Factory automation | X | X | | X | X | | | | | |
| Process automation | | | | X | X | | | X | X | X |
| HMIs and production IT | | | X | | | | X | | | |
| Logistics and warehousing | | X | | X | | | | | | X |
| Monitoring and maintenance | | | | X | X | X | X | | | |

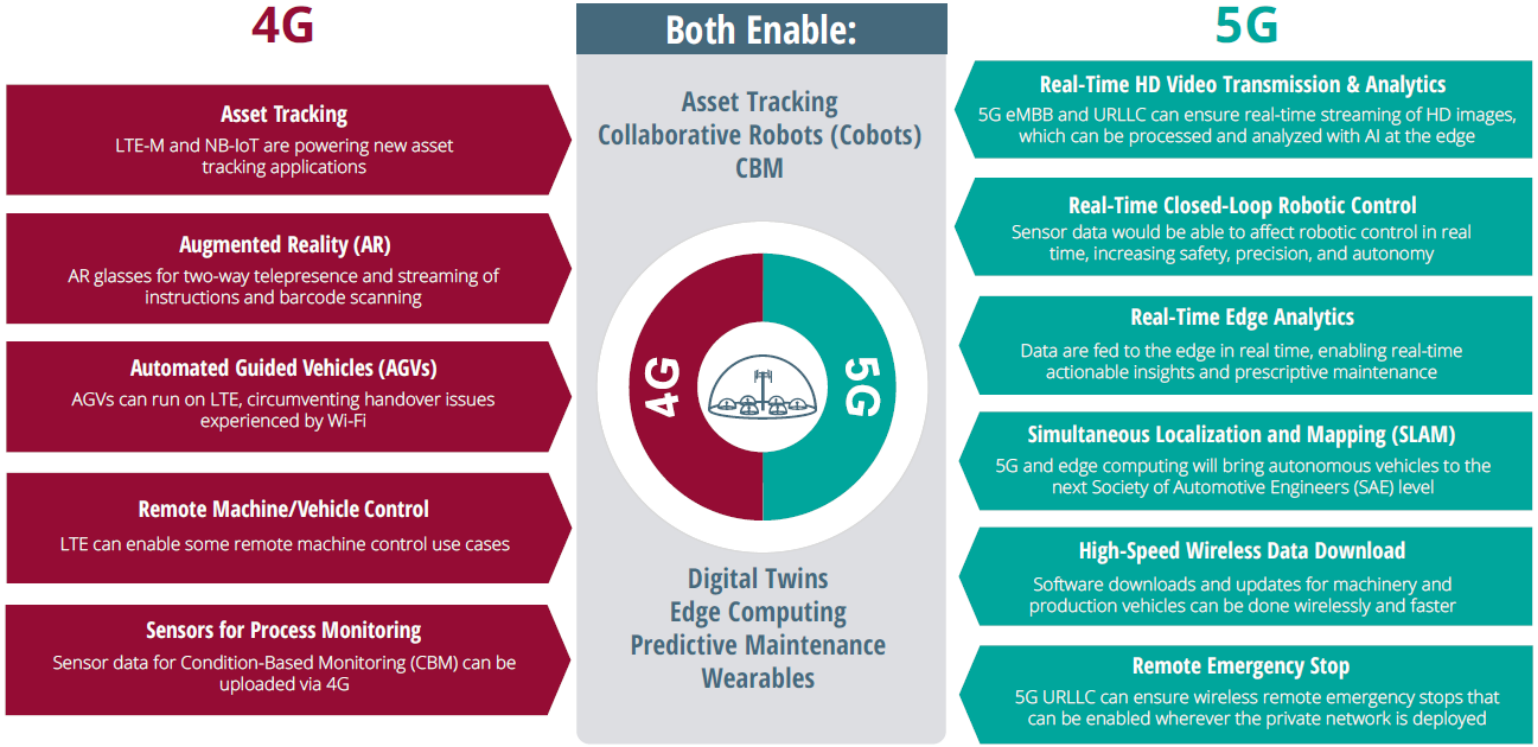
Source: 5G-ACIA / ZVEI


© Fraunhofer IIS
Fraunhofer IIS

# 5G Testbed-Industrie 4.0

## Mobilfunktechnik für Industrieanwendungen

- 4G (mit LTE-M und NB-IoT) ist für **einige Anwendungen** ausreichend
- 5G erhöht die Anzahl der Nutzungsmöglichkeiten für Industrie 4.0 deutlich, komplexere und **anspruchsvollere Lösungen** werden möglich
- Speziell in Deutschland steht für private 5G-Netze ein **dediziertes Frequenzband** zur Verfügung
- Basis für viele Anwendungen in der intelligenten Produktion sind außerdem funkgestützte **Real-Time Location Services** (RTLS)




Source: ABI Research


© Fraunhofer IIS
Fraunhofer IIS

# 5G Testbed-Industrie 4.0

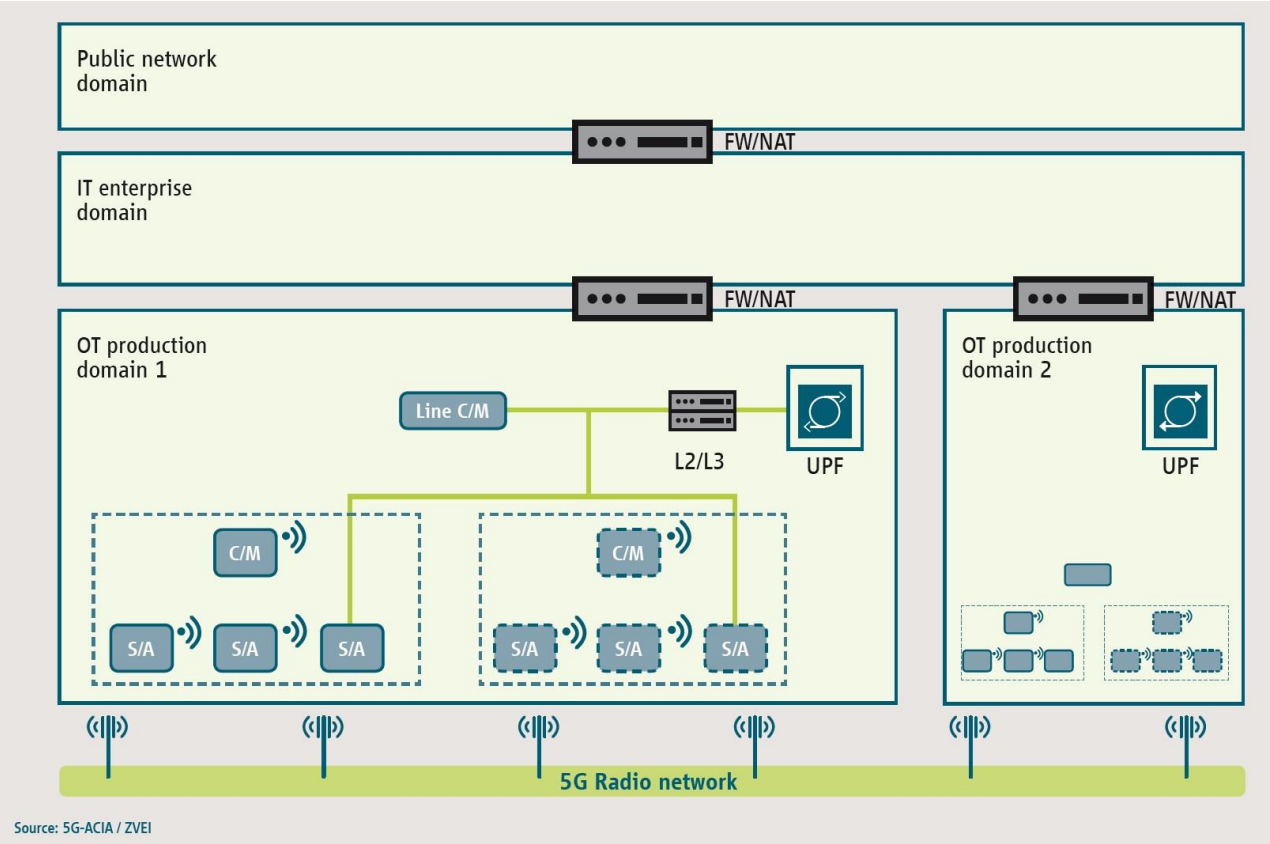
## Bereitstellungsmodell für 5G in der Industrieproduktion

Vor allem aus den Anforderungen der Industrie

- dediziertes, exklusives Frequenzband
- deterministische Vernetzung
- Integrität der übertragenen Daten

ergibt sich als optimales Bereitstellungsmodell das

- **„Standalone non-public network“**
  - **Keine Abhängigkeit** von öffentlichen Netzen, alle Komponenten des 5G Netzes **auf dem Werksgelände**
  - Beste **Latenzeigenschaften** und höchste Verfügbarkeit
  - Ermöglicht **unternehmenskritische Anwendungsfälle** wie Closed-Loop Control oder sicherheitskritische Nutzungen




Source: 5G-ACIA / ZVEI


© Fraunhofer IIS

# 5G Testbed-Industrie 4.0

## Das 5G Testbed-Industrie 4.0: Standorte und Abdeckungsbereiche

Geplante Abdeckung des 5G-Campusnetzes:

- **Site Nürnberg** (Nordostpark):
  - L.I.N.K.-Testzentrum (Industrial Indoor Area)
  - mit Außenbereich
  - Besucherbereich und Büros (zwei Stockwerke)
- **Site Erlangen** (Tennenlohe):
  - Außenbereich (Sendemast)
  - Besucherbereich
  - ausgewählte Labore
  - Parkhaus Frauenweiherstraße (geplant)
- Testmöglichkeiten für Kunden sind im **L.I.N.K.-Testzentrum mit Außenbereich** und im geplanten **Parkhaus** vorgesehen

Site Nürnberg

Site Erlangen


© Fraunhofer IIS

Fraunhofer IIS

# 5G Testbed-Industrie 4.0

## Technische Merkmale

- Folgende Merkmale, realisiert mit **kommerziell verfügbarer 5G-Funktechnik**, zeichnen das Testbed aus:
  - **5G Stand-alone (SA) Core** (Cloud-Native, Microservice- und Container-basiert, offene Schnittstellen, komplett On-Premise)
  - Fähigkeiten zur Bereitstellung von Dienstprofilen: Quality of Service durch Priorisierung von Teilnehmern und Datenverkehr mit **3GPP-konformem Netzwerk-Slicing**
  - **Cloud & Edge Computing Hosts** für benutzerdefinierte Anwendungen und User Plane Functions (UPFs) mit Echtzeit-Zugriff auf das 5G-Netz
  - **5G SA-NR RAN** mit **Open RAN-Schnittstellen**, virtualisiert auf generischer Hardware (COTS)
  - 15 Stück 5G Radio Units (erste Phase), im Endausbau **mehr als 50 Radio Units**
  - Zwei Frequenzbereiche: FR1 (**3,7 - 3,8 GHz** im Frequenzband der „VV Lokales Breitband“ der BNetzA) und FR2 (**mmWave**; ca. 26 GHz, 400 MHz Kanalbandbreite)
  - **Auch im Innenbereich: Massive MIMO** Antennen (64T64R) mit Beamforming-Unterstützung
  - **Präzise Zeitsynchronisation** ermöglicht hochgenaue RTLS, Time Sensitive Networking (TSN) und niedrig-latente Übertragung


© Fraunhofer IIS

# 5G Testbed-Industrie 4.0

## Funkzugangsnetz (RAN)

- Gesamter **Abdeckungsbereich** (beide Standorte): Ca. 22.000 qm
- **L.I.N.K.-Halle** (45 x 31 x 9 m):
  8 Panel-Antennen (4T4R) in zwei verschiedenen Höhen und
  2 mMIMO-Antennen (64T64R) für FR1,
  6 mMIMO-Antennen (32T32R) für FR2
- **Bürogebäude N**: 20 Panel-Antennen (4T4R) für FR1 auf 2 Stockwerken
- **Außenbereich N**:
  4 mMIMO-Antennen (32T/32R) für FR1
- **Site Erlangen** (nur FR1):
  6 Panel-Antennen (4T4R) indoor
  2 + 5 mMIMO-Antennen (32T32R) am Sendemast bzw. im Parkhaus

Luftaufnahme des Standorts Nürnberg

© Fraunhofer IIS

# 5G Testbed-Industrie 4.0

## Emulation von Industrieumgebungen

Die **Industrial Indoor Area** des 5G Testbed ist ausgerüstet mit

- mobilen Funk-absorbierenden oder reflektierenden Stellwänden
- Traversen zur Emulation von Kranbahnen oder Hängeförderern
- optischen Referenzsystemen für Position und Ausrichtung
- unterschiedlich eingeteilten Referenzböden
- dem **3D-Positioniersystem** (3D-Raum ca. 38 x 22 x 7 m)
- fahrerlosen Transportsystemen
- verschiebbaren Paletten-Regalen
- Gabelstapler und anderen Flurförderzeugen
- Laderampen und Rolltoren
- LKW mit Wechselbrücken
- und vielem mehr…

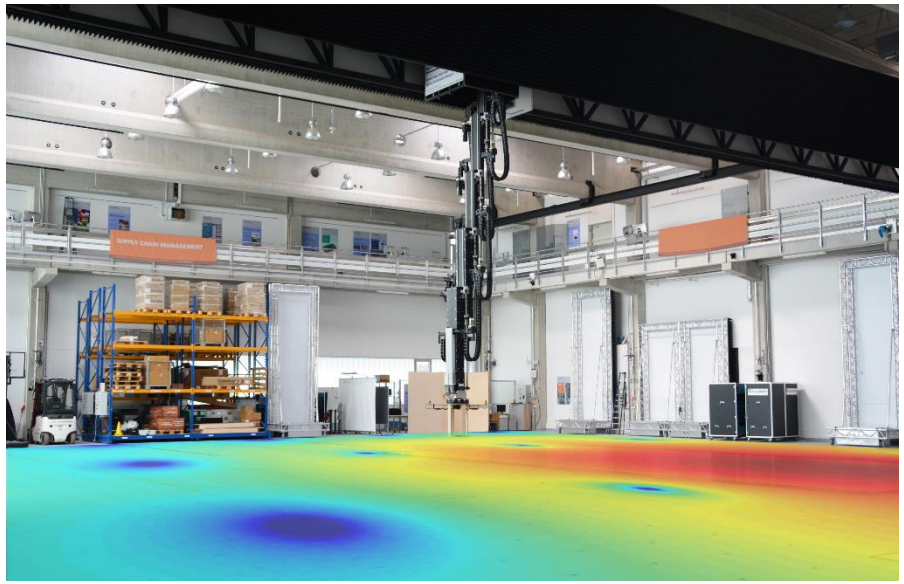
L.I.N.K.-Halle


© Fraunhofer IIS

# 5G Testbed-Industrie 4.0

## Mögliche Tests (1)

- **Funktionale Tests**: Überprüfen einer bestimmten Funktionalität sowohl Ende zu Ende als auch gegen Tester oder Referenzsysteme.
- **Development Testing**: Durch den Zugang zu allen Trace- und Debug-Informationen im eigenen 5G-Netz kann Hilfe beim Finden von Fehlern oder bei der Systemoptimierung angeboten werden.
- **Performance Testing**: In den Bereichen Kommunikation und Positionsbestimmung wird die Leistungsfähigkeit von Systemkomponenten oder kompletten Lösungen überprüft. Als Referenz steht u.a. das 3D-Positioniersystem zur Verfügung.
- **Stabilitätstests oder Dauertests**: Es werden automatisiert verschiedene Szenarien in einer definierten Abfolge und Anzahl wiederholt.



3D-Positioniersystem in der L.I.N.K.-Halle

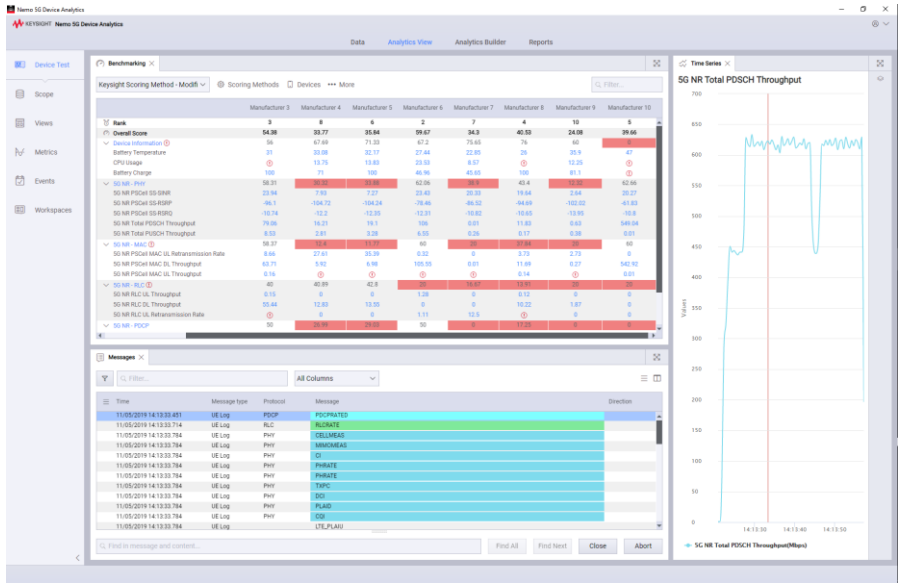

© Fraunhofer IIS

# 5G Testbed-Industrie 4.0

## Mögliche Tests (2)

- **Interoperabilitätstests**: Hier können Produkte/Prototypen auf Funktion speziell in einem Open RAN 5G-Netz getestet werden.
- **Drive Tests**: Innerhalb der Halle und des Außenbereichs können Mobilitätstests durchgeführt werden. Durch die begrenzte räumliche Situation allerdings nicht mit hohen Geschwindigkeiten.
- **Cell Edge-Szenarien**: Dies sind Tests an der Grenze der Funkversorgung.
- **Massive Testing**: Hier werden sehr viele (emulierte) Endgeräte gleichzeitig betrieben, um die Robustheit einer Gesamtlösung zu testen.

**Nicht angeboten** werden folgende Tests: Konformitätstests, Typzulassungen, quantitative/kalibrierte EMV/ESD Tests, Roaming- Tests ins öffentliche Netz, Drive-Tests außerhalb unseres Geländes




Keysight Technologies: Benchmark für 5G Endgeräte


© Fraunhofer IIS
Fraunhofer IIS

# 5G Testbed-Industrie 4.0

## Arten von Testkampagnen

- **Bereitstellung der Testumgebung**
  - Fraunhofer IIS stellt die Testumgebung und der Kunde macht selbständig seine Tests. Das IIS stellt die Infrastruktur und die benötigte Konfiguration zur Verfügung.
- **Unterstütztes Testen**
  - Fraunhofer IIS berät den Kunden über mögliche und sinnvolle Szenarien und unterstützt ihn im Testbed aktiv.
- **Full Service-Testauftrag**
  - Der Kunde beauftragt beim Fraunhofer IIS eine komplette Testkampagne. Das IIS definiert in Abstimmung mit dem Kunden die Testinhalte, führt die Tests aus und beurteilt die Ergebnisse.

Source: fotolia.com

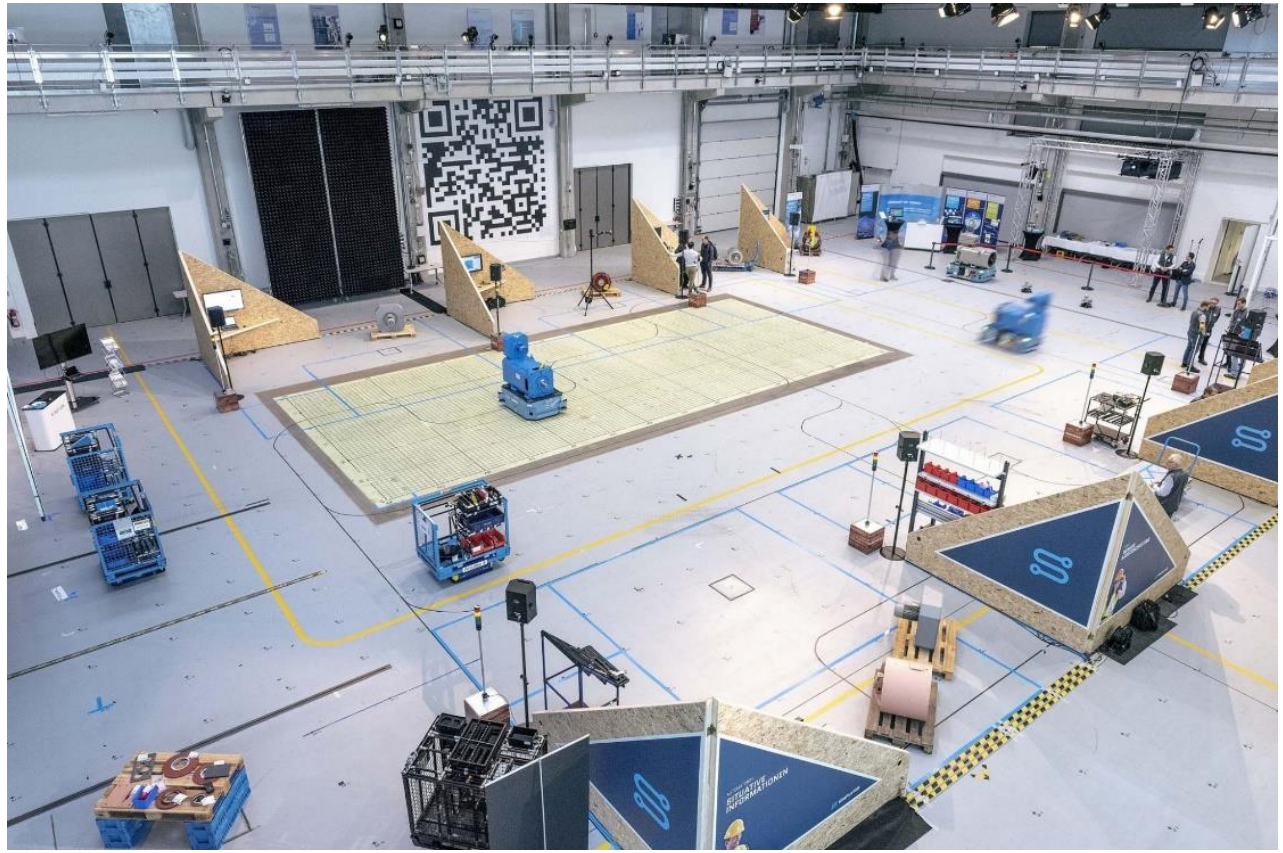

© Fraunhofer IIS

# 5G Testbed-Industrie 4.0

## Verfügbarkeit des Testbed

- **Ab wann** kann das Testbed von der Industrie genutzt werden?
  - **Entwicklungspartnerschaften** sowie **Forschungsprojekte** aus den Themenbereichen Kommunikation und Positionierung sollen ab Frühjahr 2021 Zugang zum Testbed haben
  - Der **»produktive« Betrieb** wird ab Sommer 2021 für die L.I.N.K.-Halle und FR1 angestrebt
  - Die **weiteren Ausbauphasen** (Outdoor, FR2, Massive MIMO, Parkhaus Erlangen) werden bis Ende 2022 abgeschlossen

http://www.open-ran-campus.de/



Prototyp einer zellenbasierten Fertigung in der L.I.N.K.-Halle


© Fraunhofer IIS

# FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR INTEGRIERTE SCHALTUNGEN IIS

## KONTAKT

Martin Tittel | Ralph Dümmler | 5G Testbed - Industrie 4.0

http://www.open-ran-campus.de/


Dipl.-Ing. Martin Tittel
Bereich Lokalisierung und Vernetzung (LV)

Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS
Nordostpark 84 | 90411 Nürnberg
Phone +49 (0) 911 58061 - 9420
E-Mail martin.tittel@iis.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. (FH) Ralph Dümmler
Bereich Kommunikationssysteme (KS)

Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS
Am Wolfsmantel 33 | 91058 Erlangen
Phone +49 (0) 172 8100 248
E-Mail ralph.duemmler@iis.fraunhofer.de

© Victoria - Fotolia.com



© Fraunhofer IIS

Fraunhofer IIS